

Marius Aune

# Securing frontline operations in the event of disaster-induced failures in a 5G-based public safety network

Master's thesis in Communication Technology and Digital Security

Supervisor: Eirik Larsen Følstad

Co-supervisor: Knut Baltzersen

June 2022



Marius Aune

# **Securing frontline operations in the event of disaster-induced failures in a 5G-based public safety network**

Master's thesis in Communication Technology and Digital Security  
Supervisor: Eirik Larsen Følstad  
Co-supervisor: Knut Baltzersen  
June 2022

Norwegian University of Science and Technology  
Faculty of Information Technology and Electrical Engineering  
Dept. of Information Security and Communication Technology



**Title:** Securing frontline operations in the event of disaster-induced failures in a 5G-based public safety network

**Student:** Marius Aune

**Problem description:**

Current Public Safety Networks (PSNs), often owned by the governments, are dedicated wireless communications networks deployed and operated for emergency service organizations like police, fire and health. In Europe, PSNs are typically based upon the TETRA standards developed and maintained by the European Telecommunications Standards Institute (ETSI). 5G networks have capabilities for providing lower latency, higher capacity/throughput, higher reliability and higher number of connected devices compared to TETRA as well as earlier generations of cellular networks. 5G specifications, developed and maintained by the 3rd Generation Partnership Project (3GPP), are emerging to include and improve functions and capabilities like Mission Critical Push To Talk (MCPTT), MCVIDEO and MCDATA that are especially targeted for PSNs. Several of the PSNs in Europe, like Nødnett in Norway, are in the planning phase to migrate from the current dedicated TETRA-based networks to use commercial 5G networks for providing mission critical services for the emergency service organizations. The objectives of the project and the thesis are to explore possible solutions to re-establish mission critical services in the event of disaster-induced failures in the 5G-based PSN, caused by extreme weather. This includes suggestions for technical realizations in the event of local and regional failures considering the importance for frontline operations.

The project consists of the following tasks:

- Study background literature for TETRA and 5G for mission critical services
- Identify technical realizations to re-establish/maintain mission critical services in the event of local and regional failures in 5G networks
- Identify how the proposed technical realizations improve frontline operations in 5G networks

**Date approved:** 2022-02-28

**Responsible professor:** Eirik Larsen Følstad, NTNU



## Abstract

Advances in mobile communication technology drives the need for better services from a public protection and disaster relief (PPDR) perspective. The Norwegian Public Safety Network (PSN) is called Nødnett and is owned by the Directorate for Civil Protection (DSB). It is based on the narrow-band network technology Terrestrial Trunked Radio (TETRA), through a contract that lasts until the end of 2026. Due to growing market demands, many countries are in the process of migrating their PSNs to commercial networks, and it is expected that Next Generation Nødnett (NGN) will be deployed over 5G using the already defined, and continuously improved, Mission Critical Services (MCX). A consequence of this migration is the loss of a redundant network, as both Nødnett and commercial traffic will rely on the same infrastructure. Combined with the fact that global warming will increase the severity and frequency of weather, this may make extreme weather an increased threat to NGN.

This project seeks to identify the effect extreme weather will have on NGN, potential solutions to re-establish mission-critical communication in the event of a disaster-induced network failures, and what the minimum requirements of such solutions are. To answer these questions a qualitative research approach is conducted. A Systematic Literature Review (SLR) is performed to reveal the state-of-the art within NGN-related technologies. Then, interviews are held with relevant stakeholders, including users of Nødnett, commercial actors and government representatives all related to Nødnett.

The main reasons for disaster-induced failures are power and transmission failures. Measures are being taken to robustify the commercial networks and power sector, but failures will still remain an issue. Minimum requirements of the users are talk group communication locally with other units, and regionally with control rooms. Local communication can be ensured by distributing 5G core functionality in isolated base stations or mobile units, but a set of challenges relate to core distribution. Regional communication is achieved through satellites or high-altitude platform stations (HAPS) to connect otherwise isolated networks to the core network. This project proposes a two-step approach to quickly re-establish limited communication, and supplement with more complex functionality consecutively, to ensure an uninterrupted service, with more complex services over time.





## Sammendrag

Fremskritt innen mobilkommunikasjon øker behovet for bedre tjenester fra et nødetatperspektiv. Sambandet mellom nødetater i Norge heter Nødnett og eies av Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB). Det er basert på en smalbåndsteknologi kalt Terrestrial Trunked Radio (TETRA), med en kontrakt som varer ut 2026. På grunn av økende krav i markedet er mange land i ferd med å flytte sine nødnett til kommersielle mobilnett. Det er forventet at neste generasjons Nødnett (NGN) vil bli implementert over 5G ved å benytte allerede definerte tjenester kalt oppdragskritiske tjenester (MCX). En konsekvens av denne overgangen er tapet av redundante nettverk, siden både Nødnett og kommersiell trafikk i så tilfelle vil basere seg på den samme infrastrukturen. Sett sammen med det faktum at global oppvarming vil øke styrken og frekvensen av ekstremvær, kan dette resultere i at ekstremvær vil utgjøre en større trussel mot NGN.

Formålet med dette prosjektet er å identifisere effekten ekstremvær vil ha på NGN, potensielle løsninger for å gjenopprette oppdragskritisk kommunikasjon i etterkant av at ekstremvær har slått ut nettverket, samt hvilke minimumkrav som stilles til slike løsninger. For å besvare disse spørsmålene benyttes en kvalitativ forskningsmetode, og det gjennomføres en litteraturstudie for å avdekke dagens situasjon innen NGN-relaterte teknologier. Intervjuer med relevante interessenter avholdes, som inkluderer brukere av Nødnett, kommersielle aktører, og aktuelle statlige representanter relatert til Nødnett.

Hovedårsakene for dekningsutfall i Nødnett er strøm- og transmisjonsbaserte utfall. Til tross for at tiltak implementeres for å robustifisere nettverkene og strømsektoren, vil slike utfall fremdeles være et problem. Brukere av Nødnett viser til at minimumskrav er gruppesamtaler lokalt med andre enheter, og regionalt med kontrollrom. Lokal kommunikasjon kan fasiliteres ved distribuert 5G-kjernefunksjonalitet i isolerte basestasjoner eller mobile enheter, og utfordringer for dette er identifisert. Regional kommunikasjon kan skje via satellitt eller plattformstasjoner i stor høyde (HAPS) for å etablere forbindelse mellom ellers isolerte nett og kjernenettet. Dette prosjektet foreslår en tostegs tilnærming som i første omgang innebærer å gjenopprette begrenset kommunikasjon raskt, og deretter supplere med mer kompleks funksjonalitet fortløpende. På denne måten kan man sikre uavbrutt tjeneste, med økte tjenestetilbud over tid.



## Preface

This thesis is submitted to the Norwegian University of Science and Technology (NTNU) and concludes my Master of Science (MSc) in Communication Technology and Digital Security at the Department of Information Security and Communication Technology (IIK). The research was carried out between January and June of 2022.

I would like to thank all interview subjects who contributed to this thesis with valuable insight within the world of communication technology and public safety. In sharing their knowledge, experiences and opinions, I have received a solid foundation to base my work on. Their dedication and commitment was a great inspiration for me in understanding the importance of my own as well as the stakeholders' work.

I would also like to thank my two supervisors, Eirik Larsen Følstad and Knut Baltzersen, who has provided great support when tackling the unknown territory of writing a master's thesis. They also assisted in finding relevant and interesting interview candidates. Most importantly, they gave me an opportunity to discuss my progress and brainstorm ideas regularly. Without their invaluable feedback, this thesis would not be what it is today.

Moreover, I would like to use this opportunity to thank all people who work within public safety and health, for their service and important work, giving their all to serve and protect us all during crisis.

Finally, I thank my wonderful girlfriend, Hedvig Dahl-Aabakken, who has supported me throughout not only working on this thesis, but all five years working towards it. She has been my most important source of encouragement, motivator, and my number one fan. I would not be where I am today without her.

*Marius Aune  
Trondheim, June 2022*



# Contents

<b>List of Figures</b>	<b>xi</b>
<b>List of Tables</b>	<b>xiii</b>
<b>List of Acronyms</b>	<b>xvii</b>
<b>1 Introduction</b>	<b>1</b>
1.1 Nødnett . . . . .	1
1.2 Next Generation Nødnett . . . . .	3
1.3 Re-establishing communication . . . . .	5
1.3.1 Disaster preparedness . . . . .	5
1.3.2 Intra-disaster re-establishment . . . . .	6
1.3.3 Post-disaster re-establishment . . . . .	6
1.4 Scope and objectives . . . . .	6
1.5 Structure . . . . .	7
<b>2 Background</b>	<b>9</b>
2.1 Nødnett . . . . .	9
2.1.1 History and future . . . . .	9
2.1.2 Technical solutions and operation . . . . .	12
2.1.3 Functionality . . . . .	15
2.1.4 User services . . . . .	17
2.2 5G . . . . .	19
2.2.1 Technical solutions . . . . .	19
2.2.2 Functionality . . . . .	21
2.2.3 Mission Critical Services . . . . .	22
2.3 Non-terrestrial networks . . . . .	24
2.3.1 Satellites . . . . .	25
2.3.2 High altitude platform stations . . . . .	27
2.3.3 Unmanned Aerial Systems . . . . .	27
2.4 Extreme weather . . . . .	28
2.4.1 Defining extreme weather . . . . .	29

2.4.2	Weather-induced failures in mobile networks . . . . .	29
2.4.3	Global warming and future incidents . . . . .	33
2.5	Related work . . . . .	35
<b>3</b>	<b>Methodology</b>	<b>39</b>
3.1	Design science . . . . .	39
3.2	Systematic Literature Review . . . . .	41
3.3	Interviews . . . . .	43
3.3.1	Semi-structured interview . . . . .	43
3.3.2	Informant selection and recruitment . . . . .	44
3.3.3	Data management and privacy . . . . .	47
3.3.4	Pitfalls and learning points . . . . .	48
3.4	Data analysis . . . . .	49
3.4.1	Data preparation . . . . .	50
3.4.2	Data interpretation . . . . .	50
3.4.3	Data validation . . . . .	51
3.5	Assumptions and limitations . . . . .	51
3.6	Comparison criteria . . . . .	53
<b>4</b>	<b>Results</b>	<b>55</b>
4.1	Respondents and analysis . . . . .	55
4.2	Research Question 1: Effect of extreme weather on 5G-based PSNs . . . . .	58
4.2.1	The expected impact of extreme weather in the future . . . . .	58
4.2.2	Consequences of weather-induced failures in the PSN . . . . .	61
4.2.3	Efforts to make networks more resilient . . . . .	64
4.3	Research Question 2: Solutions to re-establish communication . . . . .	66
4.3.1	Permanent network solutions . . . . .	67
4.3.2	Semi-integrated solutions . . . . .	69
4.3.3	Independent solutions . . . . .	72
4.3.4	Preventive solutions . . . . .	74
4.4	Research Question 3: Minimum requirements . . . . .	76
4.4.1	Minimum service requirements for stakeholders . . . . .	76
4.4.2	Complexity of re-establishing communication . . . . .	79
4.4.3	Storage and transportation of solutions . . . . .	80
4.5	Short summary of interview findings . . . . .	81
<b>5</b>	<b>Discussion</b>	<b>83</b>
5.1	Assessing each comparison criterion . . . . .	83
5.1.1	Robustness . . . . .	84
5.1.2	Deployment time . . . . .	84
5.1.3	Feasibility . . . . .	85
5.1.4	Ability to fulfill minimum requirements . . . . .	86

5.1.5	How comparison criteria will be applied . . . . .	87
5.2	The expected impact of extreme weather on Next Generation Nødnett (NGN) . . . . .	87
5.2.1	Reasons for failure . . . . .	88
5.2.2	Mitigating efforts . . . . .	89
5.3	Defining the stakeholders' requirements . . . . .	90
5.3.1	Functional requirements . . . . .	91
5.3.2	Non-functional requirements . . . . .	92
5.4	Implementation strategies for minimum requirements . . . . .	94
5.4.1	Functional requirements . . . . .	94
5.4.2	Non-functional requirements . . . . .	97
5.5	Solutions to re-establish communication . . . . .	99
5.5.1	Resilient network functions . . . . .	100
5.5.2	Mobile base stations . . . . .	102
5.5.3	Alternative radio . . . . .	107
5.5.4	Comparing the solutions . . . . .	109
5.6	Recommendation . . . . .	111
5.6.1	Disaster preparedness . . . . .	111
5.6.2	Step 1: Intra-disaster re-establishment . . . . .	112
5.6.3	Step 2: Post-disaster re-establishment . . . . .	114
5.7	Limitations and validity of results . . . . .	115
<b>6</b>	<b>Conclusion and future work</b>	<b>117</b>
6.1	Future work . . . . .	119
	<b>References</b>	<b>121</b>
	<b>Appendices</b>	
<b>A</b>	<b>NSD Application</b>	<b>129</b>
<b>B</b>	<b>NSD Approval</b>	<b>137</b>
<b>C</b>	<b>Information and invitation to informants</b>	<b>141</b>
<b>D</b>	<b>Interview guide</b>	<b>145</b>
<b>E</b>	<b>Codes from interviews</b>	<b>149</b>
<b>F</b>	<b>Interview: The Fire and Rescue Services</b>	<b>159</b>
<b>G</b>	<b>Interview: The Police Service</b>	<b>177</b>
<b>H</b>	<b>Interview: The Ambulance Service</b>	<b>191</b>

<b>I Interview: The Air Ambulance Services</b>	<b>205</b>
<b>J Interview: Mobile Network Operator 1A</b>	<b>225</b>
<b>K Interview: Mobile Network Operator 1B</b>	<b>239</b>
<b>L Interview: Mobile Network Operator 2</b>	<b>253</b>
<b>M Interview: Infrastructure Equipment Provider</b>	<b>275</b>
<b>N Interview: The Directorate for Civil Protection A</b>	<b>291</b>
<b>O Interview: The Directorate for Civil Protection B</b>	<b>305</b>
<b>P Interview: The National Communications Authority</b>	<b>319</b>
<b>Q Interview: The Norwegian Defense</b>	<b>335</b>



# List of Figures

2.1	Ring structure and some potential failure scenarios in Nødnett today. . .	12
2.2	Maps showing the fire, police and health districts in Norway [DSB22a]. .	14
2.3	The four types of satellites. . . . .	26
2.4	Non-terrestrial networks for backhaul. . . . .	28
2.5	Photo of trees causing a power failure during the extreme weather in Vestfold and Telemark. Photo provided by an informant. . . . .	33
2.6	Risks associated with increased global average temperatures [HJT+18].	34
3.1	The structure of design science [Wie14]. . . . .	40
5.1	Reported incidents in transmission, 2020 and first half of 2021 [Nko22b].	89
5.2	Visualizing local and regional connectivity. . . . .	96
5.3	Automobile base station with and without backhaul, simplified. . . . .	106
5.4	TETRA terminals and satellite phones in combination. . . . .	113



# List of Tables

4.1	The main themes revealed through interviews, and respective RQ. . . .	56
4.2	The total number of interviews and informants. . . . .	56
4.3	The informants representing the user organizations. . . . .	57
4.4	The informants representing the commercial actors. . . . .	57
4.5	The informants representing the state actors. . . . .	58
4.6	Comments on the reasons for coverage failure. . . . .	59
4.7	Comments on expected future impacts of extreme weather. . . . .	60
4.8	Comments on the most exposed areas with regard to extreme weather. .	61
4.9	Comments on operating with limited to no communication. . . . .	63
4.10	Comments on the extreme weather in Vestfold and Telemark. . . . .	64
4.11	Comments on reinforced electronic communication. . . . .	65
4.12	Comments on how mobile networks may be more resilient in the future.	66
4.13	Comments on permanent network solutions. . . . .	68
4.14	Comments on whether permanent solutions will be relevant in NGN. . .	69
4.15	Regarding the Defense' solutions for tactical bubbles. . . . .	71
4.16	Comments on non-terrestrial technologies. . . . .	72
4.17	Comments on satellite telephony and alternative radio. . . . .	73
4.18	Comments on preventive measures as most important in NGN. . . . .	75
4.19	Comments on alternative power solutions. . . . .	76
4.20	Comments on minimum service requirements. . . . .	77
4.21	Comments on local versus regional communication. . . . .	78
4.22	Comments on tolerated deployment complexity. . . . .	79
4.23	Comments on storing and transporting solutions. . . . .	80
5.1	Scoring of comparison criteria. . . . .	86
5.2	Minimum requirements of solutions to re-establish communication. . . .	94
5.3	Criteria scores for autonomous operation in 5G BSs. . . . .	101
5.4	Criteria scores for ProSe. . . . .	102
5.5	Criteria scores for conventional CoWs. . . . .	103
5.6	Criteria scores for flying CoWs. . . . .	104
5.7	Criteria scores for tactical bubbles. . . . .	105
5.8	Criteria scores for automobile base stations. . . . .	107

5.9	Criteria scores for satellite terminals. . . . .	108
5.10	Criteria scores of the TETRA network as a backup. . . . .	109
5.11	Criteria scores for TETRA terminals as backup. . . . .	110
5.12	Solutions' criteria scores. . . . .	111





# List of Acronyms

- 3GPP** 3rd Generation Partnership Project.
- 5G NR** 5G New Radio.
- 5GC** 5G Core.
- 5G-VINNI** 5G Verticals Innovation Infrastructure.
- 5MBS** 5G Multicast and Broadcast Services.
- AGA** Air-Ground-Air.
- AMBS** Automobile Base Station.
- AMK** Emergency Medical Communication Center.
- BS** Base station.
- COST** European Cooperation in Science and Technology.
- CoW** Cell on Wheels/Cell on Wings.
- D2D** Device-to-Device.
- DMO** Direct Mode Operation.
- DSB** Directorate for Civil Protection.
- DSS** Dynamic Spectrum Sharing.
- eMBB** Enhanced Mobile Broadband.
- EPC** Evolved Packet Core.
- ETSI** European Telecommunications Standards Institute.
- FDD** Frequency Division Duplex.

**FUDGE-5G** Fully Disintegrated private nEtworks for 5G verticals.

**GEO** Geostationary Earth Orbit.

**HAPS** High-Altitude Platform Station.

**HEO** Highly Elliptical Orbit.

**HSS** Home Subscriber Server.

**IAB** Integrated Access and Backhaul.

**IEP** Infrastructure Equipment Provider.

**ILKO** Task leaders' command central.

**IMS** IP Multimedia Subsystem.

**IOPS** Isolated Operation for Public Safety.

**IoT** Internet of Things.

**IPCC** Intergovernmental Panel on Climate Change.

**ISSI** Individual Short Subscriber Identity.

**KVU** Konseptvalgutredning.

**LEO** Low-Earth Orbit.

**LST** Local Site Trunking.

**LTE** Long Term Evolution.

**MCDData** Mission Critical Data.

**MCPTT** Mission Critical Push-To-Talk.

**MCVideo** Mission Critical Video.

**MCX** Mission Critical Services.

**MEO** Medium-Earth Orbit.

**MIMO** Multiple Input Multiple Output.

**mMTC** Massive Machine-Type Communication.

**MNO** Mobile Network Operator.



**MVNO** Mobile Virtual Network Operator.

**NFV** Network Function Virtualization.

**NGN** Next Generation Nødnett.

**Nkom** The Norwegian Communications Authority.

**NSA** Non-Standalone.

**NSD** Norwegian Center for Research Data.

**NTN** Non-Terrestrial Network.

**NTNU** Norwegian University of Science and Technology.

**PGW** Packet Gateway.

**PPDR** Public Protection and Disaster Relief.

**ProSe** Proximity Services.

**PSN** Public Safety Network.

**PTT** Push-To-Talk.

**RAN** Radio Access Network.

**REC** Reinforced Electronic Communication.

**RECODIS** Resilient Communication Services Protecting End-user Applications  
From Disaster-based Failures.

**SA** Standalone.

**SDS** Short Data Services.

**SGW** Serving Gateway.

**SIP** Session Initiation Protocol.

**SLR** Systematic Literature Review.

**SWC** Site Wide Call.

**TBS** Transportable base station.

**TDD** Time Division Duplex.

**TETRA** Terrestrial Trunked Radio.

**TMO** Trunked Mode Operation.

**TSG** Technical Specification Group (3GPP).

**UAV** Unmanned Aerial Vehicles.

**UDM** Unified Data Management.

**UE** User Equipment.

**URLLC** Ultra Reliable Low Latency Communication.

**WG** Working Group (3GPP).

# Chapter 1

## Introduction

One of the basic needs for any society is the ability for its people to receive help in emergency situations. When life or health is threatened, one often relies on trained professionals for help. If this commodity somehow becomes unavailable, the chances of escaping the situation unaffected may drastically decrease. This is why societies rely on public safety measures, such as a Public Safety Network (PSN), in order for people to receive help. However, a PSN, like all networks, is not without flaws or challenges. Moreover, the reason why the network is unavailable may also paradoxically be the exact reason why the network is particularly important in the first place. During natural disasters such as extreme weather, life and health is more likely to be jeopardized. It is unfortunately also in such events that a network is more likely to fail, due to consequential circumstances. With an expected increase of natural disasters due to global warming, the robustness of the PSN must increase accordingly. When dealing with a network whose major purpose is to save people in need, a key challenge must be addressed. What can be done if the PSN, due to extreme weather, becomes unavailable to the emergency services?

### 1.1 Nødnett

A PSN is a communication network within and between public safety organizations such as police, emergency and fire, hereinafter referred to as the emergency services. Generally, PSNs are often referred to as being part of another term – Public Protection and Disaster Relief (PPDR). The PPDR sector yields value to societies by facilitating environments to maintain law and order, as well as protecting the life and health of civilians and financial interests [FS15]. Many countries are in the process of migrating PSN services into 4G and 5G, to take advantage of the potential of broadband communication. The expectation is that many of the world’s PSNs will transition to 5G over the next decade, as network operators continue their deployment of this relatively new technology.

In Norway, the PSN is called Nødnett. It is, like for many other European countries, based on the Terrestrial Trunked Radio (TETRA) standard, defined by the European Telecommunications Standards Institute (ETSI) [DSB20]. TETRA is a dedicated infrastructure, separate from the components of the commercial cellular networks, disregarding shared transmission and power lines, as well as radio sites. Nødnett has since it was defined in 2006 been deployed and maintained by Motorola Solutions, through contract with the Directorate for Civil Protection (DSB). However, Nødnett was not fully deployed all over Norway until 2015 [DSB20]. This agreement lasts until the end of 2026, when a decision must be made, as to whether to continue with TETRA, or to move on with another solution. According to the The Norwegian Communications Authority (Nkom), it was decided by the Norwegian government in 2017 that the PSN of the future is to be realized through commercial radio access networks [Nko19]. Thus, it is not unlikely that 2026 will be the year that Nødnett moves to 5G, when comparing the aforementioned to the fact that 5G is currently undergoing major developments within the 3rd Generation Partnership Project (3GPP), with new requirements of 5G being specified for every new release. As of writing this thesis, 3GPP are working on specifications for PPDR in 5G, with the next release (Release 18) set to be completed in March 2024 [3GP22f].

Nødnett's largest user base is the emergency services - police, health and fire and rescue. It serves as the primary communication network both within and between these agencies. Each department is organized and dispatched through their respective control rooms, the 110-centrals for fire and rescue, 112-centrals for police, and 113-centrals and smaller control rooms for health services [DSB20]. However, the emergency services only make up about two thirds of the entire user base. Many other users exist as well, due to their close cooperation with the three departments or other societal needs. Examples are the military, Red Cross and naval and aerial rescue organizations. These are organizations that support the emergency services in reacting to incidents or for instance searching for missing persons. Due to the importance of close and continuous coordination, a common communication network is crucial when responding to such events.

Voice communication in Nødnett is mainly done in “talk groups” with a Push-To-Talk (PTT) service, much like a traditional walkie talkie. These talk groups are often defined over geographical areas, for instance belonging to specific departments or jurisdictions [DSB20]. When one user speaks, all other users belonging to that talk group listens, and only one user can transmit at a time. One-to-one communication is also possible, even when belonging to a talk group. However, use of one-to-one communication is resource-demanding, and should therefore be limited. Site Wide Call (SWC) are also possible, allowing a central entity (control room) to broadcast to all users in a certain area. This type of communication is intended to address all users within an area with important information [DSB20].

Data rates in Nødnett are fairly limited, because of the radio access technology being used. Nødnett was built with the focus of providing PTT, Short Data Services (SDS) and location services to the emergency personnel. Therefore, the radio technology best suited was one which efficiently satisfied those requirements, namely lower frequencies, able to carry those data rates over greater distances. The frequency band used for Nødnett is 380-400 MHz. In terms of data rates, Nødnett has the capacity of 3 kbps up to 12 kbps [Sam06].

There are about 2100 Base station (BS) in Nødnett, located across the country to cover 100% of the residential population and 86% of the mainland [DSB20]. The BSs are deployed in ring structures, to provide transmission redundancy, so that if the connection between two adjacent BSs is interrupted, they may still establish connection through all other BSs in that ring. Only if the BS loses connection to both its neighbors, will it become completely isolated. If the BS does lose connection to the rest of the network, it may still be able to operate with limited functionality through what is called Local Site Trunking (LST). All User Equipment (UE)s within coverage of that BS may communicate with each other, but not the rest of the network [DSB20]. If a BS is operating in LST mode, this is indicated on the display of the UE. LST mode will persist until the BS connects to the network, or the backup power supply runs out. Not all BSs are configured for LST, but all BSs with 48 hour backup power are. This, as well as additional functionality, is described in more detail in Chapter 2.

## 1.2 Next Generation Nødnett

Continuous developments to communication technology is what drives the users' demands for more complicated solutions in PPDR as well. Being an older technology, relative to 4G and 5G, TETRA has limited functionality from a user perspective. First responders are mainly limited to PTT, SDS and location services, in addition to some smaller functionalities such as alarms. There are increasing demands from stakeholders to implement more sophisticated services as well, such as video streaming and higher data speeds. Stakeholders are persons or businesses with an interest or concern in something, such as the users, owners and regulators. Due to the limitations of TETRA with regard to capacity, this is not possible. Taking advantage of the capacity of commercial networks, the PSN will provide better services, such as those. 3GPP has already begun, and continues to work on specifications regarding a PSN over 4G and 5G [3GP17]. Mission Critical Services (MCX) are already defined as a 4G and 5G solution to the functionalities required in PPDR services. Mission Critical Push-To-Talk (MCPTT) is analogous to the TETRA-specified PTT voice communication [3GP22a]. Mission Critical Data (MCData) is a major development compared to SDS, providing higher data rates, and potentially facilitating complex data-based applications [3GP21a]. Finally, MCX also introduces a more innovative

service, Mission Critical Video (MCVideo), which would allow emergency services to transmit live video streaming to a group of users over the network [3GP21b]. This may have several applications in the field, such as police transmitting live footage of an accident with major injuries to the arriving paramedics in order to better prepare them before they arrive. This is a solution that is impossible with the lower data rates of TETRA, but possible over 4G and 5G.

Despite all the potential advantages provided by commercial networks, some limitations will follow a migration from TETRA. In contrast to Nødnett's up to 48 hours of backup power in the BSs, there is only a requirement of 2 hours in urban, and 4 hours in rural areas, for the commercial networks in Norway [Nko20a]. This may be a limitation in comparison to TETRA, as TETRA may function in LST mode when transmission is unavailable due to a power outage. It should be noted that functionality similar to LST exists in commercial networks, but it is highly expensive and not implemented today. There are several reasons why the power supply may fail to serve the BSs, causing an eventual failure. One of the most common failures happens when bad weather causes power outages, for instance by causing trees to fall over the power lines. Another reason is broken fiber cables, caused by planned or accidental digging [Nko22b]. However, broken fiber may also be a consequence of extreme weather, causing floods and landslides shifting the earth's soil in which the fiber lies. These types of accidents and failures are unpredictable, and may cause lengthy downtimes, while the power grid is repaired. Without sufficient backup power, the affected BSs will eventually suffer failures, causing loss of coverage. Today, this affects the customers with limited service quality or none at all. However, when Nødnett eventually moves to commercial networks, these types of failures may pose an indirect threat to life and health of both civilians and first responders. These are issues that must be addressed, before the migration can happen, so that plans are in place to mitigate the consequences of failures.

The likely alternative for Nødnett, when it eventually transitions to commercial networks, is 5G. 5G is currently still being developed, but some 5G technology has already been deployed in many countries. 5G New Radio (5G NR) is 5G's access technology, and can be combined with a 4G core network, an implementation called Non-Standalone (NSA) 5G [3GP22d]. This solution can be viewed as a bridge between 4G and 5G to ease the transition to a full-scale 5G deployment using the 5G core as well. The latter implementation is called Standalone (SA) 5G, and is by many considered the future of mobile communication due to its many possibilities and advantages. SA 5G allows for lower delay, higher data rates, and higher capacity, due to a combination of higher frequencies and more dynamic antenna technologies, as well as a completely different core technology.

Looking at Nødnett deployed over 5G, considering a potentially higher number

of BSs with smaller cells, and lack of substantial backup power, one may expect extreme weather to pose an even larger threat to the future PSN than it does to TETRA. Even today TETRA suffers from occasional loss of coverage due to extreme weather. It is therefore important, regardless of underlying technology, to address the need for alternative solutions, so that the risk of losing critical communication is mitigated.

### **1.3 Re-establishing communication**

When re-establishing communication in the event of a natural disaster like extreme weather, there are three key circumstances for which the solutions must be addressed. Firstly, routine activities and specific equipment must be in place, in order to prevent or quickly respond to an incident when it occurs. Secondly, the emergency services will rely on communication during the natural disaster, in order to respond to the situation as it develops. Finally, the emergency services will rely on communication after the disaster, in order to aid in post-disaster recovery, until normal network operations have resumed. Solutions for alternative communication should preferably aid the emergency services in all three phases of the natural disaster, namely before, during, and after.

#### **1.3.1 Disaster preparedness**

The perhaps most important measure to mitigate a failure in a PSN, is to prevent it from happening in the first place. If effective strategies are implemented to avoid a failure during extreme weather, the need to rely on alternative communication is reduced. When disaster strikes, especially in the form of extreme weather and unpredictable network failures, the ability to quickly respond and take action is critical. When it comes to re-establishing communication in an area where coverage has failed, proper training and exercise is of the essence, so that the time it takes to re-establish mission-critical communication is as short as possible. The response time relies on the preparedness of the emergency services, knowing where solutions are, where they should be deployed, and how they function. For instance, if the solution is based on independent hardware, it is important that the emergency services are properly instructed, and routinely exercise the use of it, so that when the time comes, and they need to use the equipment, the process of deploying it is as automatic as possible. Whether individual users are responsible for deploying the service, or if all users are required to know it, needs to be addressed. Moreover, some solutions for re-establishing communication can even be deployed ex ante as a precaution, when loss of coverage is probable or inevitable in an area due to forecasted extreme weather. The thesis will therefore address both preventive and preparatory measures to better cope with challenges imposed by extreme weather.

### **1.3.2 Intra-disaster re-establishment**

There are many situations that can become dangerous during extreme weather, and people may be in need of immediate assistance. When conditions are life threatening, receiving immediate assistance is crucial. In order to safely respond to those situations, emergency services are dependent on communication to cooperate and coordinate a rescue. Therefore, it is crucial to be able to re-establish communication despite the tough conditions. Extreme weather can pose a number of challenges with regard to re-establishing communication. In order to fully support emergency services in performing their duties, efficient solutions for re-establishing communication must be defined, despite the harsh environments.

### **1.3.3 Post-disaster re-establishment**

When extreme weather has rendered the mobile network unavailable, repair times vary, depending on the conditions and the type of failure. Even after a natural disaster has happened, dangerous situations can occur. The emergency services will need ways to communicate in order to aid in post-disaster recovery and rescue. When the weather has cleared, and no longer poses a direct threat to life and health, the conditions are easier to operate in. The precondition of re-establishing communication in clear weather is that there are more potential solutions, due to the fact that the weather itself no longer makes it difficult to operate. Re-establishing communication may become easier, but is still as important as during the disaster itself. Therefore, this thesis will look at post-disaster re-establishment as well, to expand on the solutions derived with regard to intra-disaster re-establishment.

## **1.4 Scope and objectives**

This thesis is concerned with suggestions to address the aforementioned issues, providing potential high-level technical solutions to failures in the PSN induced by extreme weather. Assuming that the extreme weather has already caused one or more failures in the network, the thesis will look at the alternative ways first responders and emergency services as a whole may continue their joint mission. Moreover, the thesis will address only the emergency services and most relevant organizations involved in search and rescue, even though there are thousands of other users as well. Firstly, the impact extreme weather may have on the commercial network in the future is investigated. Secondly, potential solutions to re-establish communication are evaluated, with respect to a set of comparison criteria, such as their abilities to fulfill the minimum requirements of the users. The solutions will be derived through a process including a Systematic Literature Review (SLR) and interviews with different stakeholders of the network.



A SA 5G implementation will be assumed as the deployment technology for Nødnett, leveraging the full potential of the broadband communication. Moreover, this thesis assumes that next generation Nødnett will be implemented as a Mobile Virtual Network Operator (MVNO), defined as a network slice in the 5G networks, with the core network being operated by the emergency services themselves.

In an effort to address the challenges imposed by extreme weather, and investigate the possibilities with regard to re-establishing communication, this thesis will look to answer the following research questions:

- RQ1** How much impact will extreme weather have on the survivability of a 5G-based PSN?
- RQ2** How can mission critical communication be re-established in the event of a disaster-induced failure, and in what way does the solution(s) improve the frontline operations?
- RQ3** In the event that alternative communication must be established, what are the minimum requirements for first-responders?

Based on the findings, this thesis will recommend a set of high-level solutions and strategies that could be implemented, in order to secure frontline operations in the event of network failures caused by extreme weather. The solutions are by no means intended to be perfect or the best answer to the question of re-establishing communication, but they might provide meaningful insight to the future of NGN, by highlighting requirements of different stakeholders and possibilities within communication technology.

## 1.5 Structure

This thesis is structured as follows. Chapter 1 gives a brief introduction to the central themes of this thesis, in order to motivate the research. Chapter 2 gives a more detailed presentation of central concepts and theories relevant for this thesis, such as how Nødnett works today, and may work in the future, as well as how weather has caused failures in the past, and how it is expected to continue in the future. Chapter 3 explains how the research is conducted, describing how data is gathered, processed and validated, in order to yield reliable results. Chapter 4 presents the main findings from the data gathering relevant to the specific research questions of this thesis. In Chapter 5, the results are discussed, highlighting pros and cons of the different solutions to re-establish communication, and providing a recommendation with regard to the findings. Finally, Chapter 6 concludes the findings of this thesis, and suggests a selection of future works.



# Chapter 2

## Background

This chapter provides background information and related works regarding both Nødnett itself and 5G as a technology – both important concepts to understand in order to assess the importance of the first, and the potential of the latter. Section 2.1 gives a detailed introduction to Nødnett, with its history, future and technical aspects. Section 2.2 introduces 5G as a technology, and covers the so far specified definitions in 5G related to PSNs. To provide some theoretical background to solutions for backhaul, Section 2.3 presents a selection of technologies related to non-terrestrial networks. Section 2.4 defines extreme weather within the scope of this thesis, and presents some historical incidents in Nødnett and mobile networks, in order to shed light on the potential vulnerabilities in a future deployment of Nødnett. Finally, Section 2.5 lists related works, concerning the topics covered in this thesis.

### 2.1 Nødnett

In order to better understand the needs of NGN, it is important to know how today's TETRA-based solution works, what its main strengths and challenges are, and how the network is used by the emergency services. This section presents the history and future of Nødnett, what its most important technical solutions are, how the control rooms are organized and operated, and finally different aspects with regard to the network's functionality and user services.

#### 2.1.1 History and future

Before 2006, there was no common communication network for the emergency services in Norway. The different departments, such as the police department, had their own analog radio networks where communication happened solely within the department [MSHW21]. In order to communicate between departments, communication was often improvised and performed via regular phone calls, without any proper governing or administration. A dedicated network called Helseradionett was used by ambulances, but had major limitations, as the radio frequencies had to be changed manually

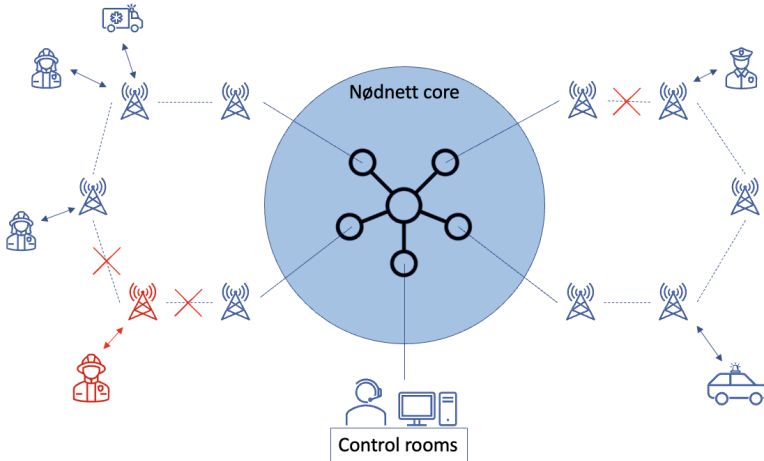
whenever moving from one BS to another. To cope with the issues related to lack of coordination between departments, the Norwegian government decided in 2004 to create a nationwide PSN called Nødnett, to be used within and between all emergency services and organizations concerned with PPDR [MSHW21]. Nødnett is based on the TETRA standard defined by ETSI [DSB20]. The implementation project formally began in 2006, with the first of two steps in order to evaluate the technology, where Siemens, later merged with Nokia, were responsible for deployment. Nødnett has been deployed and operated commercially by Motorola Solutions since 2012. Between 2010 and 2015, Nødnett expanded from only being deployed in the eastern part of Norway, to covering the entire country. By the end of 2015, Nødnett was fully deployed nationwide, and it has been since and until the time of writing [MSHW21]. The traditional emergency services like police, emergency and fire make up only about two thirds of the total user base of Nødnett. There are over 1000 different organizations taking advantage of its services, such as the Red Cross, the military, and voluntary organizations who aid the emergency services in a number of different ways. The area of use has expanded from being solely for the emergency services, to being a platform at larger civilian events as well, such as sporting events like Birkebeinerrennet. This large and growing number of users may pose some challenges with regard to the capacity of the network today, and the availability in the future with regard to terminals and access.

Nødnett is owned and managed by DSB in Norway on behalf of the Ministry of Justice and Public Security, whose contract with Motorola expires in 2026. In 2017 it was decided that most of the 700 MHz radio frequency band shall be assigned for commercial operators, meaning that a dedicated broadband network for mission-critical communication no longer will be an option [DSB18]. The question then will be how a mission-critical communication network should be implemented commercially, using the mobile network operators. 3GPP, the collection of standardization organizations concerned with mobile communication, have defined an alternative for PPDR called MCX in LTE. It is expected that MCX in 5G will be completed in releases 17 and 18, following market demands [Chi21]. However, a challenge following a 5G-based Nødnett may then become its robustness. 5G networks are not to the same degree as TETRA built with the goal of being robust, and may therefore require additional robustifying deployment strategies, in order to have the same robustness as its predecessor. Such measures may not be feasible, with regard to cost or other factors. Therefore, solutions must exist if the proactive mitigation strategies don't suffice to ensure a robust enough PPDR network.

In 2021, a post evaluation report of the Nødnett project was written, to assess different aspects of the development of Nødnett from the project began in 1995 until it was finished in 2015 [MSHW21]. The report looked at productivity, goals, relevance, sustainability and socio-economic profitability of the creation of Nødnett.

The authors conclude, through in-depth interviews and studies, that the contributions of Nødnett to the emergency services were a major improvement to the solutions the individual departments had before Nødnett, which did not satisfy the need for privacy, security and cooperation between departments. However, they point out the challenges of Nødnett being a large and complex project, suffering longer delays due to political uncertainty and an inefficient management model, as well as lack of experience in the public sectors involved. As a final note, the authors point out that the terror attack on July 22nd 2011 removed any uncertainty regarding the need for a common communication network [MSHW21].

To elaborate on the above, an important contribution following the creation of Nødnett, is what has been named the “Nødnett effect”. This idea has become a major strength of the emergency services as a whole, making information sharing easier between departments and organizations, establishing faster situational awareness and facilitating joint efforts in disasters [DSB22b]. This became evident in December 2020, during the major landslide in Gjerdrum, described as the most complex Urban Search and Rescue event in Norway in modern days [Hov21b]. Some key events were presented during DSB’s 2021 seminar for Nødnett [DSB21]. In the first phase of the disaster, when the emergency services approached the affected area, a fire truck arrived to find the main road blocked by the landslide. They immediately communicated the blockade to the collaborative talk group, making all other first responders choose an alternative route, reaching the affected area faster. Information was shared between the different departments concerning dangerous areas at the border of the landslide, to ensure the safety of the emergency personnel. Direct communication between air and ground personnel was crucial in this regard. Situational awareness was effectively communicated to the control room, when one of the emergency responders said “50 houses have been taken out” upon arriving at the scene. Communication between two helicopters from police and search and rescue saved lives by coordinating the rescue of people in the affected area. Also, a two-hour power outage occurred during the disaster, which had no effect on Nødnett, due to its backup power and the fact that the power outage never affected transmission. These are just some examples of the ways Nødnett made a direct contribution to saving lives. However, some limitations were also present throughout the days following the landslide. The capacity of the network was at times exceeded, creating waiting times and preventing responders from talking, limiting the establishment of initial situational awareness. There was no way to collectively share maps, position, data, photos or videos from helicopters and drones, which could have been beneficial for the responders in saving lives. There were different solutions between departments with regard to visualizing the landslide on maps, some resorting to drawing on a screenshot from [gulesider.no](http://gulesider.no) [DSB21]. The landslide in Gjerdrum was a great display of the importance of a shared PPDR network, but also showed the limitations of today’s network, which are important to consider when creating NGN and its solutions in the event of failures.



**Figure 2.1:** Ring structure and some potential failure scenarios in Nødnett today.

### 2.1.2 Technical solutions and operation

#### The radio network

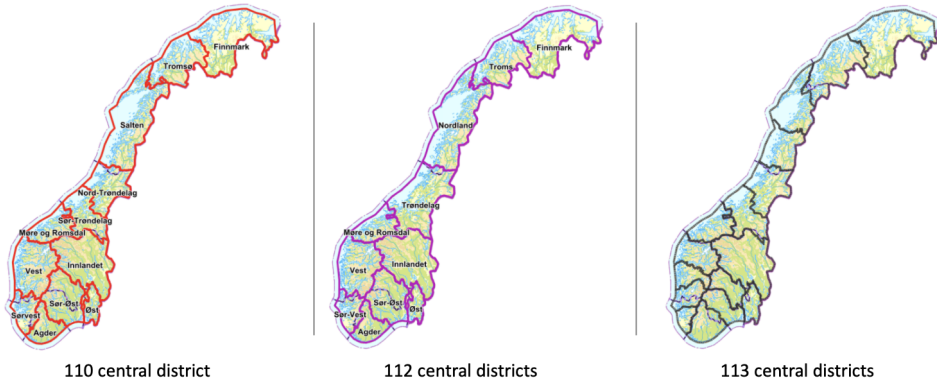
There are about 2100 BSs in Nødnett, giving 86% mainland coverage and 100% population coverage. Moreover, Nødnett gives coverage to 99% of the aerial space at 5,000 feet, by using about 90 dedicated BSs with so-called Air-Ground-Air coverage, providing coverage at greater distances [DSB20]. One of Nødnett's greatest strengths is the fact that the network is built with a main goal of being robust. This is evident when looking at the network's architecture, having BSs positioned in ring structures like shown in Figure 2.1. Blue and red figures indicate on- and off-network entities, respectively. The links are either radio links owned by DSB or links rented from other providers [DSB20]. This means that if the connection between two BSs was to be compromised, the BSs would still have backhaul through their opposite connection, respectively, such as for the user in the top-right corner of Figure 2.1. A BS would become isolated only if the connection were compromised in both directions, like the bottom-left user. This redundancy ensures coverage even in the event of one link failure. Moreover, all BSs have backup power in the event of power outages, with between 8 and 48 hours of power reserves [DSB20]. Loss of primary power supply is therefore not critical within the first hours if the transmission is functional, but may lead to limited functionality and capacity. However, even if transmission is unavailable, the BS may still operate with limited capacity through LST, which is detailed further in Section 2.1.3.

Nødnett operates in the 380-400 MHz spectrum, as this band was granted to the Ministry of Justice and Public Security in 2006 [Sam06]. This relatively low frequency band offers some advantages, but also has some important drawbacks. Firstly, signals propagate well and over greater distances with lower frequencies, giving greater coverage with fewer BSs. Secondly, less power is required to generate lower frequencies. Therefore, less power is necessary to cover a given area with Nødnett, than would be required with the higher number of more power-demanding BSs in the mobile network. Thus, less backup-power suffices to cover a given area with Nødnett, as opposed to the mobile network. This is relevant with regard to the cost of implementing and maintaining power reserves in the network. However, data speeds are severely limited due to a combination of narrow channel bandwidth (25 kHz) and modulation technology ( $\pi/4$  DPSK), giving an estimated transmission bandwidth of 3-12 Kbps in Nødnett [DSB20]. This imposes some restrictions on Nødnett with regard to its services, making voice the primary form of communication.

The user equipment in Nødnett is specific to TETRA, and required to access its services. The TETRA radios and data modems are made by different suppliers such as Motorola, and ruggedized to survive in harsh conditions. They may also be connected to a remote speaker and microphone and may be mounted in vehicles. The terminals are programmed to connect to the BS with the strongest signal, and the users cannot choose themselves whether to change to another BS. In TETRA, each terminal is identified by a unique seven digit Individual Short Subscriber Identity (ISSI), comparable to a phone number, which can be used to initiate one-to-one calls [DSB20].

### Control rooms

The three main emergency services in Norway are each divided into a different number of control rooms, also referred to as operations centrals [DSB20]. As seen in Figure 2.2, all three departments are split into a number of districts, and for the most part the districts cover an entire county or several counties. Generally speaking, the control rooms monitor and dispatch resources within a large area of responsibility, as well as answering emergency calls from the public 24 hours a day, every day of the year. Common for all control rooms is the fact that they organize units and maintain situational awareness in all phases of an operation, and deploy additional resources if the situation requires it. They listen to several talk groups at a time, and may broadcast messages to all respective Nødnett users in an area, regardless of talk groups. Losing connection to a control room severely limits the users, as they lose an important support function and source of information. The following section highlights the main features and differences between the different departments, as well as describing a temporary command center that is usually deployed in the field when required.



**Figure 2.2:** Maps showing the fire, police and health districts in Norway [DSB22a].

**Fire and rescue (110)** Within the fire and rescue service, there are a total of 13 control rooms in Norway, also called 110 centrals, shown in Figure 2.2 [DSB22a]. The control rooms cover all fire departments, even though some of the larger departments have their own dedicated control room at the local fire station. Particular to the 110 centrals, they are responsible for a large number of fire departments, and they are run as so-called professional centers, with a shift leader who has less operational authority than for instance the police' operation leader. For instance, they do not have authority to dispatch units between districts, and need to request permission from the on-duty fire chief in the respective districts. The 110 centrals assist the units with information important to their operation, like for instance construction material if a building is on fire, or what role the unit has in a larger disaster involving all three emergency services. The units work with local leadership, according to a pre-defined hierarchical model. Moreover, being the most distributed emergency service, the fire and rescue units usually arrive at incidents first of the three departments, and therefore have partial police authority until the police arrive. A large proportion of the fire and rescue service are part-time employees, working voluntarily in their home municipalities.

**Police (112)** The police service is distributed over 12 police districts, as shown in Figure 2.2 [DSB22a]. They work with a combination of planned operations and incident response, where the latter has highest priority. All missions are given through the 112 central, where a responsible operation (operasjonsleder) leader has the highest authority, but delegates authority to a mission leader (oppdragsleder) in each individual county. At specific and particularly larger incidents like a natural disaster, a task leader (innsatsleder) is given the highest authority to control resources



locally. If a situation is smaller, the officer with the highest seniority is responsible. In that way, the units can operate autonomously with local leadership, but they are reliant on the 112 central for support. Police units often cover larger areas during an incident, and require a higher degree of mobility with regard to Nødnett, than that for instance fire who operate more stationary.

**Health (113)** The health service has the highest number of control rooms, with 166 control rooms associated with distributed local emergency rooms (116117 centrals) and Emergency Medical Communication Center (AMK) throughout Norway [HDO]. There are a total of 16 AMK centrals, spread over Norway, as shown in Figure 2.2 [DSB22a]. The 116117 centrals are responsible for respective locally, whereas AMK is responsible for receiving 113 calls and allocating resources regionally. The ambulances are dispatched according to an initial alarm including the location of the emergency, as well as other information. AMK assists in providing additional information, if relevant, as the ambulance approaches the incident. If the unit feels the need for additional resources, such as fire or police, they request this through AMK, who relays the request to the appropriate departments.

**ILKO** At larger incidents, such as complex emergency situations or natural disasters, a Task leaders' command central (ILKO) is established to constitute local leadership and facilitate better cooperation between departments [Ber20]. The ILKO is often established some distance from the incident at a safe and secluded place. Police' task leader usually has the highest authority in an ILKO, and organizes emergency response together with task leaders of fire, health, and potentially civilian voluntary organizations. The ILKO is also established in order to confine communication within an area, so that control centers don't become overwhelmed. Communication happens primarily between the local units and ILKO, and ILKO and the control centers [Ber20].

### 2.1.3 Functionality

Nødnett has a set of solutions intended to make the network more robust, and support frontline workers in all conditions. In addition to the different frequency spectrum, these solutions are what really separates Nødnett from traditional commercial networks.

#### Trunked Mode Operation

When a terminal is connected to a BS, and connection between the BS and the rest of the network persists, the terminal operates in what is called Trunked Mode Operation (TMO). This requires that the terminal is located within coverage range of a BS, that the BS has connection to the core network, and that the terminal is authenticated. While in TMO, the terminal can communicate with all other terminals

within the specified talk groups, and it can access the entirety of the subscribed services [DSB20]. This is the normal and most desired state of Nødnett.

### **Local Site Trunking**

Given how crucial continuous operation of Nødnett is for the emergency services, mitigating efforts are important with regard to different types of failures. Examples of such failures are major landslides, breaking fiber cables between one BS and both its neighbors (recall the improved robustness through ring structures). If the network for some reason is compromised, and a BS loses backhaul to the rest of the network, it may still operate with limited functionality through something called Local Site Trunking (LST) [DSB20]. A BS needs to be pre-configured for LST to be functional in such conditions. This state of operation persists until the BS regains backhaul to the network, or until the backup power is discharged. All terminals within coverage of the BS operating in LST will continue to operate as normal, but only with the other terminals within coverage of the BS. LST mode is indicated on the terminal's screen in order to make the operator aware that backhaul is unavailable at the time. All BSs with 48 hours of backup power, and BSs covering in-door facilities in tunnels are pre-configured for LST, totalling 424 BSs or about 20 % of the total number of BSs. This is an important effort to continue communication locally, facilitating frontline operations in the areas of importance in the event of backhaul failures. Finally, whether radio terminals should be pre-configured for LST is for the user organizations themselves to decide [DSB20].

### **Direct Mode Operation**

Sometimes even the BSs are unavailable to the users, either due to failures in the network or coverage challenges, such as being located underground where the BS can't reach. Direct Mode Operation (DMO) enables terminals to establish an ad-hoc connection, in situations where a BS is unavailable, or coverage simply does not exist [DSB20]. DMO can establish communications over a distance of about two kilometers, barring any obstructions between terminals [Saa17]. This works much like traditional walkie-talkies, where communication travels directly between terminals, and not through Nødnett. This may also be used in situations where Nødnett is at capacity, and alternative communication should be initiated to lower the load on the network. DMO limits the possible services, and mainly provides connection to the predefined talk groups. When DMO is activated, the terminal usually can't be reached by other users in TMO, neither with voice, data nor alarms. DMO can also be used when communicating with users in other countries, as European talk groups are predefined for DMO. DMO has another use case as well. When frontline workers need to access an out-of-coverage area, such as the basement of a larger construction, a DMO-gateway can be established, working as a relay between the TMO-activated network, and a terminal out of reach. However, as

previously mentioned, traditional TMO services will not be available for the terminal in DMO, and the terminal will only be able to communicate within the talk groups defined over DMO. Unless there exists a direct DMO connection between two out-of-coverage terminals, they will not be able to communicate, as the DMO-gateway only retransmits from DMO to TMO, or vice versa [DSB20]. Something that became apparent after the landslide in Gjerdrum, was that the users lack training, or at least the experience, in using DMO as a compliment to TMO. In the post evaluation report of the disaster, Hovedredningscentralen concludes that additional training should be done with regard to DMO, as it would have been an efficient way of reducing the load on the network, especially in the initial phase of the disaster [Hov21b].

### **Transportable base stations**

In the event that a BS does in fact become unavailable due to for instance long-term power outages or hardware failures, Nødnett has seven Transportable base station (TBS)s which may be deployed to temporarily replace the affected BS. Most of the TBSs have satellite connection as a backhaul solution, and the remaining may operate locally with limited functionality, like with LST. The TBS is mounted on a trailer with a power supply, battery, generator and antenna. They can either be transported with a vehicle or helicopter, and may also be deployed in events where maintenance is planned on a BS [DSB20].

## **2.1.4 User services**

### **Voice communication**

What makes Nødnett the important tool it is, is the set of services offered to its users in order to create situational awareness. The main use case of the network today is voice, as it quickly conveys information both to other field operators, as well as the control room. Voice communication is generally performed via PTT, where only one can speak at a time, and all other members of the talk group can listen. This follows the concepts of traditional walkie-talkies. Communication is performed either one-to-one or in talk groups. One-to-one calls can be either PTT or like a general phone call where both talk at the same time, and be established either between two terminals, or between a terminal and a control room. Talk groups are predefined over a geographical area, often pertaining to a municipality or jurisdiction. A terminal can generally only be connected to one talk group at a time, but may select other groups based on a particular incident, or the control room change the terminal's respective talk groups [DSB20].

### **Talk groups**

There are different types of talk groups in Nødnett that are used for different purposes. First of all, there are the general talk groups, like the one described earlier. Multi group, or a master group, is a talk group broadcasting information to a number of

predefined talk groups. This is relevant when for instance a control room wishes to convey information to a large number of users, belonging to different talk groups. Whether the master group should interrupt ongoing communication or wait for all groups to be silent can be configured. A silent group is a talk group where no traffic is allowed, and no terminals can transmit. These groups are intended for users waiting for a one-to-one call, or for another reason wishing to be in TMO, but not in a talk group. A relevant functionality is the function called Site Wide Call SWC. This type of call is broadcasted to all users in a geographical area (belonging to a set of BSs), independent of the talk group the users are in. SWCs is intended for situations in which all users need to be notified of something, regardless of whether they are already in a call or not. The only exception is users initiated in a security alert call [DSB20].

### **Data services**

In addition to voice services, Nødnett has some other features that are less frequently used, but that may be just as important in different situations. Terminals can transmit SDS messages, similar to text messages, to other terminals, as well as status messages and callouts. SDS can be sent between terminals, between control rooms or between terminals and control rooms. Terminals have built-in GPS-devices, making it possible to transmit position data if they are licensed to use the functionality. This may permit control rooms to monitor the position of vehicles and field personnel, which may be relevant in an event of rescue or in other scenarios. It is also possible for a control room to initiate a call out to users to alert them of an incident and initiate a response [DSB20].

### **Security services**

During critical events, security functions can be the difference between life and death, not only for civilians, but for the emergency responders as well. Nødnett has some built-in functions to signal emergencies for users. A security alert can be transmitted to a predefined talk group or control room if a user is in immediate need of assistance or in danger. This function activates a hot mic on the terminal, meaning that all sound in the vicinity of the terminal is recorded and transmitted to the talk group, even without pressing the call button. GPS data may also be transmitted to locate the user in need. This functionality may also be configured for DMO. Some terminals also have motion sensors that detect whether the terminal has been in a horizontal position for some time, indicating a man-down scenario. In this case, a connection is established automatically, so that sender and receiver can communicate. Finally, a control room may remotely eavesdrop on a terminal, when the terminal is out of a group call. This can be used where a control room needs to listen in on situations, such as hostage situations, without the need of the user pressing the call button [DSB20].

## 2.2 5G

In order to understand the potential of NGN, it is relevant to know the state-of-the-art with regard to the network in which it will be implemented. 5G is still being developed and much is yet to be decided, but this section sheds light on some of the aspects of 5G relevant to NGN, such as technical solutions and functionalities that will be important for the emergency services and may prove useful in the event of a weather-induced network failure.

### 2.2.1 Technical solutions

Technological advances in the market, such as the increase of video streaming services and Internet of Things (IoT), drives the need for a network that can sustain higher data rates, more connected devices and lower latencies as well as increase the network's power efficiency [ETSnd]. 4G is no longer sufficient to reflect this development, and 5G is set to take over much of the mobile market over the next few years. 3GPP is the collection of standardization organizations developing communication network protocols, and the entity behind all previous generations of cellular communication, like GSM (2G), UMTS (3G) and LTE (4G). They work continuously in Technical Specification Groups (TSG) and Working Groups (WG). 3GPP consists of three TSGs, each containing a number of WGs. The three TSGs work on aspects of the network, namely Radio Access Network (RAN), Service and System Aspects (SA) and Core Network and Terminals (CT).

#### The 5G System

5G was first officially introduced in 3GPP's Release 15, completed in 2019 [3GP22d]. Unlike previous generations, most 5G deployments have not been introduced as 5G end-to-end, but rather released in two parts. New Radio (NR), also called the next-generation radio access network (NG-RAN), describes the 5G RAN which is the radio carrier between BSs and UEs. Some countries including Norway have already begun implementing 5G, with 5G NR connected to the 4G Evolved Packet Core (EPC). This solution is also referred to as NSA 5G, as it relies on 4G to operate. NSA 5G serves as a "bridge" to ease the transition to full-scale SA 5G, which has its own core, fully realizing the potential of the technology. The other part, which is yet to be deployed in Norway, is the 5G Core (5GC), and includes additional services aimed to fully realize the potential of 5G. The combination of 5G NR, 5GC and the UE is what's called the 5G System (5GS). 3GPP is still working on defining 5GS to this day, currently predicting to officially "freeze" Release 18, the last release so far, in 2024 [3GP22f]. This means that by the time Nødnett potentially transitions to 5G, the technology should be fully specified, though the evolution of 5G continues in future releases as well. As the technology is yet to be standardized, this project will

assume 5G as defined so far by 3GPP, and make the assumption that a standalone 5GS is the solution for NGN.

### **5G New Radio**

The first of the two parts of 5G, is the 5G RAN called 5G NR. NR is the flexible air interface, capable of supporting all three major enhancements to mobile communication, namely Ultra Reliable Low Latency Communication (URLLC), URLLC and Massive Machine-Type Communication (mMTC), described later in this section. NR may also support vertical applications that provide services for the automotive and healthcare services. This is achieved through a new framework, supporting large-scale antenna arrays and smart antenna systems such as beamforming and Multiple Input Multiple Output (MIMO), enhancing coverage and capacity [VGDM18]. Beamforming makes use of Digital Signal Processing to adaptively and intelligently change the radiation patterns of the antenna array. In other words, the signal strength is directed towards the receiver, to maximize the signal-to-noise ratio, and limit interference. MIMO systems utilize adaptive antenna arrays at both transmitter and receiver side to overcome limitations in multipath environments [BKJ21]. The frequencies available through NR, are divided into the frequencies below 6 GHz (Range 1), and above 6 GHz upto 52.6 GHz (Range 2) [3GP22g]. Frequencies above 52.6 GHz will be addressed in future releases. The main takeaway is that 5G NR supports a wide range of frequencies, for different uses and purposes. By still supporting the lower frequency bands, NR may still achieve a substantial range of communication, should the need arise. Telenor, Telia and Ice have already implemented 5G NR in Norway in some cities, as a NSA 5G implementation, connected to the 4G EPC for signaling. To ease the transition from LTE to 5G, Dynamic Spectrum Sharing (DSS) is used to allow LTE and 5G to share the same radio carrier. By sharing spectrum in such a way, it is easier to ensure that the increasing number of NR enabled devices has sufficient capacity as the number grows. The way spectrum is shared is through continuous communication between eNodeBs and gNodeBs to ensure that only one of them is using a given spectrum at a time [CGL+21]. This may prove advantageous, in situations where NGN users need increased capacity or more coverage, for instance by utilizing the lower frequency bands such as 700 MHz for 5G purposes.

### **The 5G Core**

A major difference between 4G and its predecessors, and 5G, is the way core network services are implemented. All network functions are virtualized, meaning that any standard server can run the service, independent of underlying hardware [HLS+18]. This concept has the fitting name of Network Function Virtualization (NFV). For instance, LTE's Home Subscriber Server (HSS) is responsible for end-user authentication, and is an embedded server in the 4G EPC, usually located in a secure facility. In 5G, however, any server in the 5GC may run the equivalent Unified Data Management

(UDM). This makes the 5GC more flexible with regard to implementation. This also means that some services in the core network can be moved closer to the edge of the network, or even to the edge entirely, making autonomous operation a more feasible solution than in LTE. In addition, NFV also opens for network slicing, the virtualization of network architecture. This means that Nødnett and the commercial mobile network may share all the same infrastructure, while still being virtually separate. This makes 5G a more cost-effective way of creating dedicated networks, such as NGN [HLS+18]. These new core network solutions open up for more flexible alternatives when it comes to network failure, as an entire slice can be virtualized in an isolated, autonomous solution to assist with local coverage.

### 2.2.2 Functionality

#### Isolated Operation for Public Safety

When assessing the 5G network's ability to sustain weather-based disruptions, it is relevant to look at what functionality might work in a similar fashion to the services defined in TETRA. First of all, TETRA has a great advantage through LST in providing local service with a BS despite a loss of backhaul to the core. In LTE, the equivalent of LST is called Isolated Operation for Public Safety (IOPS), originally introduced in 3GPP's Release 13 and defined for 4G [OCL+17]. IOPS provides local communication and IP connectivity as well as other PS services, when the backhaul link (S1 interface) fails. In other words, this solution provides communication within a BS or a set of BSs, using fully self-contained local core functionality and the X2 interface between BSs [LNHN20]. This is achievable by making a local EPC, consisting of the same components as in the traditional EPC, at least, but not limited to the mobility management entity (MME), the Serving Gateway (SGW), the packet gateway (PGW) and HSS [OCL+17]. These services are required for mobility management, packet routing, authentication and more. IOPS is not currently defined for 5G, but it is being developed and expected to be introduced with Release 17 in 2022 according to FirstNet [Pro20]. However, this is not confirmed by other sources, and the technology is therefore uncertain. As previously mentioned, 5G is based on virtualization of network functions, meaning that all network functions can be implemented on standard servers, and generic hardware. This might give 5G an advantage, in relation to 4G, when it comes to implementing the distributed 5GC. Autonomy in 5G is not without challenges, though, as discussed in [Hov21a]. Keeping subscriber information up-to-date is crucial, and there are other security concerns related to distributing core network functionality as well.

#### Proximity Services

When a BS for some reason becomes unavailable, for instance due to power loss, an important way to communicate can be directly between terminals. 3GPP has defined a service for 5G called Proximity Services (ProSe), similar to TETRA's DMO,

which allows two users to communicate directly with each other, like a walkie-talkie [3GP21c]. The application is realized using a channel called Sidelink, or PC5, which is further enhanced in Release 18 to be applied in NR, thus becoming available as a 5G service [3GP22e]. This channel may also facilitate a UE-to-Network relay where an out-of-coverage UE may connect to the network through an in-coverage UE [JK16]. First of all, this service is relevant in situations where a BS suffers a failure. Secondly, it provides PS with ad-hoc connectivity, especially relevant in areas where coverage is limited or inherently absent, like in the mountains or otherwise remote areas. However, to communicate, users need to be within range of each other to communicate, and due to higher radio bands, the range of ProSe is less than a kilometer, much shorter than DMO [Fla20].

### **Integrated Access and Backhaul**

The ability to communicate with a central control room during emergencies is important for a number of reasons. It creates situational awareness for the control room, facilitates joint operations over larger areas, and may communicate potential threats or dangers that other PS personnel should know about. In 5G, there is a solution to create backhaul connection, even in the event of broken fiber. Integrated Access and Backhaul (IAB), introduced in Release 16, is a multi-hop wireless relay service which connects BSs together, and may relay communication from an otherwise isolated BS, to the core network [3GP22c]. [TMM+19] argues that NR-based IAB may also facilitate a dense 5G deployment without the need for fiber to all BSs, with a performance similar to fiber by utilizing the large mmWave spectrum. This implies that a BS connected to the core through IAB can provide the same services as a standard, fully functional 5G BS.

### **2.2.3 Mission Critical Services**

In response to growing market demands, 3GPP entered the application domain when completing Release 13 in 2016, specifying MCPTT [3GP17]. This was the first major installment within the platform of MCX. In order to provide organizational support and focus, a new working group called SA6 was established with responsibility for mission-critical applications [3GP17]. A year later, Release 14 added enhancements to MCPTT and introduced two additional services, MCVideo and MCDData, making mission critical communication a possibility over commercial networks. These services were originally defined for LTE, and were according to 3GPP themselves intended to enable mission critical applications for end users from mission critical organizations and users from other businesses and organizations like railway and utilities [ETS20a]. MCX services are based on the ability to invoke, modify, maintain and release sessions with priority, and deliver prioritized traffic during congestion [ETS20a]. MCX for 5G is set to be further enhanced for 5G in Release 18 completed in 2024, with 5G Multicast and Broadcast Services (5MBS) and ProSe, as well as improvements to



MCPTT [3GP22e]. Common for all MCX is the fact that they run as network applications, and they require a Session Initiation Protocol (SIP) core, such as IP Multimedia Subsystem (IMS), in order to facilitate interoperability for all-IP networks [SSA+18a].

### **Mission Critical Push to Talk**

As an alternative to push-to-talk voice communication in Nødnett, 3GPP introduced MCPTT for LTE in Release 13, giving a similar service over mobile networks. This service was further enhanced in Release 14, adding additional new protocols and security mechanisms, as well as enhancements to the Release 13 specifications, so that common functionality across MC services can be reused. MCPTT is still being defined for 5G, set to make its introduction in Release 17, and further enhancements coming in Release 18 [3GP22e]. More specifically, MCPTT is detailed in 3GPP's TS 23.379 [3GP22a]. Among the services in MCPTT are regular talk groups, analogous to the ones in TETRA; private calls, in which only two devices take part, either on- or off-network; UE-to-network relay using ProSe; imminent peril group calls similar to that of TETRA; location services; and encryption for media and control signaling. A user may also be part of several talk groups, but only be active in one of them at a time [3GP22a]. Common for all MCX is the fact that they run as network applications, and they require a Session Initiation Protocol (SIP) core, such as IMS, in order to facilitate interoperability for all-IP networks [SSA+18b].

### **Mission Critical Data**

Another TETRA-like technology being incorporated in LTE and 5G, is SDS. MCDData was introduced in Release 14, and further enhanced in Release 15 [3GP17]. Like MCPTT, MCDData is defined for 5G in Release 16, following market demands for data services over MBMS. MCDData is further enhanced in Release 18 [3GP22e]. MCDData is specified in TS 23.282 [3GP21a]. In addition to the services shared for all MCX, offered by MCDData are conventional SDS, either one-to-one or in defined groups; on-network file distribution; emergency alerts; and IP connectivity. All MCDData services are available when on-network, but when off-network like IOPS or ProSe, SDS is the only available MCDData service [3GP20].

### **Mission Critical Video**

The final MC service defined for LTE and 5G is MCVideo, introduced to LTE in Release 14, and enhanced in Release 15 [3GP17]. MCVideo is defined for 5G in Release 16, and further enhanced in Release 18 [3GP22e]. MCVideo is specified in TS 23.281 [3GP21b]. Like MCDData, it uses many of the same functions as MCPTT, but adds support for various video services such as MCVideo specific groups and private one-to-one calls; broadcast video call, video push and video pull between users; video storage; and video streaming from devices such as body cameras or drones. MCVideo

is specified for both on- and off-network, where ProSe is used for Device-to-Device (D2D) communication. However, the ProSe function within the MCVideo client may conclude that there is insufficient capacity for ProSe to carry MCVideo [ETS17].

### **Additional possibilities for PS**

In addition to the MC-specific services mentioned earlier, 5G enables a large number of new functionality and services. The three major focus areas of 5G are Enhanced Mobile Broadband (eMBB), URLLC and mMTC. eMBB supports reliable connectivity, with very high peak data rates, URLLC supports low-latency transmission of small payloads with a high reliability, and mMTC supports a massive number of IoT devices at any time, which are sporadically active and send small payloads [PTSD18]. Comparing these three major improvements to a legacy TETRA network, it is clear to see how PS may take advantage and improve its services with regard to PPDR. Information sharing in Nødnett today is mainly limited to group and one-to-one voice communication, as well as short data messages. eMBB provides sufficient resources to share information in a whole new way. Video streaming, location services, map sharing and surveillance information is much more accessible for the field operators, as they can get all relevant information directly to their terminal, even without having to talk. By sharing information over alternative media, which previously needed to be expressed with words over PTT talk groups, the talk time in the talk groups can be significantly reduced, freeing up capacity for more critical communication, as well as reducing potential misunderstandings caused by inaccurate oral descriptions of the situation. Moreover, drones can be used within Nødnett, to more efficiently perform search and rescue operations and surveillance. By being able to share the video stream directly from the drone to all users, situational awareness can be established faster. One of the informants also pointed to the possibility of deploying drones equipped with defibrillators and instructions, so that cardiac incidents can be resolved quicker even by the public, before the emergency responders arrive. The informant stressed the importance of time, and more than once referred to the “golden hour” as the window for saving the most critical lives.

### **2.3 Non-terrestrial networks**

A field undergoing major developments these days, and a potential improvement to not only emergency services, but mobile communication as a whole, is Non-Terrestrial Network (NTN) technologies, such as satellites, High-Altitude Platform Station (HAPS), and even Unmanned Aerial Vehicles (UAV) such as drones. These offer robustness that ground-based infrastructure cannot, like resistance to ground-based disasters, such as landslides, floods and power failures caused by extreme weather. This section briefly describes different NTN technologies and concepts that may be

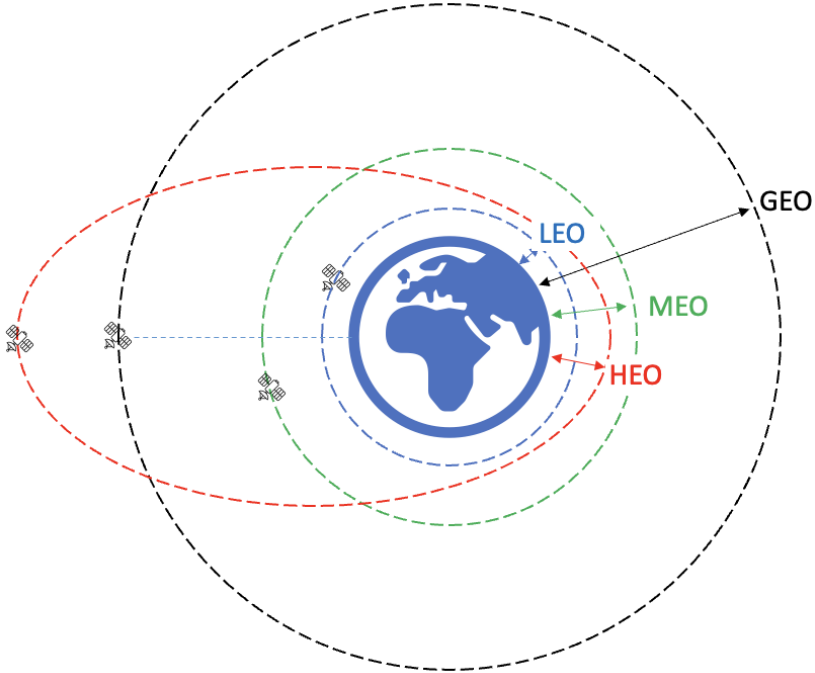
important in relation to re-establishing communication during and after a natural disaster.

### 2.3.1 Satellites

The first category of NTN components, and perhaps the most important one, is satellites. Different types exist, ranging from only some hundred to several thousand kilometers above the ground. The different technologies all have their positive and negative sides, but they all share the common feature of being deployed in space, far away from challenges such as extreme weather or other terrestrial natural disasters. 3GPP began their work towards NGN based deployment scenarios with a study item in Release 15 of 2017. Following this, the SA working group started discussing satellite-based NTN as part of the Feasibility Study on using Satellite Access in 5G [5G 22]. Three main use cases were identified; service continuity, where terrestrial networks alone don't suffice to offer 5G services; service ubiquity, in which unserved or under-served geographical areas need additional coverage; and service scalability, in which the large coverage of satellites offer multicast and broadcast to larger areas. All these use cases are of relevance for this thesis, as the emergency services depend on coverage in large areas where the network itself either has failed, or doesn't exist at all. Recall that the mobile networks only serve 86 % of the Norwegian mainland. Being able to deploy network functionality anywhere, independent of permanent terrestrial infrastructure, would be a major advantage for the emergency services. 3GPP Release 16 focused on how 5G NR could support NTN, looking at what the necessary features would be in order to have NTN backhaul for the 5G RAN. The studies provided a baseline for NR functionalities, in order to support Low-Earth Orbit (LEO) and Geostationary Earth Orbit (GEO) satellites [5G 22]. 3GPP continues to work on 5G, with support for NTN being an important area under exploration.

#### Geostationary Earth Orbit

One of two main types of satellites today is GEO satellites. These satellites are located at the equator at about 35,000 kilometers altitude, like presented in Figure 2.3. They are, as the name implies, geostationary, meaning they move with the Earth's rotation, always fixed above one specific location. This makes connectivity with terrestrial anchors less complex, as they have a fixed tracking area, which means that satellite beams always cover the same set of network cells [5G 22]. Handover between satellites is therefore not an issue for GEO satellites. However, they have the longest one-way transmission latency of all satellites, at about 600-800 ms. This makes GEO satellites perhaps less suitable for voice-based communication, especially PTT-based communications. Moreover, being located at equator, these types of satellites also struggle to cover large parts of Norway, especially Northern Norway, where mountains or other obstacles can come between the satellite and its terrestrial anchor. However,



**Figure 2.3:** The four types of satellites.

being one of the dominant satellite technologies, GEO satellites will be important to consider with regard to alternative solutions for network re-establishment, as backhaul for either BSs, user devices, or both.

### Non-Geostationary Earth Orbit

Another important type of satellites is what is called Non-Geostationary Earth Orbit. There are three types of these satellites, namely LEO, Medium-Earth Orbit (MEO) and Highly Elliptical Orbit (HEO). These satellites orbit Earth at lower altitudes than GEO satellites. What differentiates MEO and LEO satellites is the period of which they orbit Earth. Whereas GEO satellites have a period of 24 hours, the same as Earth itself, MEO satellites have a period of under 24 hours, but no less than two hours, located at around 8,000 kilometers altitude. LEO satellites typically have a period of 128 minutes, making about 11 orbits a day and located at around 1,000 kilometers altitude [5G 22]. A major advantage of such satellites is the fact that their one-way transmission latencies are 30-50 ms, and 125-325 ms, for LEO and MEO satellites respectively, much less than for GEO systems. A challenge that is present with LEO and MEO systems, however, is how handover is managed. Because the tracking areas of these systems aren't fixed like for GEO satellites, the mapping

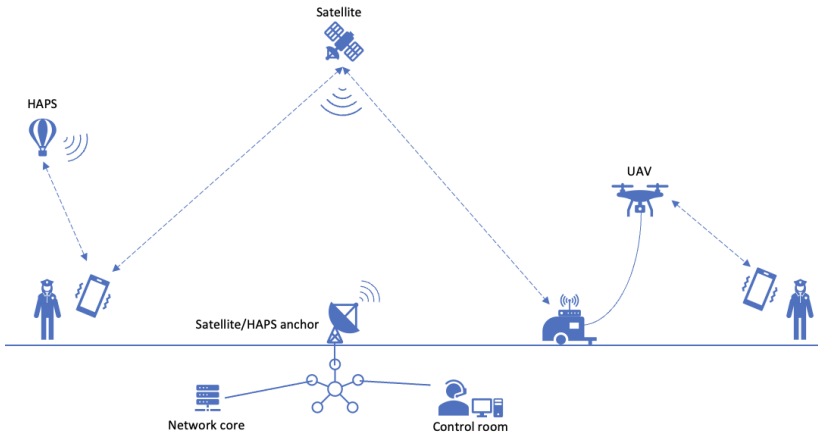
between satellites and terrestrial anchors change with time [5G 22]. HEO satellites are satellites orbiting elliptically, able to provide better services to northerner and southerner parts of the Earth, particularly relevant for communication in the northern parts of Norway. Their altitudes vary throughout their curve, being at their lowest in the areas they are deployed to serve (perigee at around 1,000 kilometers), and at their highest on the opposite part of their curve (apogee at around 40,000 kilometers) [AMK+21]. All satellites are presented in a simplified fashion in Figure 2.3. LEO satellites are the most deployed satellite type today, much because of their smaller beam footprint size as a consequence of their lower altitude. The number of LEO satellites is also expected to increase, with the rise in commercial satellite providers such as SpaceX’ Starlink and Amazon’s Project Kuiper.

### 2.3.2 High altitude platform stations

One approach to maintain connectivity for emergency services in the event of backhaul failure in the mobile networks, is HAPS. These are unmanned aerial platforms operating in the stratosphere, flying or floating at altitudes around 20 kilometers [GSM21]. HAPS platforms can be deployed as either free-floating balloons, powered fixed-wing aircrafts or airships with either solar or on-board power sources. Different HAPS platforms have different features. Balloons are lightweight and require less power to stay airborne. However, there is no means to keep balloons stationary, meaning that their coverage area will move around. According to [Mak20], balloons can stay airborne for 300 days. Fixed-wing platforms are heavier than balloons, and can be stationary and usually stay airborne for a longer duration than balloons, with flight times of several months. Fixed-wing platforms also offer larger power and cargo capabilities, enabling more complex applications [GSM21]. Finally, airships are the largest type of HAPS platforms, with larger cargo capabilities, power and autonomy than both balloons and fixed-wing platforms. Airships can stay airborne up to a year at a time. Common for all these platforms is the fact that they can cover a large ground area. Their beam footprint size is around 12,000 kilometers, or a radius of 70 kilometers. Currently, under ITU regulations, HAPS platforms can serve as a BS in the 2.1 GHz spectrum [GSM21].

### 2.3.3 Unmanned Aerial Systems

Another way to utilize NTN technology is through the use of UAVs such as drones. In addition to providing emergency services with more flexible and mobile ways of obtaining overview of a situation, drones can provide temporary coverage as a BS. Telenor, the Norwegian Defense and other actors are currently working on drone-based BSs. AT&T in the US are responsible for their version of Nødnett, namely FirstNet, and they have already tested tethered drones to re-establish coverage in hurricane-affected areas. The drones utilize satellites for backhaul, and have the



**Figure 2.4:** Non-terrestrial networks for backhaul.

advantage of covering a large area as the drones can fly at a height of 100 meters or more. They call the technology Cell on Wings, or Flying CoW. According to them, Flying CoW provided customers with data, voice and text services in Puerto Rico in the aftermath of Hurricane Maria in 2017 [ATT17]. The drones used to lift BSs require more lift than traditional drones, but they may prove useful in NGN as well in post-disaster situations where coverage needs to be temporarily re-established due to network failures.

To summarize, NTN may prove useful in NGN, in order to provide an alternative backhaul connection to the core network, or coverage locally in the absence of BSs. These technologies will be examined further during this project, and assessed with regard to their abilities to facilitate alternative communication for the emergency services. An overview of the non-terrestrial network solutions discussed in this project are presented in Figure 2.4.

## 2.4 Extreme weather

This section describes what the criteria for extreme weather are, so that it is clear what types of disasters may induce failures in NGN. Moreover, this section describes historical incidents in the mobile networks, or other consequences of extreme weather. Finally, global warming is discussed with regard to the expected frequency of extreme weather, indicating the increased threat of extreme weather as a source of failure in mobile networks.

### 2.4.1 Defining extreme weather

There are a number of different circumstances that can cause massive failure events in communication networks. In the period 2016-2020, European Cooperation in Science and Technology (COST) worked on an action called “Resilient communication services protecting end-user applications from disaster-based failures (RECODIS)”. This action looked at disaster-based disruptions causing degradation in communication networks. The action is summarized in a book [RH20], and points to natural disasters, weather-based disruptions, technology-implied problems and malicious human activity as reasons for failure. Relevant for this project, are the failures induced by natural disasters, and more specifically extreme weather. First of all, hurricanes are a major threat to communication networks, even in Norway, where 30 explicitly named extreme weather events have occurred since 2010 [Ins18c]. Only the most extreme weather events are formally named by the meteorological institute, when directly posing a threat to life and values and causing a red warning [Ins18b]. Note that extreme weather events that threaten mobile communications are not limited to these, however, a recent example from 2021 in Vestfold and Telemark, where almost 100 Nødnett BSs were unavailable over a longer period. This weather event was never formally named, but more than 80,000 trees were knocked over, causing power outages in many parts of southern Norway. This event is described in more detail in Section 2.4.2. This implies that extreme weather does not necessarily need to pose a direct threat to life and values, in order to pose a threat to mobile communication networks.

The premise for naming extreme weather is according to the Norwegian Meteorological Institute that the weather is likely to cause particularly great damages or pose an extraordinary threat to life and health. Formally, their criteria for extreme weather are the following: strong wind, heavy rainfall, snow, higher water levels or tall waves, or a combination of the mentioned weather phenomena that combined constitute danger, but by themselves don’t fulfill the requirements of extreme weather [Ins18b]. As any of these phenomena individually may cause a failure, any occurrence of even one of them will by the scope of this thesis constitute extreme weather.

### 2.4.2 Weather-induced failures in mobile networks

In order to understand just how vulnerable the commercial networks and the underlying infrastructure is, some examples of historical extreme weather and their consequences are relevant. This section presents a number of notable natural disasters, causing disruptions or failures in mobile communication. Worth mentioning is the fact that several of these incidents occurred many years ago, and may not accurately reflect the state of the mobile networks from 2026, but they are interesting to look at as they describe situations before a dedicated Nødnett was deployed.

**2011: Porsanger**

Early in the morning on March 3rd of 2011, nine young men and women left Skaidi for Porsanger on snowmobiles. At 9:00, the company reported that two of them had become separated from the group, due to strong winds and extreme cold. At 10:00, police lost connection with them, and the weather restricted use of Sea King helicopters for search and rescue. About 60 people from various organizations assisted in the search, but none of the lost people were found until two were located 02:15 the next day, alive. Five more were found at 02:32, where one was already dead. The following morning, the last two were found dead. Only six of the nine young men and women got home alive, much thanks to the emergency services and volunteers. The coordination of the search was limited by loss of coverage in the area for many hours, between 13:30 and 21:00, as the commercial network suffered from weather-induced failures. The director of coverage in Telenor later revealed that some antennas were full of ice, and that the strong winds had knocked other antennas out of position, including the main transmitter on Store Jekkir mountain, causing a chain of events and cascading failures. A total of 18 BSs were out of order for a total of seven and a half hours [NRK11a]. It was later revealed that several of the lost men and women tried desperately to call for help, unable to get through to the police, because of coverage failure [iFi11].

The Porsanger disaster happened in 2011, before the dedicated Nødnett was deployed in northern Norway. The disaster shows how mobile networks are prone to other weather-induced failures than power loss and broken fiber. It also revealed just how vulnerable people are in extreme weather situations when they are unable to call for help, and when the responders can't reach them, and are limited in coordinating their search. Moreover, due to sheer coincidence, the men were able to call for help before they lost coverage, alerting the police about the severity of their situation. If they had already lost coverage, the emergency responders would not know of their problems, and dispatch would take longer, meaning that more may have died from the extreme cold [NRK11a]. An interesting quote by the director of coverage in Telenor worth mentioning is the following: "Loss of coverage happens, and will happen in the future as well. As recently as yesterday there was a power loss in parts of the area between Skaidi and Alta which caused some BSs to lose coverage for some hours. The mobile network is vulnerable, and not a public safety network," [iFi11].

**2011: Hurricane Dagmar**

In 2011, there were three different extreme weather events in Norway, "Berit", "Cato" and "Dagmar". Two of them occurred at the same time during Christmas, "Cato" from December 24th to 25th in northern Norway, and "Dagmar" from December 24th to 26th in Sogn og Fjordane, Møre og Romsdal and Trøndelag [Ins18c]. Dagmar was deemed one of the ten strongest storms of the last 30 years, and caused trouble within mobile communication and the emergency services. More than 570,000 customers,



1,300,000 people, lost power during Dagmar, about 90,000 homes were without power for 12-24 hours, and more than 10,000 for more than 48 hours [MBE+12]. This, combined with broken fiber cables, also affected a large number of BSs [Aft11]. Telenor and NetCom estimated that 220 and 117 BSs suffered failures for days after Dagmar, respectively [TV211]. The reason for failure was a direct consequence of power loss and insufficient backup power in the BSs [DSB12]. According to the director of coverage in Telenor, between 10,000 and 20,000 of their customers still lacked coverage in Sogn og Fjordane and Møre og Romsdal after three days [Aft11]. Moreover, the power outage caused by Dagmar also affected 45 BSs in Akershus and Buskerud, eight of these without coverage for more than ten hours. Loss of coverage had some severe consequences. After Dagmar passed, one person became critically ill in their home. Because of the weather-induced failures, their relatives were unable to call the emergency services, and had to drive themselves to the hospital to get hold of the health services. Upon returning to their home, the person was already dead. The emergency representatives can't say if mobile communication would have prevented the death. It should be noted that AMK was operational throughout Dagmar, and that the ability to reach the emergency services was the main issue, due to the weather-induced failures in the mobile networks [NRK11b].

#### **2016: Extreme weather Tor and Urd**

Powerful low pressure over western Norway caused extreme wind on the evening of January 29th. The wind was observed to be of magnitude “strong storm” and “hurricane”, measuring up to 48,9 m/s wind speed. This wind was the strongest wind ever recorded in Norway [Ins16]. The weather persisted throughout the night, and was no longer extreme on the morning of January 30th. More than 31,000 households lost their power, and 121 of Nødnett's BSs suffered failures due to these power outages. In 2016's edition of “Nødnettmagasinet” [DSB16], the leader of technical management and development in DSB concluded that no network can possibly have 100 % uptime, and failures are unavoidable during extreme weather. This fact drives the need for alternative solutions, even for the future 5G networks, as they too may suffer weather-induced failures.

Later the same year, more than 70,000 households again lost power, as extreme weather Urd hit Møre og Romsdal at 13:00 on December 26th and caused extreme wind until the following night. Urd caused weather-induced failures in 40 Nødnett BSs in the area due to power loss. However, no reports from emergency services indicated any critical consequences following the failures. The network again faced criticism from emergency services, as they called for more backup power in the BSs

#### **2018: Extreme weather Knud**

In 2018, low pressure was expected over the south-eastern part of Norway Friday September 21st, estimated to be of such a magnitude it was formally named Knud.

Red alert was issued for Oslo, Akershus, Østfold and Vestfold. The weather persisted throughout the night, and caused floods and power outages in large parts of southern Norway [Ins18a]. These power outages caused several failures in Nødnett in southern Norway, particularly for the BSs only equipped with eight hour backup power. Nødnett was partially back up at 18:30 Saturday evening, September 21st. In the wake of the extreme weather, a representative for fire and rescue in Lindesnes called for back-up solutions, so that Nødnett can sustain several days of power loss, pointing to the two 2016 incidents, Urd and Tor, as well. It is not known whether the failures in Nødnett during Knud caused any operational consequences for the emergency services [NRK18].

### **2019: Landslide in Jølster**

In 2019, there were no named extreme weather events in Norway. However, in late July, unexpected heavy rain caused several landslides around Jølster and Gloppen, claiming the life of one man [NRK19]. During these landslides, two broken fiber cables caused failures in five of Telenor's BSs, making it apparent how important mobile communication is, as people try to reach their loved ones, or call for help [Pet]. Such incidents can be dangerous for everyone, and police restrict access to the affected areas for a longer period. Telenor was denied access for more than 16 hours, and the first excavators could enter at first 24 hours later than that. This made it challenging to repair the broken infrastructure. An article by the CEO of Telenor Norway, Petter-Børre Furberg, discusses the need for alternative technological solutions when the disaster has struck [Pet]. Moreover, he points to drones equipped with BSs as a solution Telenor has tested in disaster-affected areas. He calls for a collective approach from commercial actors and government, and concludes with the fact that one thing is certain - extreme weather must be planned for ahead.

### **2021: Vestfold-Telemark**

On Friday November 19th 2021, extreme winds hit Vestfold, Telemark, Innlandet and Viken, with peak gusts of wind at 25-30 m/s. The winds caused around 80,000 trees to fall over, breaking power cables and causing outages throughout the regions, like shown in Figure 2.5. Whereas the extreme weather itself calmed on Saturday 20th, the power issues had just started. At most 10,000 homes were without power following the heavy winds [NRK21a]. After running on backup power, both the mobile network and Nødnett broke down Friday evening. On Friday, 50 BSs had suffered power-related failures. On Saturday afternoon, about 80 Nødnett BSs were down. On the evening of Monday 22nd, 17 Nødnett BSs were still not operational [NRK21b]. While waiting for Nødnett to be re-established, the emergency services themselves had to improvise means of communication, leveraging both satellite phones to communicate with AMK, and a local forest protection network to communicate locally. The general public were unable to call for assistance in emergency situations, as the mobile BSs

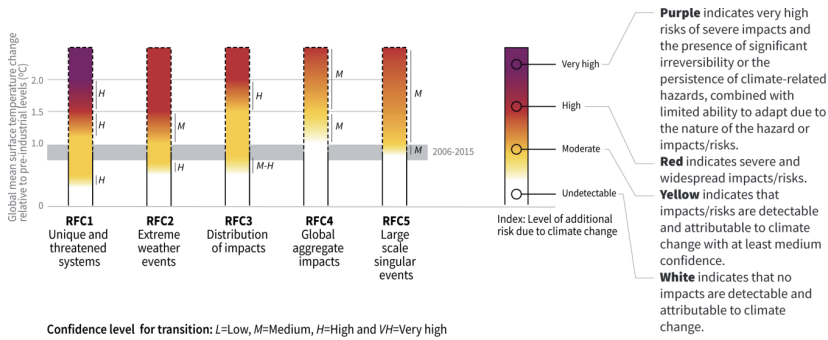


**Figure 2.5:** Photo of trees causing a power failure during the extreme weather in Vestfold and Telemark. Photo provided by an informant.

had also suffered from the power outages. The Norwegian Broadcasting Corporation (NRK) informed the public via radio of local intersections where fire and rescue, and the health department were deployed with trucks and ambulances. They were encouraged to seek assistance in those places in the event of emergencies [NRK21b]. The extreme weather incident was itself not deemed severe enough to be named by the Norwegian Meteorological Institute, but it showed how exposed both the commercial networks and Nødnett are to extreme weather. As one of the informants later expressed, it was fortunate that no major health related incidents occurred while the networks were down, as their capacities to perform their duty was severely limited.

### 2.4.3 Global warming and future incidents

Over the last decades, human-made global warming has caused the average global surface temperature to rise. Since the pre-industrial period, between 1850 and 1900, human activities are estimated to have increased the global average temperature by 1.0°C, and the temperature is currently increasing by 0.2°C per decade [NASnd]. Global warming has some severe consequences, although scientists still debate the extent of which global warming is caused by humans. Climate change, however, is the long-term change in the average weather patterns that have come to define local, regional and global climates, and it is unequivocal that global warming is the reason



**Figure 2.6:** Risks associated with increased global average temperatures [HJT+18].

for climate change, and that humans have influenced it [NASnd]. Climate change is observed from the ground, air and space. Records provide evidence of key indicators, such as global temperatures, rising sea levels, ice loss at poles and mountain glaciers. In addition, and especially relevant for this thesis, is the evidence showing increased frequency and severity of extreme weather such as hurricanes, floods and precipitation [NASnd]. It is expected that an increase of Category 4 and 5 storms will occur as temperatures continue to rise. The UN, through its Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), has recently released a report on the effects of 1.5°C and 2.0°C average temperature increase, relative to the pre-industrial period. Part of their findings is shown in Figure 2.6. The gray area indicates the average temperature rise in the period 2006-2015, as compared to 1850-1900. In 2016 and 2020, the average global temperatures were for the first time 1.0°C higher than the 1850-1900 period [NASnd]. Figure 2.6 presents the additional risk due to climate change, resulting from global warming of different degrees. As RFC2 indicates, an increase of 1.5°C will yield severe and widespread impacts/risks related to extreme weather events [HJT+18].

Given climate change and increased frequency and severity of extreme weather, it is clear that mobile communications will be even more prone to weather-induced failures in the future, if the robustness of the networks stays the same. This will require alternative solutions to an even higher extent than today. According to [MHD14], many techniques already exist for network protection, but they are intended for limited faults without addressing the extent of disaster failures. Moreover, failures induced by disaster events, such as extreme weather, often also cause severe disruptions due to large-scale cascading failures in the mobile networks. This means that a failure in one part of a system, causes a failure in another part of the system, and so on. For instance, extreme wind causes trees to fall over, breaking power cables, removing the power supply of a BS, causing a coverage loss within 4 hours due to limited power backup. [DSB16] addresses a changing threat landscape and increasing

challenges with regard to climate. The requirements of the emergency services are challenged accordingly. Due to this, and the changing needs of the users, the network needs to be developed in order to satisfy the future’s demands for functionality and robustness.

## 2.5 Related work

This section presents related studies and reports regarding different solutions to re-establish mission-critical communication for the emergency services in the event of coverage failure, or just in remote areas where coverage is absent. There is limited experimentation and implementation of such solutions, especially in a 5G context, and therefore much of the related work is conceptual or discussed in the context of 4G.

In 2019, Nkom released a report discussing the existing and future solutions to re-establish communication in the event of disaster induced failures [Nko19]. The report addresses the concept of “reinforced electronic communication”, an initiative that began in 2014 to robustify and strengthen the mobile networks to prevent loss of coverage in areas under external stress. The report mentions existing solutions such as transportable BSs, with alternative solutions for backhaul transmission such as satellite or HAPS. The report also addresses the lack of autonomous operation in the networks today. Another relevant solution is the use of national roaming, where users of network A may use network B to make emergency calls. This is a feature implemented today. For new solutions, the report outlines drones, balloons, LEO satellites and IAB as possible solutions to re-establish communication. The report concludes, among other things, that “there is an increasing demand for operative solutions in the commercial networks to quickly give the emergency services if they need to operate in areas where the ordinary mobile network infrastructure has been knocked out”.

Nkom releases a report called EkomROS annually, discussing the risks and vulnerabilities of the electric communication sector. [Nko22a], the last report to be released so far, confirms the fact that about half of all coverage outages are caused by disrupted fiber cables, followed by power outages, frequency disturbance and software failures. However, the main takeaway from this is the fact that the two major contributors with regard to coverage loss is the loss of power to the BSs, or disruption of transmission to the core network through either power outages or physical damage. With regard to the expected frequency and implications related to extreme weather, the report concludes that the infrastructure will be exposed to more powerful extreme weather and natural disasters in the years to come, referencing the 2021 UN IPCC report on climate change. Due to the expected implementation of PPDR services in the commercial networks, such as Nødnett, substantial investments

should be aimed at strengthening the infrastructure, particularly the regional and access networks, as these are the most vulnerable parts of the mobile networks with regard to extreme weather [Nko22a].

The US commercial network AT&T have since 2017 been contracted to build the American PSN, which was an initiative that came in response to the September 11 attacks in 2001. The network was signed into law as First Responder Network Authority in 2012, and dubbed FirstNet [Autnd]. The US, especially the southern eastern parts, are extremely prone to extreme weather and hurricanes. Looking at different FirstNet solutions with regard to coverage restoration is expected to yield interesting results with regard to how mission-critical services can be re-established in NGN.

[VS21] is a peer-reviewed paper looking at how 5G will serve as a PPDR enabling network, through the use of key technologies like MIMO, device-to-device, network slicing and multi-access edge computing (MEC). The paper performs analysis of how different technologies may support emergency services in the event of network disasters, particularly through the use of NTN like UAV or satellite-based PPDR communication. Benefits are presented, such as the UAVs high mobility to low cost relation, and satellite technology as an emerging solution to provide coverage in areas of sparse populations and network failures. However, their challenges are also named, for instance battery life and spectrum access in UAVs, and the limited body of integrated 5G SatCom proof of concept studies for satellites. Moreover, the paper discusses the pros and cons of different 5G spectrums, including low-band, mid-band and high-band, referring to 400 MHz and 700 MHz as the preferred spectrums for PPDR. Finally, the paper concludes that the migration to 5G is necessary due to the broad range of performance and operational requirements of the PPDR sector.

[HLS+18] is a peer-reviewed paper, investigating use cases for 5G-based PSNs. The first use case discusses how priority communication can be enabled over a commercial network, whereas the other use case discusses how rapidly deployable networks can be created to assist in emergency and tactical situations. Such tactical networks provide basic services to the users, like voice and data transfer. These networks are deployed and tested in forests using crane cars to get elevation, utilizing public and mobile networks for backhaul. For future works, they address the need for solutions to providing connections to remote and isolated areas.

In the absence of backhaul connection to the control rooms and core network in general, the emergency services still need the ability to communicate locally. [SSA+18a] is a peer-reviewed paper discussing a 5G mobile edge computing (MEC) proposal that gives first-responders MCPTT services in the edge. The proposal suggests an MCPTT architecture that allocates the user plane in the edge, while

keeping the control plane centralized for synchronization and assistance purposes. However, they note that the solution is highly applicable in scenarios where a set of BSs become isolated, and backhaul has failed. The paper is relevant when discussing implementation scenarios for local autonomy, when transmission failure results in coverage loss, but it is also highly relevant with regard to how the solution improves frontline operations in general.

The Norwegian Defense have since 2018 been working on an EU funded initiative called 5G Verticals Innovation Infrastructure (5G-VINNI), which aims to build advanced end-to-end 5G facilities to provide a platform for testing and deployment of 5G technologies [NGnd; 5G-nd]. In 2020, the Norwegian Defense also joined another project called FULLy DisinteGrated private nEtworks for 5G verticals (FUDGE-5G), which explores different solutions for 5G. Interesting for this thesis in particular is private deployable networks, or tactical bubbles [FUDndb]. By taking advantage of 5G's flexibility, they have deployed a complete 5G core in the edge inside a trailer at Rygge Air Station, in the 5G-VINNI pilot. This trailer has several solutions for backhaul, like commercial networks, fiber and satellite, but may still provide full autonomy in the outage of backhaul [NGnd]. More specifically, FUDGE-5G explicitly states that one of the use cases of such private networks is the PPDR sector, and states that they expect private networks to be rapidly deployable in smaller vehicles and even backpacks worn by field agents [FUDnda].

Particularly relevant for public safety in the event of extreme weather, is the ability to provide services even in an isolated state of operation. When the backhaul connection is lost, emergency services should still be able to communicate locally, like with LST in Nødnett. [Hov21a] is a master's thesis covering autonomous operation of mission-critical BSs in a 5G-based PSN. The thesis looks at implementation strategies for autonomous operation and challenges of these, highlighting the security risks of distributing access and subscriber information, such as encryption keys, in distributed 5G cores, as well as how to synchronise them.





# Chapter 3

## Methodology

This chapter describes the chosen methodology of this thesis, and details the different assumptions and considerations that were taken. First, in Section 3.1, the concept of research design is described and applied, with regard to this thesis. Then, the literature survey methodology is presented in Section 3.2, before the main data gathering is detailed in Section 3.3. Finally, in Section 3.4, the data analysis is described, facilitating the assessment of the gathered data from both literature studies and interviews, so that the findings may be compared in a structured way for results to be derived. The results of the methodology is presented in Chapter 4.

### 3.1 Design science

This thesis seeks to combine existing knowledge – Nødnett, 5G and natural disasters – in order to derive some new knowledge, or at least existing knowledge in a new context – technical solutions to re-establish communication. To manage this, a structured and thoroughly tested type of research is required. Design science is the design and investigation of artifacts in context, in which an artifact is confronted with an improvement problem [Wie14]. The essence of this research theory is to have an artifact interact with some context, in order to improve it. Artifacts are anything that is created by humans to solve a problem. The artifact does not solve the problem by simply existing, but by interacting with context. Examples of artifacts are hardware or software components, organizations or methods. Context, on the other hand, is anything that interacts with an artifact or influences it. Examples of context are people, values, fears or even other artifacts. The problem context is the particular context in which the artifact is to be improved, and it usually consists of more than one context [Wie14]. For the sake of this thesis, the artifact is Nødnett’s implementation in 5G, aimed at solving the context of threat to life and health, as well as material damages and financial losses. The problem context is the combination of the aforementioned context and the context of extreme weather’s threat to the 5G network. Thus, the design science problem of this thesis can be



**Figure 3.1:** The structure of design science [Wie14].

described as designing an artifact that mitigates the influence the problem context has on the artifact. More precisely, the design of technical solutions to re-establish communication in the event that extreme weather renders the 5G-based Nødnett unavailable. This new artifact will need to work while still being influenced by the same context that rendered the original artifact useless, in order to be a satisfactory solution.

When performing design science, there are several aspects to consider, and these are shown in Figure 3.1. As presented by [Wie14], the overall goal is to answer the research questions related to the research goal, which in this thesis means to improve Nødnett so that extreme weather will be less of a threat to the frontline operations. As previously described, the technical solutions to disaster-induced failures are considered the design problem. In order to solve the research goals, additional knowledge is required as well, such as documentation and reports concerning the relevant technologies. These are called knowledge questions, which can be answered analytically or empirically. Analytical knowledge questions can be answered through conceptual analysis, like mathematical problems, whereas empirical knowledge questions require data from the world to be answered [Wie14]. Empirical knowledge is either explanatory, for instance seeking to answer why a particular event happened, or descriptive, simply giving an account of what or when the event occurred. This thesis is concerned with official reports, white papers, review articles and documentation, as well as first-hand experience of emergency services. Thus, much of the knowledge questions will be answered empirically. However, analytical questions will be answered as well, for instance when using logic to validate the functionality of the technical solutions during and after extreme weather. Finally, as the thesis is concerned with technologies and implementations that are not yet realized, the research goals will be partly based on a prediction problem as well. How extreme weather will influence 5G is tough to answer as a knowledge question, as 5G

still does not fully exist. Also, what the minimum requirements of communication for the emergency services will be in 10 years, is also difficult to answer through empirical analysis.

Design science looks to solve an issue within the normative context of laws, regulations, constraints, human values and goals, among others [Cre09]. There may be several potential stakeholders, who may also have different goals regarding the research project. The different stakeholders in this thesis are first and foremost the emergency services and other users of Nødnett, the Norwegian government and the commercial actors whose job is to implement the service. The goals of the different stakeholders are not always apparent, but may be revealed directly or indirectly throughout the project. For instance, the commercial actors will have economic interests in the network, and may choose to prioritize differently than the government with regard to redundancy in the network, as additional cost would follow. It is important to bear the goals of the different stakeholders in mind, when analyzing the data they provide [Cre09].

In order to derive new knowledge, the approach can be a qualitative, quantitative or mixed method. According to [Cre09], a qualitative method asks open-ended questions in order to interpret themes and patterns through document, observation, interview or audiovisual data. This approach seeks to discover and describe knowledge. A quantitative method is one that is predetermined, using instruments based on close-ended questions and numeric descriptions and observations. This method tends to look at relationships between variables, using numerical data to make comparisons. Mixed methods use combinations of qualitative and quantitative research methods, asking both open- and closed-ended questions to do analysis of both numerical and descriptive data [Cre09]. Themes such as Nødnett, 5G and extreme weather are highly descriptive, and thus a qualitative approach is best suited for this thesis. Through thorough literature studies and interviews, the state of the art and requirements will be discovered, so that technical solutions for re-establishment can be proposed, together with their advantages and potential drawbacks [Cre09].

## 3.2 Systematic Literature Review

The main data generation activity of this thesis is interviewing stakeholders of both Nødnett and 5G. However, as the state of the art is comprehensive and somewhat complicated, sufficient knowledge within the field is required before conducting the interviews, specifically when the interview form is of the less structured type mentioned later in this chapter. When the aim is to have a fluent dialogue with candidates, where relevant follow-up questions may need to be improvised, it is crucial that the interviewer knows enough about the topics at hand. This is crucial, both to give the candidate a feeling of real contribution, and for the interviewer to

have the best chances of getting the most data out of the limited time planned with the candidate. In order to learn the state of the art and get familiar within the field, background literature must be studied. This background is presented in Chapter 2.

For reliable results, the literature is gathered as part of a Systematic Literature Review (SLR), in which the literature survey is planned, researched and reported [RM17]. During the first step, the planning phase, the goals of the SLR are identified. For this thesis, the goals are by a high degree laid out by the research questions mentioned in Section 1.4. Existing literature is in itself not sufficient to answer these questions, but it is important in order to acquire an understanding of the field in which the interviews later will be based on. In the research phase, the literature expected to contribute to the stated goals is surveyed through online libraries by using relevant keywords [RM17]. Specifically, the online university library Oria.no at NTNU is used, as it provides scientifically sound books, articles and reports, as well as other master's theses and doctoral dissertations. Emphasis is put on choosing peer-reviewed literature, for the sake of validity. If seemingly relevant and interesting literature is discovered, but not peer-reviewed, the document is validated thoroughly by looking at its listed references, cross referencing concepts with other peer-reviewed literature, as well as considering potential biases of the author. In the last phase, when literature has been chosen according to the goals and criteria, the results are reported and paraphrased, so that it fits within the scope of this thesis [RM17]. It is, however, important not to change the intended message of the literature, as it would weaken the quality of my own results.

When deciding whether a source of non-peer-reviewed literature is reliable or not, some considerations must be taken, such as who the source is, and when the literature was published. When it comes to technologies like Nødnett and 5G, much information can be obtained by looking at documentation and publications from the standardizing bodies, and governmental and commercial actors. ETSI standardized TETRA and 3GPP is the standardizing body of 5G, currently still releasing specifications at the time of writing. Moreover, reports from governmental bodies such as DSB and Nkom are important as they may describe the actual effects of the technologies to a higher degree than standardizing bodies do. Commercial actors may also provide relevant insights, such as telecom companies like Telenor, Telia and Ice, who are working on actually implementing the technologies discussed in this thesis. However, it is particularly important to be critical to their findings, as their biases will affect the literature more heavily, as mentioned in Section 3.1. Being part of constant developments, literature discussing technologies in this thesis should be as recent as possible, in order to most accurately describe the state of the art. Especially when discussing 5G, which is still currently being developed, only the most recent releases will paint a sufficiently updated picture. Furthermore, as assumptions have to be made as to how 5G will actually work in the real world, the shortcomings of related

literature must be clearly addressed.

An important distinction must be made with regard to SLR as used in this thesis. A full-scale Cochrane-style SLR, like the one mentioned in [RM17], is an exhaustive process in which a team of researchers spend a considerable amount of time to strategically find and assess literature. It is specifically described as being “beyond the resources available for a student project at undergraduate level and much postgraduate work”. A complete SLR will in other words be more robust, but too ambitious for a master’s thesis written by a single student, where other empirical methods are also used. Thus, the implementation of SLR used in this thesis is a lighter one, in which the literature review follows simple, yet strict, guidelines for finding and choosing literature. These specific guidelines are already mentioned previously in this subsection.

### 3.3 Interviews

The primary and arguably most important sources of data in this thesis are the different stakeholders concerned with Nødnett and 5G. Background information in the form of articles and reports can give valuable insight as to how the networks are built and perform, but they are less relevant when seeking to know how the users themselves regard the importance of mission critical communication in events of disaster. First-hand accounts and experience will be especially important when answering RQ3. Moreover, insight from experts in the field may give interesting perspectives with regard to RQ1 and RQ2, that will complement the reviewed literature from the SLR and perhaps clear up any confusion or misunderstanding.

#### 3.3.1 Semi-structured interview

The chosen form of interview has been carefully considered, with regard to the end goal of the method. To choose, [Tjo17] was used as inspiration and a guide, detailing the different ways interviews can be performed, giving the choice between structured, semi-structured or unstructured interviews. Given that the area under investigation is well-documented, and that hard facts are easily found through literature studies, a structured interview would be too formal and based too heavily upon my own understanding of the field. On the other hand, a completely unstructured interview had a risk of yielding too little relevant information, as all concepts weren’t necessarily surveyed in the interview. It was deemed that a semi-structured interview would best fit the goals of this project, as it is a hybrid approach, allowing for the informant to track off and introduce other ideas they deem relevant. Still, a semi-structured interview, performed correctly, would maintain a common thread throughout and ensure that the important topics are covered, while opening up for follow-up questions or potentially new concepts. However, questions need to be well-defined and clear to

understand, to avoid undesired and irrelevant track offs. It is important that the interviewer stays true to the scope, and quickly recognizes whether the discussion moves off-topic.

The semi-structured interview, also referred to by [Tjo17] as an in-depth interview, usually consists of three phases – warm-up, reflection and round-off. The first phase consists of simple and concrete questions, for instance regarding the informant itself, which do not require a lot of thinking to answer. These questions usually last a few minutes, and are intended to relate the informant to its background, as well as setting the mood for the interview and giving the informant a sense of safety in the situation [Tjo17]. People react differently to being on the receiving end of questions, though it is expected that all the informants are somewhat used to this.

The second phase is the core of the interview, inviting the informant to share experiences through so-called “grand tour questions” or open-ended questions. Given the estimated time of one hour per interview, [Tjo17] recommends asking three to six of such questions. However, given that some of the questions are easier to answer than others, it was decided to increase the number of questions. This would also make it easier to cover all three research questions thoroughly. In order to compare perspectives and get more reliable results, the same questions should be asked to all informants. However, the informants all belong to one of three categories – emergency responder, commercial network operator or government representative. Therefore, a different interview guide was created for each of the categories. Some questions, referred to as the core questions, are asked to all informants. The other questions are more specific to each category, and thus only asked to all informants within the respective category. A question regarding the usage of Nødnett’s functions would for instance be relevant for a first responder, but not for a commercial network operator. Potential follow-up questions were also listed for each question, and asked if relevant.

The final phase intends to lead the conversation away from the previous questions, normalizing the situation between the interviewer and interviewee [Tjo17]. Alternatively, any unclarity or misconceptions may be cleared up. Natural topics in this phase include the next steps of the projects, how the data will be processed and whether the interviewer will be in touch again.

### **3.3.2 Informant selection and recruitment**

The project is highly based on the perception and experiences of first responders and their opinions on the importance of mission critical services. The perspectives of commercial operators and government are also important when obtaining a proper understanding of the future of the Nødnett over 5G. When selecting the set of informants, it is natural to contact representatives from these categories, as they will be able to comment on the topics in a reflective manner. Such selections are

referred to as being strategic or theoretic [Tjo17]. The informants do not represent a population, but they are chosen based on their specific position or experience, to convey a deeper understanding in an area of investigation. It is crucial to have a balanced set of informants to eliminate potential biases. For instance, if informants are chosen from one specific commercial network operator only, the findings may be weighed in favor of the operator's self interests. Therefore, other network operators' perspectives should be considered as well. Another potential challenge is not knowing whether the chosen informant actually has the desired knowledge or experience. Potential candidates in this project are carefully considered, before they eventually are invited to the interview. The interview invitation is attached in Appendix C.

The act of recruiting the candidates may be challenging for a number of reasons. Informants have busy schedules with other priorities, and might not have time to attend an interview. The possibility that not all desired informants are found is relatively high. One might need to contact a large number of potential informants before finally landing an interview. Recruitment is first done through my own network. If not all informants are obtained, a list is created in collaboration with the supervisors and recruitment is performed through the supervisors' networks. Finally, one informant may offer to expand candidate recruitment through their own network, resulting in a form of snowball sampling [Ore10]. The informants are assumed to have tight schedules, so it is essential that the invitations are short and descriptive, in order to effectively catch the informants' interest. The invitation should still be clear and informative enough to give the informant enough understanding of the project.

In an effort to build knowledge step-by-step, it was decided to interview the different informant categories sequentially. An attempt is made to interview the different categories in the same order as they are presented below, starting with the users themselves, as they lack technical expertise, but may give important perspectives that must be taken into account when talking to the Mobile Network Operator (MNO)s or state representatives. The next categories surveyed are the commercial and state organizations, that can expand on or confirm concepts derived through talks with the user organizations. After learning about the requirements from stakeholders, the Norwegian Defense is surveyed to provide their experiences and present ongoing projects within 5G and isolated operation. An Infrastructure Equipment Provider (IEP) is interviewed last, to discuss and potentially verify solutions with regard to their feasibility and challenges.

The first category of informants that is surveyed is the emergency service. Talking to representatives from police, ambulance, fire and rescue organizations is expected to yield valuable data. Some may have experienced having to operate in the absence of communication, whereas others can weigh in on the most critical functions in a PSN,

today and in the future. Most importantly, emergency first responders are expected to have opinions on what the most important services are, when faced with critical and life threatening situations. By knowing this, the minimum requirements of solutions to re-establish communication can be specified, allowing for further investigations into which solutions may suffice. Perhaps different situations will call for different solutions, meaning that more than one technical solution is required. Through my own and the supervisors' networks there were a large number of potential candidates. With the limited capacity of being the only interviewer in this project, informants had to be carefully selected, in order to yield the most valuable results while limiting the number of interviews held. Primarily, all informants should have first-hand experience with Nødnett, preferably for a longer period and also experience with the pre-Nødnett era. Among the informants is a retired serviceman, having 20 years experience within two different emergency services. One of the informants had a very central role in a major natural disaster in Norway. Another informant has first-hand experience with regard to the extreme weather incident in Vestfold-Telemark in November 2021, highly relevant to the thesis.

Commercial network operators are important, as they represent the sector responsible for creating and maintaining the network in which Nødnett will be deployed. The three mobile networks in Norway are managed by Telenor, Telia and Ice. Through talking to representatives from these companies can different solutions be confirmed or rejected with regard to the feasibility of the solutions. The operators might also have information as to what solutions are already going to be implemented in the network, that might aid in the re-establishment of critical communication. If, for instance, autonomous BSs similar to the previously described LST mode in Nødnett is expected in 5G, this might already be a potential solution.

National authorities have a different role with regard to Nødnett than the other two categories. Whereas emergency services and network operators are operative and administrative with regard to Nødnett, the government is responsible for owning the network and defining its requirements. DSB owns Nødnett today, and may already have specified requirements that need to be taken into account for the solutions proposed in this project. Nkom works to ensure a robust, reliable, equivalent, affordable and forward-looking service for electric communication all over the country [Nkonda]. They can provide perspective on feasibility and potential challenges regarding the technical solutions, as well as offering their advice or suggest other solutions as well. In addition, by releasing annual reports with regard to risks and vulnerabilities in the communication sector, they may give valuable data with regard to the effect extreme weather may have on 5G networks in the future [Nko22a].

As there is limited experience in the field with regard to experimenting with 5G, finding informants with hands-on experience within 5G and related solutions



may be challenging. Through literature studies and interviews, it was revealed that the Norwegian Defense Materiel Agency are working with mobile operators like Telenor and Telia, experimenting with 5G solutions, both related to SA and NSA implementations. Of special importance are their investments in projects like 5G-Vinni and FUDGE-5G. A less structured interview was therefore arranged with one central representative from the Norwegian Defense Materiel Agency, in order to learn from their experiences and hear how their solutions and findings may be of relevance for NGN.

In order to verify and discuss potential solutions in a more technical manner, it is relevant to include at least one representative from a network infrastructure provider as the final interview. By talking to this stakeholder, it is expected that the findings with regard to potential solutions can be confirmed or discussed with regard to their challenges. The interview is also expected to be the most technical one, and therefore it is relevant to schedule it last, in order to be better prepared. The network infrastructure providers may yield valuable insight into how the network will be vulnerable to extreme weather in the future, and whether certain alternative solutions to re-establish communication are possible in the foreseeable future. Finally, they might give better insight to the standards of 3GPP as well, and which technologies will be realized or not in the 5G networks.

### **3.3.3 Data management and privacy**

Personal information is processed during this project, and so it has to be approved by the Norwegian Center for Research Data (NSD). The application can be viewed in Appendix A, and the approval from NSD is attached in Appendix B. This approval states that the project may conduct data collection as long as it is done in the manner described in the application.

When being a processor of personal information, precaution must be taken to ensure that the information is treated within the laws of GDPR. Personal information stored in this project is names of informants, their e-mail address, job descriptions and background experience, as well as audio recordings which can be used to identify a person. This information is encrypted and stored in the NTNU OneDrive cloud services. The interviews are scheduled via email and performed digitally over Zoom, as NTNU has a data processing agreement with them. The audio is recorded with UiO's Diktafon and Nettskjema app, in order to later transcribe the interviews for data extraction and evaluation, if the informant allows it. The interviews are transcribed using the tool NVivo, licensed by NTNU. Before processing and publishing the anonymized transcriptions, the informant receives a draft, and either accepts the transcription, or gives feedback or correction. In order to anonymize the informants when discussing their comments in Chapter 4, their pronouns are chosen at random,

to ensure flow in the text. This means that even though an informant is a woman, she will be referred to by both “her” and “him” throughout the presentation of their inputs. Finally, all user data, including transcriptions and audio recordings, are deleted upon the end of the project.

### 3.3.4 Pitfalls and learning points

When conducting a semi-structured interview, with the main goal of getting the informant’s perspectives, it is important not to influence the interview with bias and potential misconceptions. The questions need to be carefully constructed, so that questions aren’t asked twice. Additionally, the questions must be specific enough so that the informant understands the purpose of the question, yet open enough, as to invite the informant to track off with experiences they might deem relevant for the thesis. It is crucial that the interviewer knows enough about the subject to ask relevant follow-up questions. Not having the appropriate insight could lead to lost opportunities to get important data. The questions should be as objective as possible, so that they aren’t asked in a leading manner, influencing the informants’ answers. The latter also pertains to the words used in the interview, as specific words could reflect bias, and lead the informant to answer what they think they should, rather than what they actually think.

A number of learning points became apparent throughout the interviews. First of all, the act of following the common thread of the interview, and restraining the informant to stay within the scope, was a great challenge to begin with. Knowing when the informant tracks off with relevant experiences, and when the informant completely derails from the topic is challenging while the interview happens. Sometimes, it was discovered after about five minutes that the informant was talking about irrelevant experiences. This was more of a challenge in the first interviews, while my own understanding and knowledge was limited in relation to the informant’s. The fear of not knowing enough about what is relevant or not, made it scary to stop them in the middle of their points. However, as more interviews were conducted, it became easier to take ownership of the interview, and make the informant stay within the scope. Another issue that was apparent in the first interview, was the fact that the informant was unsure about what the interview was really about. This was a consequence of relying on a third party to interview and schedule the interview, as the third party also had limited knowledge of the thesis. Some time was used in the beginning of the interview to give the informant sufficient understanding of the scope of the thesis, so that the informant could bring the right perspective. In all remaining interviews, the informants were presented with a thorough presentation of the scope in the initial invitation. One of the last informants requested a list of specific questions in advance of the interview, to better prepare. It was clear that this informant stayed more within scope, and had more reflected answers, which begs the question as to

whether all informants should have gotten their questions in advance to get better data quality. Finally, a more positive learning point regarding the interviews and informants, was the fact that all but one interview invitation were accepted. The final invitation was never rejected, but the candidate never replied to three inquiries. All the informants showed great enthusiasm throughout the interviews, and several informants wished to extend the duration of the interviews. It was apparent that the informants were eager to discuss and provide their opinions on the matter. This goes to show how important the topic is, both within the user organizations and state actors, and also within the commercial operators.

The time and effort required to perform qualitative research, was highly underestimated. All aspects of an interview, finding and inviting candidates, scheduling, preparing the interview guide, performing, transcribing and finally analyzing the interview, are all time consuming tasks. Analysis is described in more detail in Section 3.4. All these tasks were performed a total of twelve times, and required more time and effort than initially expected. Having allocated significant time to perform the interviews was therefore crucial. Specifically coding the interviews was a great challenge. This was the first time exercising this kind of qualitative methodology, and knowing when a new code should be created, and when a quote should be assigned an existing code, was not always clear. This required significant time, as there were about 180 pages of transcriptions. The task of analyzing was difficult, requiring continuous thinking and evaluation. Therefore, it had to be done over several intervals to assure a certain quality of analysis. Knowing when to take breaks was important, in order to stay focused and acquire the best results.

### 3.4 Data analysis

Qualitative analysis is a challenging form of analysis, in the way that it requires intense thinking, sensitivity for empirical knowledge, and the ability to work systematically [Tjo17]. The analysis is a combination of background studies, relevant documentation and personal opinions and experiences. [Tjo17] claims that it is in the analysis the potential of qualitative research lies, but where many projects fail, resulting in a collection of anecdotes. This is important to keep in mind when deciding how to analyze the gathered data, so that the results combined yield new value and knowledge, as opposed to simply becoming a collection of other works. Moreover, the analysis performed in this project is based on the stepwise deductive inductive method, which aims to reduce the complexity of qualitative analysis by trusting the empirical process, avoiding premature conclusions and maintaining the systematics throughout [Tjo17].

### 3.4.1 Data preparation

In order to get the best results from the interviews, it is important that the interview guide is carefully designed and iteratively improved [Tjo17]. The interview guide is attached in Appendix D. First of all, the questions should be clear and within the scope of the project. By creating an interview guide based directly on the research questions, it is more likely to get relevant data from the informant. The questions should be easy for the informant to understand so that the answers are relevant to the project, and not off-topic. In addition, it is important to ensure that questions aren't repeated [Tjo17]. The interviews are recorded with the permission of the informant so that they can be transcribed and evaluated. As soon as the interview is fully transcribed and approved by the informant, the audio recording is deleted as per the NSD application.

### 3.4.2 Data interpretation

The act of interpreting qualitative data in the form of interviews is an exhaustive one. Transcripts of a one hour conversation results in about 15-20 pages of compact text. Interviewing twelve informants results in about 180 pages of raw material, where important data may be “lost in the crowd”. More importantly, comparing topic-specific quotes between candidates means processing a vast amount of information for each comparison. It is therefore important to structure the data quickly. This is done using the qualitative data analysis application NVivo. [Tjo17] describes how interviews can be systematically analyzed by encoding data through three steps. Step 1 extracts the essence from the empirical material, step 2 reduces the material's volume, and step 3 facilitates idea generation based on details in the data. In practice, the codes are created with close relation to the actual quotes, for instance a word or phrase that stands out. The phrase “Nødnett creates situational awareness” may produce the code “situational awareness”. All codes are created by going through transcriptions one-by-one, creating a new code when it is needed. If, later in the document, or in another transcription, an informant refers to situational awareness, their quote is then encoded with the previously created code. [Tjo17] mentions that an abundance of codes is good, referring to previous projects where 29 interviews resulted in 241 codes. These codes are then grouped based on topics or concepts. For instance, the code “situational awareness” can be grouped together with another code “saving lives” in the group called “importance of mission critical communication”. When quotes are encoded and placed in groups, the data validation becomes clearer. [Tjo17] also describes empiric-analytic reference points as a way of noting thoughts or ideas that are triggered when working with the data. They may not be relevant to proceed with at the time, but may become relevant at a later stage. By storing such brief ideas and thoughts in one place, the process of backtracking at a later time is easier if the project changes direction because of the empirical process.

### 3.4.3 Data validation

When using interviews as the main source of data, the project becomes susceptible to personal opinions, biases or misunderstandings. There is a chance that commercial operators have self interests influencing their response. First responders are expected to know more about the practical part of the networks, and less about the theoretical part, and might therefore say something about the network that is false. Therefore, it is crucial to be critical towards the resulting data, and validating its correctness and factual accuracy, before using it to answer research questions. Whenever a quote from an interview is considered in this project, it is cross referenced with literature from the SLR or other reliable sources, if relevant. However, quotes and input regarding personal experiences and personal opinions can't necessarily be cross-referenced with literature. The credibility of such data will be weighted similar to facts, but it should be clear that they are just that - personal opinions.

## 3.5 Assumptions and limitations

This thesis is based on the premise that a failure means having lost coverage. Following that rationale, preventing a loss of coverage by using one of the proposed solutions before it is lost, could mean that a failure never happened. Therefore, it is important to make the distinction that an imminent failure is also a failure, even before it occurs. In other words, continuing communication with an alternative solution before a power outage has an effect will still count as re-establishing communication in the event of a failure.

The contract between DSB and Motorola Solutions runs until the end of 2026 but it can be extended. As [MSHW21] showed, defining, deciding upon, testing and implementing a new PSN is a demanding process in both time and effort, and may not be done in time to replace TETRA by the end of 2026. However, as the authorities have decided that commercial networks will be used for the future PSNs, this thesis assumes that Nødnett will transition to commercial operator(s) from 2026. Whether this actually happens in 2026, 2027 or even 2030 does not affect the results of this thesis to a high degree. Moreover, the thesis will assume that all three MNOs are chosen as providers of NGN, and that Nødnett is implemented as a state-owned MVNO, using all three networks as a carrier as discussed and recommended in [Sta21].

5G and its services, including IOPS, ProSe, MCX to name a few, are under continuous development within 3GPP. First of all, this thesis assumes that SA 5G is the implementation of 5G in commercial networks once NGN is implemented. Therefore, some of the solutions derived in this thesis may not be applicable in the initial phase of NGN, if implemented in NSA 5G. Also, some services that today seem likely to

exist in 2026 may for a number of reasons be unavailable. For instance, regulations may impede the commercial operators' ability to implement them. Moreover, the operators themselves may decide not to implement the functionality, preventing the suggested solution from being probable or even possible. Finally, even if the operators themselves wish to implement the functionality, suppliers may not support the technology. This is already evident with regard to ProSe, where the technology is defined, but not really realized in the networks yet. Through interviews, it is also revealed that ProSe may not come to fruition in 5G either, due to technological challenges and lack of UE support. This thesis will therefore assume that all solutions that today exist or are under development to be available, in order to present a thorough recommendation as to what solutions should be implemented. It is then up to the operators and regulators to decide upon the requirements and restrictions when the time comes, and disregard any solutions that no longer satisfies them.

Some apparent limitations of this thesis must be addressed. First of all, many of the informants refer to the *Konseptvalgutredning* (KVU), as they have contributed in writing it. It is clear that some of the informants are unable to share or give their opinions, based on their knowledge in the KVU which is currently exempt from the public. However, when the day comes that the KVU is published, it will be interesting to compare my results with their findings. The primary methodology of this thesis is interviews, a selective approach which invites the informants to share their experience and knowledge, but also their bias. Moreover, interviews are time-consuming and complex to conduct. Therefore, only twelve informants were surveyed, a rather small sample size when comparing them to the total number of stakeholders in Nødnett. In an effort to cover as many perspectives as possible, a trade-off was required, resulting in few representatives from each individual stakeholder. The interview guides were designed with intention to mitigate the negative effects and potential for bias induced by surveying relatively few informants. Therefore, the findings of this thesis should not be generalized, but simply understood as a representation of different stakeholders' views on the matter. Additionally, one of the informants strongly suggested talking to a representative from control rooms as well, in order to get their perspective. While this would have given yet another perspective, and perhaps prove useful with regard to the minimum requirements of alternative solutions, it was decided to not invite them, merely due to the time-constraints. Finally, only two of the three Norwegian MNOs were invited. This may give a more narrow perspective on NGN from a MNO perspective, but again, due to the increased demands of conducting another interview, a decision had to be made as to whether to survey a fourth MNO representative, or an IEP. The IEP was chosen, as they were expected to give invaluable insight with regard to the solutions found so far - which they did.

### 3.6 Comparison criteria

In order to compare the potential solutions for re-establishing communication, some criteria are defined. Some are fundamental to all communication networks, but other criteria are relevant to the specific solutions surveyed in this thesis. As there is an abundance of communication technologies that may provide some form of communication in the event of a failure in the PSN, these criteria are introduced to eliminate the irrelevant ones. This approach is taken in order to more accurately and structurally compare solutions, regarding how they may provide the most appropriate service in the event of natural disasters. The choice of introducing comparison criteria is highly relevant for RQ3, as it provides a systematic approach to discussing the minimum requirements for the technical solutions. The chosen criteria are shown below, but not formally defined until Section 5.1, as they rely on user input presented in Chapter 4.

<b>Robustness</b>	The ability to survive the conditions causing the initial failure in NGN, and the independence of exposed infrastructure that may fail due to extreme weather or other natural disasters.
<b>Deployment time</b>	The time it takes to deploy the alternative solution and re-establish mission-critical communication.
<b>Feasibility</b>	Addressing the uncertainties regarding the future of commercial networks, both related to actual implementation of services, and the cost of these services.
<b>Ability to fulfill minimum requirements</b>	Looking at how the users' minimum requirements are ensured using the alternative solution, related to services, complexity, storage and transportation.

By applying the above criteria to the solutions, the solutions can more easily be compared to one another, and be validated with regard to their ability to suffice as a backup solution. If all criteria are satisfied for a given solution, the solution itself is considered to be sufficient. If several solutions suffice, they will be compared with regard to their criteria, in order to decide whether one or more should be included in a recommendation. If, on the other hand, no solutions are considered completely satisfactory, the best solutions are presented, with a summary of their limitations.





# Chapter 4

## Results

This chapter summarizes the findings from the interviews, highlighting the most relevant opinions of the different stakeholders and user organizations. When relevant, related findings from the SLR are used to complement the informants' views. First, Section 4.1 presents the overall results of the chosen methodology, such as metadata and details about the respondents. Section 4.2 presents the main findings regarding the expected impact of extreme weather in NGN. Section 4.3 highlights the findings concerning alternative solutions to re-establish communication, before Section 4.4 mentions the different stakeholders' views of minimum requirements in the alternative solutions. This chapter lays the foundation for the discussion in Chapter 5.

### 4.1 Respondents and analysis

Throughout the interview process, a total of twelve different informants were interviewed. All interviews were held one-to-one, and performed digitally via Zoom or the organizations' own digital channels. Significant effort was made to include the perspectives of different stakeholders within each category, to get more diversified results. An overview of the main categories surveyed is shown in Table 4.2. Four representatives from emergency services were interviewed, representing four different user organizations. Four commercial actors were interviewed, wherein three represent the commercial network operators, and the last one represents a mobile infrastructure provider in Norway. Finally, four representatives of state actors were surveyed. A more detailed presentation of individual categories are presented below. Recall that pronouns are randomized in the presentations to ensure the informants' anonymity. The interviews are included in the form of transcriptions in the appendix, and relevant quotes are presented in this chapter, in relation to the respective topics.

The interviews resulted in 179 pages of transcriptions. Through analysis of the interviews, a total of 639 quotes were of interest, distributed over 197 codes, and divided into ten different main themes, using the qualitative data analysis tool NVivo.

Research question	Theme	Section
RQ1	Expected impact of extreme weather in the future	4.2.1
	Consequences of weather-induced failures in a PSN	4.2.2
	Efforts to make networks more resilient	4.2.3
RQ2	Permanent network solutions	4.3.1
	Semi-integrated solutions	4.3.2
	Independent solutions	4.3.3
	Preventive solutions	4.3.4
RQ3	Minimum service requirements for stakeholders	4.4.1
	Complexity of re-establishing communication	4.4.2
	Storage and transportation of solutions	4.4.3

**Table 4.1:** The main themes revealed through interviews, and respective RQ.

These themes are presented in Table 4.1. For instance, one code that was created is “The most important feature is local communication”, and this code belongs to the theme “Minimum service requirements for stakeholders”. All codes are summarized in Appendix E. Being an exhaustive approach, coding required much time and effort, but was expected to yield more structured and accurate results than any less systematic approach would have.

Category	Number of interviews	Number of informants
User organizations	4	4
Commercial actors	4	4
State actors	4	4

**Table 4.2:** The total number of interviews and informants.

### User organizations

When considering the user organizations, the goal was to interview representatives from all three main emergency service agencies. One representative from each was surveyed, as well as an additional representative from the Norwegian Air Ambulance Services. An overview is shown in Table 4.3. Three of the informants are or were everyday users of Nødnett, and the fourth representative is the chief within their district who had a central role during the Gjerdrum disaster. The informants gave valuable insight as to how the agencies are structured and operate, including the importance of local communication and the role of control rooms during incidents. The users agreed for the most part regarding the importance of Nødnett, but had

some different opinions as to what the most crucial aspects of the network are. These opinions are detailed more in Section 4.4.

<b>Emergency service</b>	<b>Interviews</b>	<b>Appendix</b>
Fire and rescue	1	F
Police	1	G
Ambulance	1	H
Air ambulance	1	I

**Table 4.3:** The informants representing the user organizations.

### Commercial actors

When interviewing commercial actors, it is especially important to get input from different stakeholders to mitigate potential bias. There are three mobile network operators in Norway – Telia, Telenor and Ice. Representatives from all three were invited, but only two of the operators responded after several attempts to schedule an interview. A total of three people were interviewed from these two companies. One representative from each company works directly with 5G and network architecture, and both representatives have valuable insight as to how the networks are deployed today, and will be deployed in the future. The third representative has a central role within his company regarding the organization’s NGN project. Finally, one representative from a central infrastructure provider was interviewed in order to get perspectives on the different technologies looked at so far. This was the last scheduled interview, which made for a great opportunity to discuss potential strengths and weaknesses regarding the alternative solutions presented in Section 4.3. Table 4.4 presents the commercial actors that were interviewed.

<b>Commercial actor</b>	<b>Interviews</b>	<b>Appendix</b>
Mobile network operator 1 (MNO1)	2	J, K
Mobile network operator 2 (MNO2)	1	L
Infrastructure equipment provider (IEP)	1	M

**Table 4.4:** The informants representing the commercial actors.

### State actors

The third and final category comprises the state actors relevant to Nødnett or communication technology as a whole. First of all, two different representatives from DSB were interviewed, in which one of the representatives is responsible for support in Nødnett and has years of experience with Nødnett from both a user’s perspective, and an owner’s perspective. The other representative works with development in Nødnett, and has years of experience with development of Nødnett services and a

comprehensive technical insight. One representative from Nkom gave perspective from a regulator’s standpoint, as well as providing expert knowledge relating to satellite technology, central when it comes to alternative communication. Finally, through other interviews, it was revealed that the Norwegian Defense have been working towards alternative solutions to re-establish communication a couple of years already. Therefore, it was decided to interview one representative from the Norwegian Defense Materiel Agency, to discuss his findings and experiences so far, relating to the 5G-VINNI and FUDGE-5G projects. The state actors are listed in Table 4.5.

State actor	Interviews	Appendix
The directorate for civil protection (DSB)	2	N, O
The communications authority (Nkom)	1	P
The Norwegian Defense (Defense)	1	Q

**Table 4.5:** The informants representing the state actors.

## 4.2 Research Question 1: Effect of extreme weather on 5G-based PSNs

This section presents a selection of the most important findings with regard to how mobile networks may become more susceptible to weather-induced failures in the future. The section addresses what the stakeholders expect extreme weather’s role to be in the future, how mobile networks may become more resilient, and what efforts are being put in place from a governmental perspective to robustify the electrical communication sector. It should be noted that the informants aren’t experts on extreme weather or meteorological phenomena, but they have experience with how weather has affected the networks in the past, and their insight can be applied to assess the future impact in relation to global warming and expected frequency of extreme weather events. First-hand accounts of challenges during extreme weather events are also presented, through the eyes of the first responders.

### 4.2.1 The expected impact of extreme weather in the future

When asked about the reasons why failures happen in the mobile networks, stakeholders were clear. As shown in Table 4.6, they responded for the most part unanimously regarding failures. [Q-4] points to the two main ways in which the network could become unavailable due to external effects, referencing the network core, and the power and transmission lines. The network core itself is well protected and therefore unaffected when it comes to extreme weather. Power and transmission, however, are exposed to weather-induced events such as trees falling over and breaking fiber and power cables, as mentioned by [J-18] and [L-26]. This confirms what the Nkom report says, in which 50 % of reported incidents in the networks are broken fiber, and

16 % are caused by power failures [Nko22b]. In other words, two thirds of reported incidents relate to fiber and power issues. Worth mentioning, broken fiber is also caused by other factors than extreme weather, such as accidental digging. The report adds that fiber-related failures most of the time affect parts of a municipality, and sometimes a whole or several municipalities. Another issue related to fiber and power is the fact that the failure often affects more than one MNO, as the different networks usually rely on the same transmission or power supply to function [Nko22b]. The report elaborates that fiber-based failures usually last between five to ten hours, but sometimes spanning several days especially when extreme weather causes multiple complex failures simultaneously. These findings are very interesting when defining the requirements for alternative communication, both with regard to their deployment time, as well as how long they need to function. Moreover, it concludes that one should expect climate change to cause more severe natural disasters in the future, causing increased stress on transmission networks.

Reference	Comment
Defense [Q-4]	The two things we fear the most, the two worst things in the mobile networks, are of course the core, [removed]. They aren't easy to take out. But the main transmission and power, that is vulnerable.
MNO1_1 [J-18]	Power. Power is definitely the main reason [for coverage failure]. Failure number two are trees, blowing over, and if they don't hit the power cables, they [may] hit the fiber cables.
MNO2 [L-26]	What often happens, is that where the power lines go, where there are forests, the fiber line usually goes through the same post. So when the trees fall over, they take out both power and transmission. But most frequently it is power loss, and transmission failure, transmission to the core. That's what happens. That's the volume of it.

**Table 4.6:** Comments on the reasons for coverage failure.

The stakeholders were asked how they think extreme weather will pose a threat in the future, particularly with regard to NGN. For the most part, the informants agreed that the networks must develop to address the increased threat of global warming. A selection of the informants' views are presented in Table 4.7. The Nkom representative had some interesting views on the expected robustness of the network, compared to the increase in extreme weather events. In [P-122], the informant mentions power as the main reason for failure, and that robustifying measures will make downtime

converge towards zero, given the extreme weather situation of today. However, this statement is interpreted as a figure of speech, as the informant quickly reassesses that extreme weather most likely will lead to an increase in extreme weather events, such as wildfires due to extreme drought, and more weather in general, counteracting the robustifying measures to some degree. [M-27] mentions strong winds as a reason for failure or service degradation, when assessing the future impact of extreme weather on the mobile networks. Finally, [K-14] concludes that climate change is a much bigger threat to the networks than before, implying that the trend is expected to continue. The informant emphasizes the need for preventive, reactive and redundant solutions, in order to assure a continued service in the event of coverage loss in a BS.

Reference	Comment
Nkom [P-122]	The power grid was the problem, not the mobile network per se. That development continues. Given that the extreme weather situation stays the same, I would think that we converge towards zero downtime. To use a populist expression, the time of the downtime is past.
Nkom [P-122]	But then you can look at it from a different perspective, with climate change, and all that follows, you could say that wildfires could increase, we could have more drought, and more weather in general, and that would pull in the other direction.
IEP [M-27]	You have powerful winds that can tear down equipment, or over time antenna cables can loosen, and you get [passive intermodulation] and a number of different technical quality issues.
MNO1_2 [K-14]	We see that climate change puts the networks to the test much more than before. I see that this is something that definitely needs to be taken into account when designing and developing the networks. Both revealing the root cause of coverage loss, and measures to secure continued operations, or having redundant solutions that can take over when a BS loses coverage.

**Table 4.7:** Comments on expected future impacts of extreme weather.

One of the informants elaborated on the more exposed areas with regard to coverage loss, as shown in Table 4.8. One MNO points to the more rural areas as the most affected when it comes to weather-induced failures. This is due to a

combination of MNOs being required by the government to build their infrastructure in the same locations, and a lack of different transmission paths in the districts [L-32]. This is a measure to reduce environmental impact, which unfortunately causes the different networks to be more susceptible to the same failures. In contrast, the same MNO mentions in [L-30] that extreme weather plays a smaller role in the larger cities, as a result of overlapping coverage. To add to this, the infrastructure in the cities is usually located in or on top of buildings, with more robust power and transmission than that of a single BS in the countryside. The Nkom report confirms these statements, as it points to the fact that the goal of redundant transmission between larger towns of more than 10,000 people is satisfied, but not entirely for smaller towns of less than 10,000 people. In fact, only 600-700 smaller towns, of a total 921, satisfy the goal of redundant transmission [Nko22b]. In short, Nkom estimates a need to increase the number of physically separate transmission lines in 200-300 smaller towns, increase redundancy in 450 smaller towns, and increase the autonomy of 400 smaller towns. They estimate a cost of over five billion NOK to achieve this.

Reference	Comment
MNO2 [L-32]	Often, when you go out to the districts there are fewer [transmission paths]. Even though the MNOs, we try to be co-located in the same [infrastructure]. If someone builds [infrastructure] in one place, it is not normal for another MNO to build their own infrastructure 50 meters away. You try to place your equipment in the same place. We are required to do so.
MNO2 [L-30]	When you go to the largest cities, those with more than 60,000 people, this is not a real issue. If the BS outside of your house [breaks down], you probably have residual coverage from another BS. In the cities, this is a smaller issue.

**Table 4.8:** Comments on the most exposed areas with regard to extreme weather.

### 4.2.2 Consequences of weather-induced failures in the PSN

Several of the informants talked about the potential consequences of losing communication, especially during extreme weather events. Table 4.9 presents a selection of their views on working with limited to no communication. The air ambulance representative discusses how much of a surprise losing communication would be for the emergency services, and how uncomfortable this would be [I-72]. When asked about her opinion on losing both the mobile network and Nødnett due to

the same failure, the informant expresses her worry. The informant addresses the importance of communication, especially during an extreme weather event, as the need for emergency services increases. The ambulance worker agrees, referring to how the public was unable to call for help due to a failure in all the mobile networks in Vestfold and Telemark in November 2021 [H-18]. The police mentions the importance of a backup solution when Nødnett fails, stressing the need for another network that can be used in such situations, and how sufficient situational awareness was absent when they once lost Nødnett due to a software error [G-81]. A DSB representative takes it one step further, referencing the Gjerdrum disaster, and how communication was vital for the first responders, calling Nødnett their lifeline, and how the task leader was certain he sent his men to die, when he dispatched them into the pit, because houses were still coming down [N-60]. A lack of communication in such an event would certainly have increased the risk of losing more lives that day.

Reference	Comment
Air ambulance [I-72]	It would come, as of now, as a surprise, because we are so used to having our radio beep when AMK wants us to dispatch. We can talk to health, police. Losing this would immediately create a very [unpleasant situation].
Air ambulance [I-42]	Immediately, for me it is very worrying [if Nødnett and the mobile network fails at the same time]. No question, that is very worrying.
Air ambulance [I-70]	You are 100 % dependent on the ability to communicate with your surroundings. When dealing with extreme weather, the need for emergency services increases, and a loss of coverage in that scenario, that would not be good at all. To put it mildly.
Ambulance [H-18]	In a way, [the loss of coverage] caused an indirect threat. The public were unable to contact us like before. They were dependent on their phones to call AMK, and they couldn't do that.
Police [G-81]	But we lose that backup possibility we have today, if the mobile network fails, we have TETRA, and vice versa. [...]. So yes, that is critical. It is important that you have that backup possibility.
Police [G-24]	[Everything] was much more cumbersome [when we lost TETRA]. You can send fewer text messages, critical messages had to be called in, causing my partners to have less situational awareness than me.



---

DSB [N-60]	<p>The first ones who arrived at the scene [in Gjerdrum], especially fire, were all the way down on the edge of the landslide, rescuing people from their homes, jumping out of windows and walking out the front door, and behind them their home fell into the pit. I think communication was vital. It was their lifeline. And I have talked to the task leader, he was certain he sent his men to their deaths.</p>
------------	---

---

**Table 4.9:** Comments on operating with limited to no communication.

One of the informants, the ambulance worker, was selected due to his personal experience with working during challenging conditions. The extreme weather event that happened in Vestfold and Telemark in November 2021 caused power outages and network failures in both the mobile and TETRA networks. The large number of trees that had blown over caused massive failures in the power supplies throughout several counties, affecting both BSs and transmission. In Table 4.10, the ambulance worker shares some of his accounts from the extreme weather. Luckily, the ambulance worker had brought a chainsaw to work that day, which proved useful. The informant describes how the power went out first, followed by a loss of coverage in the mobile network, and the eventual loss of Nødnett [H-10]. It was decided after some hours that all available satellite phones in the county should be handed over to the emergency services, in order to establish some connection back to the control rooms. The ambulance worker also describes how Nødnett was gone for several days, while the mobile network was re-established sooner. Still, the period with no network at all really limited the public’s ability to call for help. Note that in NGN, whenever one fails, both fail, as NGN and the public network are based on the exact same infrastructure. In order to assist people in need, an ambulance and a fire truck was placed in an intersection, and a message was broadcasted over NRK to inform people to go there if they needed help [H-18]. A DSB representative explains the reason for the network failures, proving how even eight hours of backup power in individual BSs is insufficient when a failure happens in the transmission network, cutting off communication to the core network. The failures in the transmission networks were the reason why the networks failed sooner. At some sites Nødnett suffered failures for several days [N-28], [O-16]. This extreme weather event shows just how vulnerable both emergency services and the public are, when faced with extreme weather and network failures.

Reference	Comment
Ambulance [H-10]	We had to use a chainsaw to get through certain places. First, the power disappeared, and I believe there was backup power in some BSs that lasted for some hours. Then the mobile network failed, and some hours later Nødnett failed. Then we had nothing. Absolutely nothing.
Ambulance [H-10]	After some hours [without coverage], it was determined that we should have a satellite phone. We had no satellite phones, so those were gathered by the municipality officials, from fire and rescue and those who had them. And then we established communication with AMK.
Ambulance [H-10]	What I experienced was that Nødnett was gone for several days. The mobile network came back sooner. But in the period we had neither the mobile network nor Nødnett, it was a great disadvantage for the public, as they were unable to reach the emergency services.
Ambulance [H-18]	One ambulance and one fire truck was placed in an intersection in Rauland, so people could go there. And a message was broadcasted over NRK that the emergency services were placed there, and that the public had to go there if they needed help.
DSB [N-28]	When everything else fell down, some users complained to the media that they were promised that [the network] would be running for eight hours. They lacked some understanding. Yes, the BSs were perhaps running for eight hours, but the dependencies they have in the network were unable to deliver.
DSB [O-16]	When BSs suffer failures, it can take everything from minutes to days. Some sites were down for days.

**Table 4.10:** Comments on the extreme weather in Vestfold and Telemark.

### 4.2.3 Efforts to make networks more resilient

Several of the informants within the commercial and state actors mentioned what is called the program for “forsterket ekom”, which translates to Reinforced Electronic Communication (REC). This is a result of the Electronic Communication Act of 2003, which states that the network providers shall ensure sufficient security for their users

during peace, disasters and war [Lovnd]. The REC program is a financial contribution from the government to increase the robustness of the digital foundation [Nkondb], ensuring 72 hours of backup power in strategic BSs in the municipality, as well as in the primary transmission to those BSs. In addition, an additional connection is provided to the strategic BS, to increase redundancy. From 2014 to 2022, 85 municipalities have joined the initiative. Another 13 are expected to join by the end of 2022 [Nkondb]. Table 4.11 shows some of the comments made by informants regarding REC, indicating the informants' beliefs that REC is an important initiative. The Defense representative points out a desire for the Justice Department to speed up the process to get more strategic points in municipalities as soon as possible, as the weather will only get worse [Q-24]. Moreover, the informant requests more robustifying measures in the mobile networks in general, similar to what is currently being done in REC [Q-66].

Reference	Comment
Defense [Q-24]	If I were to beg the [Ministry of Justice], it would be to facilitate speeding up this process, to get REC. The weather will only get worse.
Defense [Q-66]	For one, we should robustify the mobile networks in general, and have special focus on power perhaps, and transmission, and I think a lot is already being done in the reinforced electronic communication program of Nkom.
Nkom [P-6]	Strategic points in the municipalities, preferably the municipal centers. To ensure that crisis management can communicate during a larger disaster, and to provide the public with a place to share their information.
MNO2 [L-8]	And you have what is called reinforced electronic communication sites which have power supplies and such. Typical municipal centers, and such. Those are provided with redundant transmission.

**Table 4.11:** Comments on reinforced electronic communication.

Some measures are also being taken by the MNOs themselves, in order to robustify the networks independent of the REC program. Table 4.12 presents what one of the MNOs are doing to make the networks more resilient. An MNO describes dual homing, an effort to make the network more robust by providing more than one transmission path from BSs to the core network [J-24]. In addition, the MNO plans to build smaller clusters of BSs, so that fewer BSs are dependent on the same

infrastructure. It would then require massive failures in order to have as severe consequences as today, because one single failure would affect fewer BSs.

Reference	Comment
MNO1_1 [J-24]	As far as I know, [MNO] is the only operator that has decided to implement what is called dual homing. This means that 80 % of the BSs will get better operational stability when the 5G deployment is finished.
MNO1_1 [J-24]	When we build our 5G network, simply put, we build less BSs on the same clusters, so that the consequences of a power failure or fiber failure are less severe, and it would require [a failure] in a very large area, before you see the same consequences [as today].

**Table 4.12:** Comments on how mobile networks may be more resilient in the future.

This section has presented a selection of the different stakeholders' views regarding RQ1, namely the future of extreme weather and the threat it may pose to mobile networks, specifically NGN, in the future. The different actors agree that weather is expected to become more extreme in the years to come due to global warming, and that measures must be taken with regard to the robustness of mobile networks and the power supply. The commercial and state actors are unanimous when discussing the reasons for weather-induced failure, pointing to loss of power and broken fiber as the main factors, primarily due to trees falling over the power lines. The different informants also agree that preventive measures are the most important, as it would prevent most of the network failures from happening in the first place. First-hand accounts have given valuable insight as to how crucial communication is during a natural disaster, and how critical it would be to lose.

### 4.3 Research Question 2: Solutions to re-establish communication

This section presents the findings of interviews concerning RQ2, looking at how mission-critical communication can be re-established in the event of a network failure. This section is not concerned with the individual solutions' ability to fulfill the minimum requirements of the users, but presents a set of solutions to re-establish communication in the event that one or more BSs have lost coverage in an area. The different solutions fall within one of four main categories, depending on how they are implemented. The first set of solutions includes the technologies that are defined by 3GPP, and can be implemented solely through the MNOs and their infrastructure

providers. The second set of solutions combine new and more dynamic technologies with the permanent network infrastructure or core. The third set of solutions are the solutions completely isolated from Nødnett itself, but which may provide users with mission-critical communication regardless. The final set of solutions are preventive efforts to avoid a failure in the first place, or mitigate its severity. These are not solutions meant to re-establish communication, but included in the results because most of the informants stressed the need for preventive measures.

#### 4.3.1 Permanent network solutions

Informants were asked about their opinion on the different 3GPP-specific technologies to maintain or re-establish communication in a failure situation. A selection of comments are shown in Table 4.13 and 4.14, highlighting the strengths and likelihood of implementing such solutions. One solution that was discussed is so-called “Cell on Wheels” (CoW), a BS that is mounted on smaller trailers and can give coverage in an area where a BS has failed or needs maintenance, or when increased capacity is needed for an event, such as a festival. The different MNO representatives had different opinions on the usability of such CoWs, one informant saying that they haven’t been used in response to a disaster since 2000 [J-36], and another informant addressing the need for such solutions in NGN, as a solution similar to TBS in TETRA [K-36]. Some informants also mentioned a solution called Cell on Wings, something AT&T has dubbed Flying CoW, currently being tested in pilot projects with the Norwegian Defense [K-40].

Reference	Comment
MNO1_2 [K-36]	We have [CoW] because we have seen that we have a commercial need for it, and that need will be even stronger when DSB is to use our network [...]. For NGN, I think that’s something we certainly should have requirements for.
MNO1_2 [K-30]	[...] they will be able to communicate locally if the access network or transmission is broken. They will then be able to communicate locally in an area. So it is an advantage for them to have [ IOPS].
Nkom [P-76]	[IAB] means that you can use another BS to feed an existing BS. If you lose power, or just the fiber to the BS, you can feed it from another BS.

MNO1_2 [K-28]	I think that [ ProSe] will be something the emergency services will have the need for. That’s something, that when they publish the tender, that will be a requirement they have for the MNO to deliver.
MNO2 [L-8]	[ ProSe] is the ultimate survivability [tool], both with transmission failure, BS failure, and also places where there are coverage holes. Either in caves or tunnels.

**Table 4.13:** Comments on permanent network solutions.

IOPS was mentioned as a potential solution to create local communication between first responders in the event of a failure in the access or transmission networks [[K-30]. However, due to the fact that IOPS is yet to be defined, and no 3GPP solution exists in 5G today, the MNO was reluctant to confirm the likelihood of implementing it, on the grounds that implementing non-3GPP solutions in the mobile network would increase complexity and cost [K-32]. IAB, a solution that is defined by 3GPP for 5G was mentioned by a number of different informants, who confirmed the advantages of a fiber-independent backhaul technology for BSs. One MNO issued some skepticism towards the relevance of IAB, however, questioning how often one would need such a solution, implying a cost-benefit relation that would make the solution irrelevant [L-66]. Still, and yet again referencing the Nkom report, 50 % of transmission failures are caused by fiber failures. If IAB could replace, or at least mitigate, the consequences of fiber failures, up to half of the transmission related coverage failures could be prevented [Nko22b].

Reference	Comment
MNO1_1 [J-36] [PH]	You know what, I can’t remember the last time we used [CoW] in a disaster. We used it in the Åstad disaster [in 2000], it’s that many years ago. One of the reasons why is that it has to be transported into an area, it needs power and it needs connection.
MNO2 [L-66]	I won’t rule out that [IAB] will be a good additional solution. But that assumes that the BS suffering coverage failure only has transmission failure [not power failure]. And then it’s like, how often is that the case?
MNO1_2 [K-32]	I think most things are possible technically, but we don’t wish to deviate from 3GPP standardization. You’ll introduce more complexity which in turn introduces higher costs.

MNO1_1 [J-52]	[ ProSe] is something that came early in the specification for the mobile network, originally in 2G I think. We have never implemented the technology, and I haven't heard any plans for it in 5G either.
DSB [O-49]	It's not expected that Sidelink in 5G will have the same range as in TETRA, it won't have the same transmitting power. It won't be as robust.
IEP [M-79]	I haven't had any particular faith in [ ProSe], mainly because even if all emergency services use it, it'll still be small volumes for those who produce the chipsets in phones.
Nkom [P-82]	[ ProSe] will probably be easier in a SA 5G network than these NSA networks where you use a lot of Frequency Division Duplex (FDD). When you have Time Division Duplex (TDD), and transmit and receive in the same frequency bands, it will be easier to manage.

**Table 4.14:** Comments on whether permanent solutions will be relevant in NGN.

A final functionality that is much used in TETRA today is DMO. ProSe is the 3GPP version of such D2D technology. The different MNOs agree that ProSe is a solution that emergency services need, and one of the informants even calls it the ultimate survival tool [K-28], [L-8]. However, ProSe is a solution with much uncertainty, according to the MNOs, DSB, and IEPs. It has been defined since 2G, but is yet to be implemented in any mobile network in Norway [J-52]. According to a DSB representative, ProSe won't have the same robustness and capability as TETRA's DMO [O-49]. The IEP argues that it is unlikely to be included in chipsets, due to a combination of a small user base, and IEPs' focus on reducing capability to reduce the cost of terminals [M-79]. Nkom is cautiously optimistic with regard to ProSe, referring to 5G's use of TDD as opposed to 4G's FDD, reducing the complexity of Sidelink transmission between terminals [P-82].

### 4.3.2 Semi-integrated solutions

Semi-integrated solutions denote the set of technologies that are partially deployed by other actors than the MNOs themselves, but still provide limited Nødnett services and a connection to the core network through non-permanent and dynamic network infrastructure. Whereas permanent network equipment includes the core network, fiber cables and BSs owned and operated by the MNO, semi-integrated equipment in

the sense of this thesis includes modems, antennas, satellites, drones and more, not owned by an MNO, but for instance DSB, Starlink or even the emergency services themselves.

A recurring theme throughout the interviews is the need for tactical bubbles when the commercial network infrastructure itself suffers failures. Tactical bubbles are networks that can be deployed within a certain time, and give coverage locally within an area, independent of the underlying infrastructure that may have suffered failures. The Norwegian Defense is an actor with great interest in such networks, due to the importance of communication in the military. The Norwegian Defense Materiel Agency is testing a private network called FUDGE-5G, which stands for Fully Disintegrated private nEtworks for 5G verticals. Several other informants have also referred to this project as one of the most advanced pilots for 5G autonomy today. Table 4.15 presents a selection of the informant's comments regarding the technical specifications of the network. In short, the FUDGE-5G project is an autonomous private network, with network edge functionality to provide coverage in areas where the network is unavailable. The network runs on a combination of Lithium-ion batteries and diesel generators, with a private 5G core connected to a data center onboard, creating a fully autonomous network with a radius of up to nine kilometers with dedicated spectrum. The informant also mentions tactical communication nodes, which are multi-channel routers mounted on their army vehicles, which connects the vehicle to all the commercial networks, as well as satellite for situations in which the commercial networks are unavailable [Defense 11-5]. These routers, with everything included, fit within a box of 30x20x10 cm, with flat satellite antennas mounted atop the vehicle. A central issue, referred to by several informants, is how the frequency spectrum should be managed when deploying mobile private networks, such as the FUDGE-5G trailers, or multi-channel routers. The frequencies are carefully distributed in the commercial networks to minimize interference and spectrum disturbance between cells. If a tactical bubble is deployed to replace a BS, it is important to consider what frequencies that BS was allocated. Some informants point to the strengths of 5G NR and DSS, as a way to dynamically allocate frequencies. One informant even suggests keeping some reserved spectrum for NGN, so that functional BSs in the vicinity can turn off that frequency for commercial use when NGN needs it, mentioning the 700 MHz spectrum [M-59].

Reference	Comment
Defense [Q-44] [PH]	Onboard these networks we have large, heavy batteries. We can last 10 hours on Lithium power. We have Honda-generators with us, and solar panels, so that we can run for a long time in good conditions.



Defense [Q-44]	We have a small data center, an Amazon edge, Amazon Snowball Edge. Military ruggedized edge, that runs the 5G core, from an Italian provider named Athonet.
Defense [Q-44]	Fully autonomous, this bubble provides services up to nine kilometers, and very high network speeds. The wagons cover 360 degrees, with dedicated spectrum, so that we don't need to plan.
Defense [Q-66]	If we supplement with private networks that can easily be flown in, that is something that should be looked at, as a cooperation between the MNOs and Nødnett.
Defense [Q-44]	We are the first in Norway to have [Starlink] equipment [...] from SpaceX. We have flat panel antennas in the car. The point is we have multi-channel routers onboard the vehicles, that take in Ice, Telenor, Telia and satcom.
Defense [Q-16]	These multi-channel routers are 30x20x10 cm. Such a box, highly graded, you can connect and have a lot of modems built-in.

**Table 4.15:** Regarding the Defense' solutions for tactical bubbles.

Different solutions are discussed with regard to backhaul connectivity. The informants seem to agree that the best solution in order to establish communication to the core network is satellites, specifically low-orbit satellites, like the LEO satellites discussed in Section 2.3. Table 4.16 includes some of the comments informants made with regard to satellite and other non-terrestrial technologies for connectivity, both locally and for backhaul. One issue with satellites for voice communication is end-to-end delay. Nødnett today has TBS with satellite as backhaul in three of them at a time, and they utilize a GEO-stationary satellite for backhaul connectivity, and interestingly the users report no issues with regard to voice-based communication [N-44]. The Norwegian Defense are currently testing low-orbit satellites as backup for transmission, predicting satellite technology to be a game changer with regard to future network failures [Q-75]. The IEP and MNOs also mention drones as a solution to re-establish coverage over an area, by deploying tethered drones. Tethered drones may be fed with continuous power through batteries or generators on the ground, as well as fiber [M-107], [K-40].

One potential issue with satellites in mission-critical communication is the concept of national autonomy. Sending sensitive data out of the country, as one would when using satellites, might impose a security risk [P-48]. However, the informants in general seem to agree that national autonomy will be a non-issue in critical situations

where the ability to communicate could mean the difference between life and death [F-62]. Another challenge, especially with regard to distributed core functionality, is the fact that authentication still needs to be handled, for the individual users to attach to the private network. MNOs may be critical to the idea of distributing cryptographic keys in a number of different edge locations, as those servers are more exposed to theft and other security concerns. The [M-19] representative mentions some precautionary solutions to this, by either using subsets of keys, or having integrated mechanisms for erasing the contents of the servers in the event of intrusion. If the MNOs refuse to share cryptographic keys in private networks, workarounds are needed, so that users can be authenticated in the tactical bubbles when working in autonomous mode.

Reference	Comment
DSB [N-44]	We have TBS as a backup solution, and some of them have satellites as a possibility for transmission. And for speech we notice no delay.
Defense [Q-75]	For instance, for transmission solutions we are testing low orbit satellites. That can be a game changer if things fall out.
IEP [M-21]	You also have the opportunity to send the control plane over a low speed link, because there isn't much data to send over that link. Over satellite or a microwave link.
IEP [M-101]	We have actually done something there with Google, Google Loon. It's an airship, a balloon, that Google has used to create coverage in areas with low population density.
IEP [M-107]	They discussed having [a BS] on a drone, and then we have small-cell, and a cable up to that drone. That is something the Norwegian Defense is looking at. Tethered drones. That's also a possibility.
MNO1_2 [K-40]	We have some pilots on drones. BSs in drones, to fly up. We have some pilots regarding that, but how far we have come, [...] I'm not sure.

**Table 4.16:** Comments on non-terrestrial technologies.

### 4.3.3 Independent solutions

When the commercial networks and TETRA broke down during the extreme weather in November 2021, what eventually saved the emergency services was satellite phones and forest protection radios. These networks are completely isolated, and able to

resist the specific failures that cause coverage failures in the mobile networks. Table 4.17 shows some of the comments on alternative radio technologies. The ambulance worker explains how they after some time acquired satellite phones, and how they had to carefully position the equipment to reach the satellite [H-10]. Satellite telephony was a completely improvised solution from the emergency services' perspectives, but gave them the ability to share situational awareness to the control rooms. Satellite phones did however not ensure local communication, and the situational awareness had to be relayed through the control rooms. For local connectivity, some forest protection radios were obtained, but those radios did not give connectivity to other people than those who had obtained such radios [H-22]. The representative from fire and rescue shares his opinion on these solutions, and the positive sides of having creative people in situations where communication has failed, but emphasizes the fact that the person you wish to talk to needs to improvise the same solution as you [F-30]. DSB actually encourages the users to keep in mind the possibility that Nødnett one day fails, and to plan accordingly by having some alternative solutions themselves. The representative from fire strongly disagrees, demanding a common backup solution for all, defined by the government.

Reference	Comment
Ambulance [H-10]	First of all [satellites] are designed to be used outside. [...]. You need line-of-sight to the satellite. It helps you establish some form of contact, but it's a bad form of contact.
Ambulance [H-22]	The fire department and some [resourceful people] mobilised a forest protection radio system, so that we obtained some forest protection radios. That's an OK internal communication network. We had those. But it doesn't go to neither AMK or anyone else.
Fire [F-30]	It's great that people are creative, and solution oriented, and are capable of finding a solution. But if the person you are trying to contact hasn't thought of the same as you, you won't be able to reach them.
Fire [F-28]	The government needs to take more ownership and set standards for what solutions we should have. There should be a common solution, it doesn't help that fire does one thing, police another and health services a third.

**Table 4.17:** Comments on satellite telephony and alternative radio.

Some informants discussed having a dedicated radio network as a backup to NGN, referring to today's TETRA network as a potential solution to re-establishing communication between emergency services. However, most informants agree that TETRA is an expensive solution, especially to maintain solely as a backup solution. However, one of the users expresses her frustration with the government's decision to cut different backup technologies. The representative refers to extreme weather as a challenge that has existed forever, and that cheap analog radio systems with long coverage range have been removed from strategic points in Norway [F-28]. An MNO explains the government's decision as a cost-benefit issue, in which they have to decide how much money they are willing to spend on redundant solutions in Nødnett [J-16].

#### 4.3.4 Preventive solutions

Although not intended to be within the scope of this thesis, preventive solutions have been stressed by close to all informants as the best way to avoid network failures in the first place. Table 4.18 shows a selection of the many inputs from the different stakeholders regarding efforts to avoid a power-related failure. Some of the state actors encourage a combination of robustifying and preventive activities, such as cutting trees close to the power lines, and even rewarding those who do this [Q-66]. In addition, there are ongoing discussions as to whether the mobile networks should be the ones to increase robustness, or if resources are better spent in the power sector. The informant does not believe that 72 hours of backup power in all BSs is a likely alternative [P-8], [P-122]. An MNO shares the opinion of the other informants, believing that preventing power failures is the best preventive measure [K-82]. Interestingly, one of the representatives from DSB somewhat disagrees, believing that the MNO(s) responsible for deploying NGN will be required to increase their requirements with regard to uptime, redundancy and backup power, due to the mobile networks becoming critical infrastructure as soon as NGN is deployed [N-24].

Reference	Comment
Defense [Q-66]	Thinking two things, both robustifying existing [infrastructure], but also for instance private networks. Better solutions for power, of course. [...]. Cutting trees close to power lines, rewarding it even.
Nkom [P-8]	It is being discussed whether it is beneficial to improve the mobile networks with more backup power capacity, or if it is better to use that money on reinforcing the power sector.

Nkom [P-122]	That is the X-factor, what happens to the power grid? I have no belief whatsoever that you will have 72 hours of backup power on every single BS.
MNO1_2 [K-82]	Some of our input, which I believe is important for society as a whole, is to prevent the power from failing, both in transmission and to the BSs. That is the most preventive measure possible.
DSB [N-24]	How I see it, there will be higher requirements. Given that we are what is called a critical infrastructure, I believe that the provider, or the providers, of NGN, will have to adjust their requirements for both redundancy, uptime and backup power.

**Table 4.18:** Comments on preventive measures as most important in NGN.

In addition to preventing the power supply from failing, BS survivability can be improved by having better solutions for backup power, according to some of the informants. Table 4.19 presents some of the different ideas the stakeholders have with regard to alternative power supplies. They mention using renewable energy sources like wind, solar or hydrogen fuel cells. Other solutions include more efficient use of batteries and off-grid power supplies, in order to extend the time in which the BS can operate. A final note, and interesting approach that is mentioned by one of the MNOs is the ability they have to reduce the number of active frequencies in a cell, to perhaps only one, in order to double the lifetime of the BS when operating on backup power [L-20].

Reference	Comment
Ambulance [H-44]	We had a BS on top of a mountain. It was covered in solar panels and equipped with a windmill. It never failed, regardless of the weather. We had to change batteries now and then, that's it.
Defense [Q-47]	They can't just say that, hey, let's have thousands of diesel generators on all BSs.
Defense [Q-49]	I am just thinking [aloud], today we have 100 kW batteries on Teslas. Imagine driving out with the battery and connecting when required, or flying it in, or diving with snowmobiles or tracked vehicles.

MNO2 [L-42]	And it can be solved of course, by using hydrogen fuel cells. Trollstigen, that [BS] runs on solar and hydrogen, and hydrogen can give longer runtime.
MNO2 [L-20]	In an extreme weather situation, where you run on backup power and want to save power, you can shut down frequencies. Shut off the radio. Then you can continue operating with only one frequency, and in that way increase the battery time by a lot.

**Table 4.19:** Comments on alternative power solutions.

This section has presented some of the many opinions the different stakeholders have about RQ2, namely alternative solutions to re-establish communication. Solutions include autonomous or mobile tactical bubbles, to provide both local communication between departments, and backhaul connectivity to the core network through satellites. The solutions are grouped by their deployment model, being fully implemented by MNOs, partially interconnected with the commercial networks through independent infrastructure, or completely isolated from the commercial networks. Finally, some views on ways to prevent failures from happening in the first place are presented, with a main focus on power failure being the most frequent reason for network failure.

#### 4.4 Research Question 3: Minimum requirements

This section provides a selection of the opinions different users have on minimum requirements of a solution to re-establish communication after a network failure. This research question is the one where the users' opinions varied the most. There are a couple different aspects to consider with regard to the requirements, the first aspect being the service features themselves, like voice and data communication. Then, in order to actually re-establish communication, the appropriate measures must be taken in order to deploy or activate the technology. Finally, where and how the solutions are stored and transported is relevant to re-establish communication as quickly as possible. How these aspects are weighed will be important when discussing possible solutions later, in order to sort out relevant alternatives for the emergency services.

##### 4.4.1 Minimum service requirements for stakeholders

The informants were asked what they consider the most critical services today, both in day-to-day operations, and during more stressful situations like extreme weather.

Some of the opinions are presented in Table 4.20. When talking about the service itself, they usually agree that voice communication, one-to-one and push-to-talk, should be the absolute minimum service requirement. When asked to elaborate on what they consider will be the most important functionality in the future, they still firmly believe voice to be the most important functionality. They base this on their beliefs that voice is the most efficient way to communicate situational awareness to other units and the control room. Moreover, voice is according to the informants the easiest way to inform units in the field or at home about incidents or changes in the situation. Even when presented with the abundance of possibilities that comes with 5G, like drones, sensors, body cams, and artificial intelligence, most informants firmly reiterate that voice is, and will be, the most critical service requirement. Voice will always be a need-to-have service, and most other services will be nice-to-have. The informants do confirm that the nice-to-have services will help them a lot in a number of situations, but when faced with potential life threatening situations due to extreme weather, voice will remain their basic need. As one of the users repeats a number of times throughout the interview – never forget the basic [I-124].

Reference	Comment
Fire [F-86]	In the first place, you need to ensure that there is a backup system that gives you voice. In that way you'll be able to maintain communication.
Ambulance [H-30]	Voice is the priority one, really.
Air ambulance [I-124]	Never ever forget the basic, that you and I can communicate. And the easiest way to communicate is probably voice. But that's not certain.
IEP [M-53]	Control and command goes before all else. Talk groups and prioritizing and all that must be there.
Police [G-55]	Push-to-talk is absolutely the most important function.
MNO1_2 [K-68]	I have read that still, the most important, in an emergency, is the opportunity to communicate voice. Talk together.
MNO2 [L-10]	If the emergency services have to choose between video or voice, I believe they will choose voice. You have need-to-have and nice-to-have. Need-to-have may change with time, but you must at least be able to talk together.

**Table 4.20:** Comments on minimum service requirements.

The different departments have their own way of operating, and rely on each other and the control rooms to different degrees, as seen in the comments in Table

4.21. The police, for instance, are highly dependent on the control room when responding to violent events, and need to continually communicate their status and potential need for backup [G-32]. However, in larger disasters, they establish what they call ILKO in the field. In those situations, the informant claims that local communication is more important, in order to share situation awareness to those in the area. However, communication between ILKO and the control rooms are still crucial, in order to request additional resources and give situational updates. The air ambulance representative claims they primarily require the initial alarm, in order to respond to an incident. The informant elaborates that as soon as they know what and where, they are usually able to fly out to solve the solution, and if the situation requires it, take the patient to the hospital, even without speaking to AMK if connection was lost [I-64]. Fire is adamant that the most important form of communication when the network itself fails, is communication locally between units in the area [F-70]. It is clear to see that the different departments have varied opinions when asked whether communication locally or to the control room is most important, but they all agree that the possibility to do both is crucial.

Reference	Comment
Police [G-32]	We may encounter a person who is willing and able to hurt us. We are then completely dependent on getting backup as soon as possible, to avoid getting hurt, or hurting that person.
Police [G-50]	We are completely reliant on communication today, both with other units and the control room.
Air ambulance [I-64]	We get GPS coordinates when we are dispatched, so if we were to lose communication, we would still be able to get to the place we were sent to [and solve the situation].
Ambulance [H-26]	If I were to choose, AMK are the ones I would want to communicate with the most, because they possess so many alternatives that we don't have locally.
Fire [F-70]	Always those who are hands on. For them to do their job, they need to talk between themselves. But you are also reliant on resources, reporting [to the control room], you know.

**Table 4.21:** Comments on local versus regional communication.



#### 4.4.2 Complexity of re-establishing communication

When the network fails, and alternative communication must be established, it is important to consider both how the solution is deployed, and who is responsible for deploying it. A solution that is based on the MNOs own infrastructure can be deployed by the MNOs themselves. However, when deploying either semi-integrated or completely separate solutions from the commercial networks, the likely actor to deploy the solution is perhaps the users themselves. If so, the challenge of deploying the solution has to fall within the technical capacity and knowledge of the users. As the comments in Table 4.22 show, the users seem to agree that switching to alternative communication should be as seamless as possible, preferably automated so that the users don't have to think about it. When it comes to actually activating the solution, the police representative thinks all users in Nødnett should know how to do it [G-69]. Other informants address the importance of training and practicing the use of it, so that the act of deploying the solution becomes an automated process for the individual user, especially taking into account all the part-time employees of the fire and rescue departments [N-42], [N-60].

Reference	Comment
Police [G-69]	Everyone, everyone who uses Nødnett should [be able to activate the solution]. All the users.
DSB [N-60]	But then you have part-time employees in the fire department in Norway. [...]. To what extent they are able to handle a backup solution when they never practiced it, well.
Ambulance [H-71]	It needs to be so automated that it is seamless. If you are responding to a traffic accident, if there are more than three buttons to press, you won't be able to do it.

**Table 4.22:** Comments on tolerated deployment complexity.

Another way of measuring the complexity of establishing the solution, is time complexity. When Nødnett fails, how quickly can mission-critical communication be re-established? The air ambulance representative refers to a concept called the “golden hour” [I-90]. It is during the first hour of a life threatening situation, that lives are saved. Heart-related incidents especially require quick treatment. Limiting the time in which communication is unavailable, or even avoiding it in the first place, can be crucial when it comes to saving lives.

### 4.4.3 Storage and transportation of solutions

A final note regarding the minimum requirements to solutions, addresses where the solution should be stored when it's not in use, and how it should be transported in the event that it is needed. As previously mentioned, by limiting the time it takes from network failure until mission-critical communication is re-established, lives can be saved. However, limiting the response time relies on alternative solutions that are quickly deployable. This means storing the solutions in areas that are strategic, and having efficient solutions to transport them to the affected areas. Table 4.23 provides a selection of the comments made by informants with regard to storage and transportation of technical solutions. In short, the user organizations and IEP agree that the solution should be lightweight, easy to transport and well secured. Preferably, the solution should be of such a dimension that it fits in a car, and can be integrated in the car without taking up too much space, considering how the fire department representative expresses some skepticism towards putting too much extra equipment in the cars. Moreover, backup solutions, and especially satellite technology, can quickly impose a question of cost, according to a DSB representative [O-31]. A decision should be made as to how many and which cars should have the solution integrated, to satisfy the needs of the emergency services in a disaster situation.

Reference	Comment
IEP [M-27]	I believe a combination of equipment that is easy to move, and well secured, is the best for Nødnett. It will always be one or another situation that occurs, that you risk losing communications.
Police [G-79]	When we need [the solution], we won't necessarily have the time it takes to go back to the station to pick it up, when Nødnett is unavailable.
Ambulance [H-65]	I believe it is [best to have it] in the car. Suddenly [a failure event] occurs when you need to use [Nødnett]. We can't rely on having to drive [to the station] to pick it up. It must be integrated in the system that's in the car every day.
Fire [F-32]	[The solution] takes up space, you know. If you are building a new service car using millions, and you need space for Locus, Nødnett, and suddenly need [alternative communication] as well, how much do you need in the car?

**Table 4.23:** Comments on storing and transporting solutions.

Mounting backup technology in a car is only relevant for compact solutions. In order to deploy a temporary and perhaps autonomous BS, for instance, one might require external power supply like diesel generators or large batteries, as well as larger servers to run the distributed network functionality and antennas to cover the affected area. Such technologies might not fit in a regular police car or ambulance, and may require their own trailer, like the FUDGE-5G project the Norwegian Defense experiments with. Knowing where these solutions are stationed at all times is important. Moreover, ensuring that the solutions are kept up-to-date and works as supposed, is critical, so that the solutions work when they are needed.

## 4.5 Short summary of interview findings

This chapter has presented some of the main findings of the interviews that are directly related to the RQs of this thesis. First of all, close to all commercial and state representatives agree that the greatest challenges the mobile networks face are weather-induced power and fiber failures. They stress the need for a more robust network and power infrastructure, in order to cope with the increasing threat posed by more extreme weather due to global warming. However, there are positive trends to mitigate the risk extreme weather poses, as Nkom continues their initiative to robustify strategic points in municipalities through REC, and the networks' plans of making BSs less independent on shared infrastructure. The findings show promise of a number of solutions to re-establish mission critical communication, either through functionality in the network itself, or by utilizing external equipment to provide local coverage and backhaul to the core. Finally, all users are unanimous in their thoughts on the most critical functionality in Nødnett today and in the future, expecting voice communication to play an important role for first responders.

The invaluable knowledge and experience shared through the twelve interviews with different stakeholders gives a solid foundation to build upon in the following chapter, when assessing the different alternatives to re-establish mission-critical communication for the emergency services. This chapter has presented merely a fraction of the different topics discussed with the informants, and it is obvious that there is much more to consider with regard to NGN, than only network re-establishment. Therefore, the transcripts are included in their entirety in Norwegian in the appendix of this thesis, in hopes that future works on the topics of NGN may find the data as useful as myself.



# Chapter 5

## Discussion

In order to tie together the vast amount of information presented in this thesis up until now, this chapter seeks to combine the background information with the findings of the interviews systematically through the use of the comparison criteria defined in Section 3.6. First, Section 5.1 elaborates on the comparison criteria, concretizing their purpose with regard to this thesis, and explaining how they will be applied to the solutions to re-establish communication. Then, Section 5.2 discusses the effect extreme weather will have on NGN, before Section 5.3 establishes the set of minimum requirements of the alternative solutions. Then, Section 5.4 describes strategies through which the aforementioned minimum requirements can be implemented. Section 5.5 is the heart of this thesis, presenting the solutions derived through both literature studies and interviews, in order to outline the strengths and challenges of the different solutions discussed so far. Section 5.5.4 applies the criteria to the solutions, so that the solutions can be compared with one another, as well as validated with regard to their ability to fulfill the needs of a backup solution. This lays the foundation for the recommendation in Section 5.6, where the three phases of a disaster are addressed, namely before, during and after the extreme weather. Finally, the limitations and validity of this thesis are discussed in Section 5.7.

### 5.1 Assessing each comparison criterion

This section expands on the previously defined comparison criteria, based on input from stakeholders with regard to their expectations and requirements. After the criteria are concretized, an explanation as to how they will be applied is given, so that it is clear how each comparison criterion will be used to validate solutions in relation to stakeholder goals. There exist some interdependencies between the different comparison criteria, for instance pertaining to how the importance of quickly re-establishing communication is relevant with regard to the minimum requirements of the users. These correlations may affect each other positively or inversely. For instance, the ability to re-establish communication quickly has a positive effect on the

solution's ability to fulfill the minimum requirements of the users. However, increasing the security of a solution may yield it less flexible and therefore more limited with regard to deployment methods. These interdependencies will be addressed in the following section when relevant.

### 5.1.1 Robustness

This thesis is constructed on the premise that mobile networks are susceptible to disaster-induced failures, such as power or fiber failures because of extreme weather. When re-establishing communication due to such disasters, the solutions should not be prone to the same failures that made them necessary in the first place, as it would weaken their ability to withstand the impact of the disaster. If the network fails due to a power outage, the solution should be able to survive in the absence of the power grid. This may be done through the use of batteries, generators or other sources of power. Moreover, if the service fails due to failures in transmission, either power-based failures or broken fiber, alternative means of backhaul should be provided. Also, the solution should be resistant to other types of challenges as well, imposed by the extreme weather, as it may be the last thing separating the emergency services from complete communicational isolation. For instance, extreme wind may cause certain equipment to move too much, like radio lines or their mirrors. It is crucial that the solutions work well every time the emergency services need them. Robustness is evaluated with regard to RQ1, looking at how extreme weather may cause a failure in a network. Finally, it is relevant to understand why this robustifying measure is more feasible in an alternative solution than in the permanent solution. A prime example is the use of satellite as a backhaul solution. It is more cost-effective to have a small number of satellite modems deployable in disaster events, than it is to keep satellite modems in all BSs as a precaution. Why the robust aspects of the solution cannot be implemented as a proactive measure, is interesting with regard to why alternative solutions are important in the first place. Solutions will be evaluated with regard to their ability to withstand extreme weather conditions. Some solutions may not be affected by weather at all, whereas other solutions may be susceptible to some degree or even as susceptible as the permanent network itself.

### 5.1.2 Deployment time

During extreme weather, emergency services are on high alert, in order to quickly respond to any event that may threaten the public, such as life and health or financial interests. It can not be understated how severely restricted the emergency services' ability to operate becomes, when communication is absent, as the ambulance representative also described in Section 4.2.2. The concept of the "golden hour" has been referenced. It is during the first hour of an incident lives are normally saved. Therefore, the time to re-establish communication in the event of a failure should

be as short as possible, in order to mitigate the potential consequences that follow communicational isolation. The comparison criterion addressing the ability to fulfill minimum requirements is relevant with regard to deployment time, as these services are the ones that must be re-established quickest. Referring to Nkom’s requirements of two hours backup power in the cities, and four hours in rural areas [Nko20b], the time to re-establish the minimum requirements when a failure happens should preferably be shorter than this, perhaps even immediately. However, some uncertainty pertains to the backup power duration, as the commercial operators are in the process of robustifying their infrastructure through REC. If a solution can be deployed within the time it takes to lose coverage, the solution is able to prevent significant loss of communication. Moreover, [Nko22b] mentions the time of failure to normally be between five to ten hours, and therefore no solution should have a longer deployment time than this. In addition to the minimum requirements, the emergency services may also have functionality they deem “nice to have”. Therefore, a stepwise approach to re-establish such functionalities is also relevant, with regard to establishment time. By ensuring only the most critical functionality within a certain time, and then supplementing with additional functionality as time progresses, a solution can give the first responders a better service, even in difficult conditions like extreme weather.

### 5.1.3 Feasibility

For an alternative solution to be relevant, it should be feasible with regard to implementation and use. For instance, if a solution requires a large amount of special equipment and operators to establish, it will become too complex for the emergency services during extreme weather. If the solution is highly power-consuming or limited with regard to the area it can cover, it might be too inflexible as a solution. Moreover, although not directly within the scope of this thesis, the financial aspect of the potential solutions should also be taken into account when assessing their feasibility. For instance, several informants have mentioned the high cost of satellite technology when discussing solutions for backhaul, denying the feasibility of having solutions for satellite backhaul on all BSs as a precaution. Moreover, the economic and environmental aspects of backup power restricts the use of 72 hours of backup power on all BSs in the network.

When looking at the future technical solutions in the 5G network, there are an abundance of possibilities when looking at 3GPP specifications in isolation. However, several operational challenges come to mind when looking at how these solutions can be implemented in the real world. For instance, users preach the need for direct mode in NGN, but the MNOs are skeptical of the probability that ProSe will be implemented, due to the cost of implementing such a solution, in relation to the number of users who will actually use it. When deciding whether a solution should be included in a final recommendation, it is crucial to address the feasibility of

the solution, so that the different challenges are taken into account. A solution is either feasible to implement today, likely to be implemented by the time of NGN implementation, or unlikely to be implemented by the time of NGN implementation.

#### 5.1.4 Ability to fulfill minimum requirements

Some of the most important aspects of any PSN is the ability to give its users, both in the field and in the control room, situational awareness and a way to cooperate in order to safely respond to incidents. Minimum requirements refer to a number of different aspects of the alternative solutions, such as the Nødnett services emergency responders couldn't operate without, the complexity of deploying and operating the alternative solution, the way the solution is transported and where it is stored, or the degree of which it affects the individual user that alternative communication is established. In order for an alternative solution to suffice, it must satisfy the different needs of the user organizations. Moreover, there are additional requirements other than those of the users as well, for instance relating to network security and the needs of the public itself.

This comparison criterion is highly related to RQ3, and therefore has its own dedicated discussion in Section 5.3. However, the ability of fulfilling the minimum requirements of the actors is of such importance that it is included as a comparison criterion, in order to compare the different alternatives' ability to do so. The solutions to re-establish communication need to fulfill these requirements, at least to some degree, in order to be considered a sufficient solution for NGN.

Criterion	Scoring explanation
Robustness (C1)	1 Completely independent of disaster-induced failures. 2 May be susceptible to disaster-induced failures. 3 Susceptible to disaster-induced failures.
Deployment time (C2)	1 Can be deployed as soon as coverage fails. 2 Can be deployed within 10 hours. 3 Takes longer than 10 hours to deploy.
Feasibility (C3)	1 Possible to implement as of today. 2 May be possible to implement by the time of NGN. 3 Likely not possible to implement by the time of NGN.
Ability to fulfill minimum requirements (C4)	1 Fully satisfies the minimum requirements. 2 Satisfies the minimum requirements to some extent. 3 Does not at all satisfy the minimum requirements.

**Table 5.1:** Scoring of comparison criteria.



### 5.1.5 How comparison criteria will be applied

Each solution's ability to fulfill a comparison criterion is given a score of 1 to 3, 1 being the best and 3 being the worst. If a solution has a score of 1 for a given criterion, the solution is deemed to fully satisfy the criterion. If the solution has a score of 2 for a given criterion, it does not fully satisfy the criterion. Nevertheless, the solution as a whole may suffice given a total assessment. For instance, a solution given a score of 2 regarding robustness may yet be a potential solution for post-disaster re-establishment. However, if a solution has a score of 3 for a given criterion, it is deemed to not satisfy the criterion at all, and the solution does not satisfy the needs of a backup solution during extreme weather. If a solution has a total score of 4, the minimum score possible, it will, by the scope of this thesis, be as good as it can be, and included in a recommendation. If a solution is given a score between 5 and 8, it may be included as a recommendation given a total assessment. If a solution has a total score of more than 8, it will be excluded from any recommendation, given its inability to satisfy the demands of alternative communication. However, solutions with scores of 3 might be included in a recommendation, given certain assumptions. These potential assumptions are presented in Section 5.5.4. How the comparison criteria are scored is detailed in Table 5.1. This approach ensures a systematic approach to validating the different solutions both in relation to each other, but also in relation to their abilities to suffice as a backup solution in the event of disaster-induced failures following extreme weather.

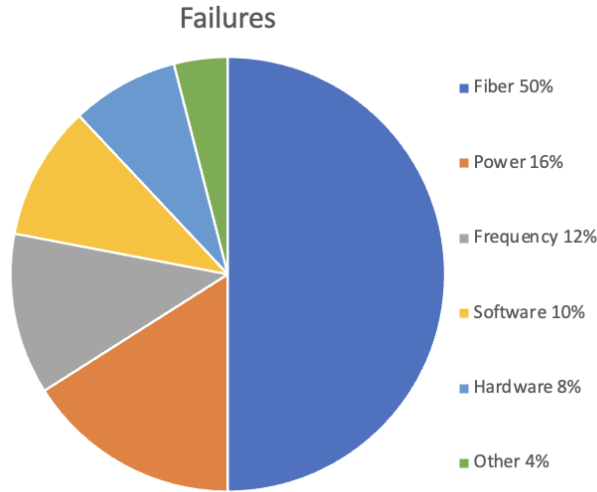
## 5.2 The expected impact of extreme weather on NGN

Throughout this thesis, an attempt has been made to understand how extreme weather may cause failures in NGN, given how extreme weather poses a threat today, as well as looking at how extreme weather will develop in the future. This is an essential question to answer, in order to substantiate the need for alternative solutions in NGN. If extreme weather increases and the networks don't adjust, one could expect more network failures in the future. However, if the weather stays more or less the same, and the networks robustify, the need for alternative solutions will be smaller. Throughout talking to the informants, it became apparent that several efforts are being taken already, to meet the increasing challenges imposed by global warming and particularly extreme weather. However, both commercial and state actors agree for the most part regarding the challenges extreme weather is, and will, impose. This section presents the findings regarding extreme weather, and discusses whether there will be an increased need for alternative solutions in NGN, compared to today's TETRA based Nødnett.

### 5.2.1 Reasons for failure

In order to understand how solutions to re-establish communication can replace the failed network, it is crucial to understand what the reason for failure is in the first place. Surveyed literature, such as the annual Nkom report [Nko22b], reveal the main risks and vulnerabilities in electric communication. As seen in Figure 5.1 there are mainly two reasons why transmission fails, resulting in lost coverage, namely fiber and power failures. Note that this figure does not cover the failures affecting BSs themselves, as this only relates to transmission. Power failures occur for instance when the power lines are located in close proximity to trees, as they often do, and strong winds cause trees to fall over. As recently as November 2021, 80,000 trees reportedly fell over in the counties of Vestfold, Telemark, Innlandet and Viken in southern Norway. Both commercial networks and Nødnett suffered coverage failures in large areas for up to several days. One issue related to power loss, is the lack of redundant power lines in the districts, as infrastructure often relies on a single power line. Moreover, the different MNOs are often co-located in infrastructure, making more than one network susceptible to the same failures. One way to mitigate the effect of power failures is by having backup power in BSs. However, unless the BS has alternative solutions for backhaul, the power failure usually affects the network anyway, as transmission also relies on power in order to function. This was in fact what happened in November 2021, according to one of the DSB representatives, as the BSs failed even before the backup power was discharged, due to power loss in the supporting infrastructure.

The other main reason why networks fail to provide coverage is non-power related transmission failures, such as broken fiber cables. These types of failure are often caused by digging accidents, extreme weather and landslides. Some places, the fiber cables responsible for providing backhaul for BSs are elevated above ground like power lines, and therefore exposed to extreme weather like the power grid. Nkom describes in their report how the consequence of the fiber failure depends on the transmission redundancy in the area [Nko22b]. The report claims that such failures rarely cause regional or national failures, but that they often affect more than one MNO simultaneously. Moreover, even when the fiber cables are located underground, they may be exposed to landslides caused by heavy rainfall and flooding. An example of this was in Jølster in 2019, when two different fiber cables broke, causing five Telenor BSs to lose backhaul. As some informants have noted, there are efforts to provide redundant transmission, like the ring structures in Nødnett today. However, these independent backhaul connections are sometimes actually co-located in the same trench, making the redundant solution susceptible to the same failure as the main transmission path.



**Figure 5.1:** Reported incidents in transmission, 2020 and first half of 2021 [Nko22b].

### 5.2.2 Mitigating efforts

In an effort to cope with the increasing challenges to both power and transmission, some measures are in the process of being implemented, and some are expected to come in the future. First of all, Nkom provides financial subsidization to MNOs to robustify their infrastructure in the most strategic places in the municipalities through REC. For instance, these points have redundant transmission and 72 hours backup power. This is an attempt to protect some points in the municipalities, ensuring a central place where both emergency services and the public may go to establish communication or request assistance. However, this strategy only provides redundancy in a very limited and static area, and does not address the need for communication in a mobile setting, which the emergency services often require. Moreover, the emergency services rely on the ability to communicate at all times and in all places, not only when they are located in the most central point in the municipality. REC is a very good initiative, but it does not address the needs of the emergency services, as they might need to communicate when located farther out in the municipalities, where the central points don't provide coverage. Some MNOs are investing millions themselves in order to make their networks more robust, by implementing strategies such as dual homing, an effort to ensure two different transmission paths to their BS. This would, according to one MNO, increase the operational stability in 80 % of BS. Moreover, the MNOs mention how they in 5G will have a smaller number of BS on the same clusters, meaning that each power or fiber failure will affect fewer BSs at a time. These are both important contributions

in order to make the networks more robust than they are today.

Several of the informants have been involved in the KVU, and are therefore somewhat restricted in how much they can share with regard to efforts to make NGN more resilient to extreme weather. However, they are for the most part united in the belief that the most important focus areas with regard to NGN is power and transmission. Some even suggest spending less on robustifying networks, and more on robustifying the power sector. As one of the key reasons for power outages are the fact that trees fall over the power lines, money should be spent by the municipalities to ensure more frequent cutting of trees, especially now that the forests grow faster with an increased amount of rain. An informant suggests rewarding locals for cutting these trees, so that trees don't pose a threat to the power lines anymore.

To conclude, it is clear that the main reasons for weather-related failures are power and fiber failures. These findings are confirmed by literature and close to all informants, user organizations, commercial network actors, and state actors alike. Significant effort is being made in order to mitigate these issues in the future, especially knowing how extreme weather is expected to increase. Reiterating what was presented in Section 2.4.3, global warming is causing weather events to become more frequent and more extreme. This causes a number of challenges in different parts of the world. An increase of 1.5°C, a seemingly unavoidable number at this point, will, according to the IPCC, cause severe and widespread impacts and risks related to extreme weather events [HJT+18]. Therefore, this thesis concludes that the need for alternative solutions to re-establish mission-critical communication is crucial, as the mitigating efforts only will prevent failures to some extent, but vulnerabilities related to extreme weather will persist due to the inability to fully secure the network infrastructure.

### 5.3 Defining the stakeholders' requirements

Before talking to the users, it was expected that they would highlight their need for voice communication as their most vital need. Therefore, an attempt to challenge their thoughts regarding their needs in the future after years of NGN and more advanced features, was made to make the users reflect on what needs they might have then. Interestingly, but not particularly surprisingly, the informants introduced some other needs as well, from both the users' and operators' perspective, related to deployment and security. Therefore, the process of defining the minimum requirements was decided to not focus solely on the user services alone, but to also include the other aspects that were revealed, dividing the requirements in two main categories – functional and non-functional requirements.

### 5.3.1 Functional requirements

It was expected that users would have strong opinions on what functions they deemed most important with regard to what services the solution must support. Through interviews with both users and an informant with experience in user support, it was revealed that they were unanimous in what they deemed the most critical service. There is one service the users cannot operate without, namely push-to-talk group communication. Several of the users emphasized that the reason why push-to-talk is important is the ability to quickly and efficiently communicate needs or information, simply with the push of a button. When challenged with the potential of cameras, sensors, data and other 5G enabled services, they seemed positive, but reluctant to call them critical. Therefore, it is deemed that push-to-talk in talk groups is the absolute minimum service requirement, and should be supported by a backup solution. However, the users agreed somewhat less when asked with whom they deemed this communication most important – the other units locally, or the control room. Police depend on the ability to communicate both locally and with the control room, following the fact that they respond to incidents and situations that can escalate and pose a direct threat to themselves. Examples are violent incidents, where police need to protect themselves and the public. In some cases, backup must be requested from the control room, if there are no units locally. This sense of self-protection is critical for police to safely do their job. The ambulance services, both on the ground and aerial, claim that the control room is the most important entity to communicate with, in general. As soon as they know where and what has happened, they can dispatch and most times handle the situation themselves. In order to be notified of an incident, they need communication with their control room. Also, if they feel the need for police assistance or help from the fire department, they require the ability to request such assistance. The fire representative claims that local communication is most important, given the importance of communication between units that are hands-on in potential hazardous situations such as fires. However, they note that the ability to request additional resources is important as well. It is apparent that the different departments have different needs, with regard to local and regional communication. A solution should preferably be able to establish both types of communication, both local and regional. However, if no such solution exists, the departments might need independent solutions, different from the other departments. Though, using different solutions may compromise their ability to cooperate between departments, which is undesirable.

The main theme when discussing minimum requirements with the users, is their ability to establish and share situational awareness quickly and reliably. This can also be viewed in relation to the “Nødnett effect” mentioned in Section 2.1.1. The key strength of Nødnett, compared to previous technologies, is how units between departments more easily can cooperate and share their knowledge, both locally and

remotely. Therefore, it is not necessarily voice communication per se that is the most important service in the future. If solutions to share situational awareness more efficiently are introduced with NGN, we might see a shift in which specific service the users deem most important in the future. For instance, by having body cameras, control rooms are able to monitor an incident, without the units having to spend their time pressing a button and talking. This can be advantageous in several situations, such as for medics who are busy performing PCR, or a police in dangerous situations, where the act of calling for backup or even talking to other units, would escalate the situation. Though the users are adamant that voice communication is the minimum requirement, the “need-to-have” service, a solution providing additional capacity may be of relevance in the near future, as seen in Gjerdrum where a common platform to share maps and unit locations would have provided additional situational awareness. Following this argumentation, a solution should support talk groups, but the ability to provide additional services as well may satisfy the minimum requirements of the future as well.

### 5.3.2 Non-functional requirements

Following talks with informants from different types of stakeholders, it is interesting to compare their views on the non-functional requirements. That is, requirements such as security, usability and performance. These requirements are used to describe aspects of the operation of solutions, rather than the specific functions they must perform [BEG+19]. First of all, when discussing solutions involving local autonomy and distributed core functions, some informants were quick to share their skepticism. Particularly cryptographic keys, the MNOs want to keep close to their chest. This security issue may pose some challenges to the flexibility of autonomous operation, and require some insurance with regard to how the data should be stored and protected. For instance, like the equipment provider suggests, there exist mechanisms to ensure deletion of data whenever the equipment is opened by force, or one could have only a subset of keys that are periodically deleted. The UDM function is responsible for authenticating users in the network, and therefore must be present in the edge. Other key network functions are required in order to make 5G work in autonomous mode, such as the Access and Mobility Function (AMF) in order to potentially facilitate handover between autonomous BSs. This network function is responsible for knowing where the UEs are at all times, which is highly sensitive information, particularly for police. To conclude, all these network functions have different roles and purposes, some vital for autonomous operation in the edge, and they contain sensitive information, and therefore need to be stored securely. Moreover, in order for a distributed core to function properly, network functions need to be synchronized. How and when synchronization happens, needs to be addressed for the respective solutions. A final note on security issues is the fact that using some non-terrestrial networks impose an issue of national autonomy. Whether national autonomy is a

problem when it comes to re-establishing mission-critical communication, is a decision outside the scope of this thesis, but the informants agree that it should be a non-issue whenever communication potentially is a matter of life and death.

Some solutions, particularly the solutions not fully deployed in the commercial network, will likely require someone or something to activate it. This is analogous to the activation of DMO repeaters in the emergency vehicles today, which uses the increased capabilities of the vehicles in order to reach the network in areas of limited coverage. If a solution is going to work in NGN, it needs to be simple enough so that all the users are able to activate it when needed. This requires training, as well as limited complexity, for instance just pushing a button, referring to the ambulance representative not knowing how DMO is enabled, as they never do it themselves. Moreover, the units might not be aware that coverage is lost, and the time it takes before they become aware can vary, potentially causing them to lose vital information. Finally, the individual service personnel should preferably not be required to do too much in order to adapt to the alternative solution, as this both steals focus and introduces human error. Preferably, the informants suggest that the entire act of re-establishing communication is entirely automatic.

In a scenario where the network has suffered failures, either related to power or transmission, certain BSs may still be unaffected. As presented in Section 4.3.2, informants discuss the challenges of deploying private networks using commercial frequencies, as it could cause undesired interference with the functioning network. Moreover, if several mobile instances of a solution are deployed within an affected region, they might interfere with each other if transmitting the same frequencies. One requirement should therefore be that the solution can prevent frequency reuse in the vicinity of other BSs. Potential solutions for assuring good frequency management could be by having either dedicated spectrum for NGN, so that whenever one or more BSs are affected, and alternative communication is required, the functional BSs turn the NGN frequencies off. Moreover, by defining frequency plans beforehand, one can prevent the reuse of frequencies between mobile BSs.

Network failures are unpredictable, and may happen anywhere in the networks, where the infrastructure is exposed to extreme weather. For a solution to assist in re-establishing communication and be useful for the emergency services, it has to be mobile enough so that it can be deployed quickly to wherever it is required. The mobility requirement is highly correlated with the comparison criterion regarding deployment time in Section 5.1.2. Some of the informants claimed that the best solution is to always bring the backup solutions with them. However, as they might take up a lot of space, this seems like an unlikely alternative for several of the alternatives. Moreover, when losing coverage during an incident, the emergency services cannot be required to leave the site of the incident, in order to go get the

solution either. The perhaps best alternative, for larger solutions at least, is the ability to quickly deploy them from strategic points, preferably using a trailer or helicopter, like TBS in Nødnett are deployed today.

As a final note in this section, the solutions are technological equipment, combining software and hardware in some way or another. As we all know and have probably experienced one time or another, technology breaks or stops working at the most inconvenient times. It is essential that the alternative solutions function at all times, and undergo periodic maintenance, in order to ensure that they work. The maintainability of a solution depends on how it is deployed and operated, and to whom it belongs, but it is crucial that this is assured. The requirements are presented in Table 5.2.

Functional requirements	Local PTT groups Regional PTT groups
Non-functional requirements	Security Usability Frequency flexibility Mobility Maintainability

**Table 5.2:** Minimum requirements of solutions to re-establish communication.

## 5.4 Implementation strategies for minimum requirements

In order to fulfill the minimum requirements mentioned in Section 5.3, it is important to understand how different technologies may provide them. This section presents how both functional and non-functional requirements can be ensured by using a number of different technologies, in order to establish a basis before the actual solutions are presented in the Section 5.5.

### 5.4.1 Functional requirements

#### Local connectivity

The functional requirements of the emergency services is the ability to communicate in talk groups both locally and regionally, in order to share situational awareness and request additional resources. This functionality is included in a subset of 3GPP's MCX specification, namely in MCPTT as described in Section 2.2.3. In addition to the basic network requirements such as authentication, mobility management and so on, a dedicated MCPTT server is required in order to serve the MCPTT applications in the UEs. If the network suffers backhaul failure, the MCPTT service will become unavailable, unless the core functionality is distributed to the serving BSs.



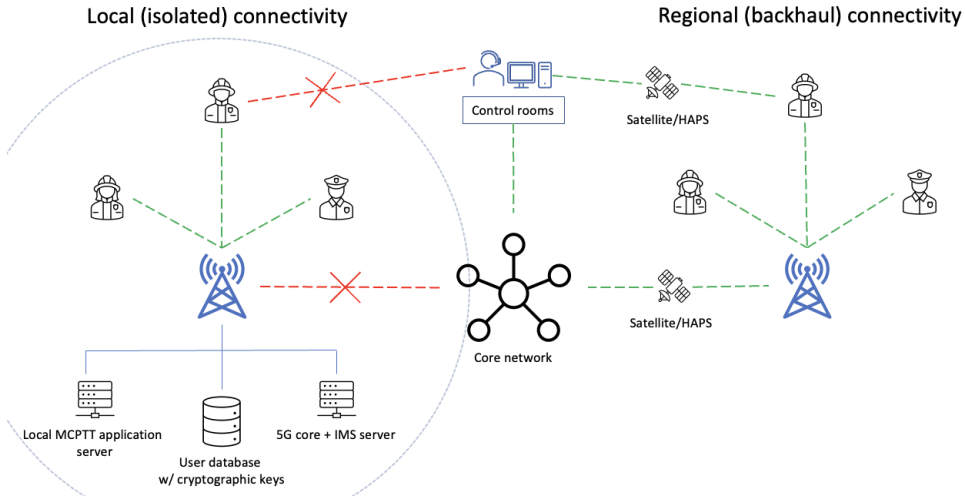
According to 3GPP TS 22.346, Public Safety must be able to realize at least private MCPTT calls inside the isolated BS(s), and communication within pre-specified default groups [3GP22b]. [SSA+18a] provides a strategy to enable MCPTT in isolated BSs, by deploying local EPC, IMS and MCPTT application servers, like shown in Figure 5.2. Although this solution is related to IOPS in LTE, the concepts are applicable to 5G and mobile BSs as well. The solution requires both the user plane and control plane to be deployed locally. In order to avoid challenges related to distribution of synchronization and sensitive information, there are no databases stored locally in BSs, simply cached UDM and MCPTT information from before the failure occurred or pre-defined configuration [3GP22b]. This implementation provides MCPTT functionality locally between units, until backhaul is provided. However, there are challenges related to mobility with the cached UDM and MCPTT implementation, as only users who have already attached to the BS before the failure can communicate, and no new users are permitted.

Being one of the key strengths of TETRA, DMO is crucial for local ad-hoc connectivity between UEs. Several users have referred to losing this functionality as severe, because of its ability to connect emergency services together in predefined DMO groups regardless of BSs and the core network. The 3GPP equivalent, ProSe, is defined as a way to fill this need, providing one-to-one and group communication over Sidelink or PC5. In addition, ProSe may provide UE-to-Network relay functionality, so that out-of-coverage UEs may reach the network through an in-coverage UE [ETS20b]. However, some challenges exist regarding ProSe, and perhaps the biggest one, is the fact that the number of users who need ProSe is very small. Therefore, there is no large financial incentive for equipment providers to make the technology. According to the informants of this thesis, including an infrastructure provider, it is unlikely that we will see actual implementation of this technology. Nevertheless, the need for such functionality is high, from a public safety perspective, and alternatives should be looked at, if ProSe itself never comes to the market.

A final note related to local communication in the absence of backhaul, concerns the task leaders' command central (ILKO). Recall that ILKO facilitate local leadership at larger events like extreme weather. If regional communication through NGN is unavailable, but local communication is possible to establish, ILKO functions as the control room for the units locally. Coupled with some type of backhaul, like satellite, the need for additional resources and information sharing can be achieved between ILKO and the actual control rooms.

### **Backhaul connectivity**

Although distributed MCPTT functionality can provide users with local group communication, there is no way to reach the control rooms in isolated operation. Given the dependence of control rooms in certain situations, it is important that



**Figure 5.2:** Visualizing local and regional connectivity.

MCPTT functionality can be restored regionally as well. The two forms of connectivity are visualized in Figure 5.2. When failure has occurred in backhaul transmission, other backhaul solutions must be deployed. There are different ways to provide alternative backhaul, using other radio technologies as carriers back to the core network. We only consider satellite and HAPS in this thesis, due to the increasing use of such implementations already. MCPTT is an IMS service, located in the application layer of the OSI stack, which means that the service is network native, and can use any carrier, even independent of the 5G network itself. By deploying mobile units with either satellite or HAPS modems, backhaul connection can be provided between an isolated BS and the core network, as long as there is a satellite- or HAPS-enabled anchor connected to the core network. As soon as a backhaul connection is established, there is no longer need for the distributed core functionality. The field personnel can communicate with the control rooms, and the challenges related to mobility are lifted.

Satellites are described in Section 2.3.1. Due to the higher latencies of high-orbit satellites in particular, the local MCPTT server can provide better quality of service to the units by deploying the user plane locally, while the satellite can serve as a carrier for the control plane. This means that user traffic can be handled locally, while less low-latency-dependent operations such as user authentication are performed via satellites. This strategy does however not permit control rooms to interact, as user traffic is only local. Still, it allows new users to securely attach to the local network. When satellites are used to carry the user traffic as well, regionally, it is most likely

LEO- or HEO-satellites that will provide the best backhaul service, due to their lower latencies and better coverage in northern areas, and the short establishment time requirements for MCPTT. Different HAPS technologies are described in Section 2.3.2. They are possible backhaul solutions, as they may serve terrestrial BSs as a backhaul link to the core network, if the on-ground transmission network fails. In addition to serving emergency responders, HAPS may also provide emergency call capabilities to the public when the mobile networks have failed. They offer much larger coverage than “cell on wheels” and can be more efficiently moved from one location to another, to assist in disaster-struck locations. HAPS platforms don’t need to stay airborne at all times, but may be part of a response plan, whenever extreme weather poses a risk to the mobile networks. They may be deployed *ex ante* to assist in potential failures, or may be deployed in the event of a failure to reduce operational cost.

#### 5.4.2 Non-functional requirements

##### Security

The network contains sensitive data, especially databases containing subscriber information, such as cryptographic keys and location information. Usually, this information is stored securely in protected facilities. In order to provide autonomous operation of isolated BSs, as would be required when deploying MCPTT in the absence of a backhaul connection, some of this information would need to be stored in the edge. There are different solutions and mechanisms that can be implemented in order to secure sensitive data, even in distributed edge servers. For instance, like the IEP suggests in [M-19], there exist mechanisms to ensure deletion of data whenever the equipment is opened by force, or one could have only a subset of keys that are periodically deleted. Moreover, it is not required to have all the MNOs’ subscriber data in all the distributed servers. The solution to re-establish communication is not a solution intended for all network users, only the emergency services. Though, functionality could be implemented to permit emergency calls over an alternative solution, as long as a backhaul link exists between the BS and the core network. Note that emergency calls don’t require authentication, and such a solution could aid the public directly as well. As mentioned in the previous section, another way to avoid distribution of sensitive data could be to keep already established connections cached, so that the already attached UEs remain attached to the isolated BS when transmission fails. This is only relevant for isolated operation of 5G BSs of course. Yet, there are several scenarios in which emergency service personnel arrive in a new area, and they should be able to communicate regardless. Therefore, simply caching and using pre-established connections will likely not be sufficient. A final, and more extreme way of dealing with the security issues concerned with autonomous operation, would be to simply permit unencrypted communication. This opens up for other challenges, though, as anyone could attach and perform different attacks

on the network, in theory. Whether this should be permitted or not falls outside the scope of this thesis, however.

### **Usability**

It is crucial to make the alternative as simple as possible with regard to usability, in order to not cause additional stress for the emergency services. This requirement pertains primarily to the semi-integrated and independent solutions described in Section 4.3, as permanent network solutions would be deployed by the operators, or simply automatic. Preferably, the individual NGN users should not be required to do anything in order to re-establish communication, unless different terminals are required. However, the users need to be aware that they are limited to local communication if that is the case. This can be indicated in their display, just like LST is today. If the solution is integrated in service vehicles, such as a multi-channel router with 5G and satellite capabilities, it could automatically activate satellite backhaul as soon as the primary backhaul became unavailable or below a certain threshold. In addition, if the BS contains cached or partial user data like described above, the router could seamlessly change to autonomous operation and continue serving its users without interruption. Still, no matter how easy or difficult it is for the individual user to re-establish communication, making an effort to train and prepare all users for the event of network failure, is important in order to increase the usability of the solution.

### **Frequency flexibility**

Whenever a solution is based on establishing alternative BSs, such as tactical bubbles, cell on wheels or private networks of some sort, it is important to consider the frequencies used. First of all, frequency use is strictly regulated, so ensuring frequencies are within the permitted range is an absolute premise. Moreover, it is beneficial to use frequencies and modulation that permits sufficient capacity and range. As previously mentioned, most of the 700 MHz band is now assigned for commercial use. This does not mean, however, that NGN can not use this low band for mission-critical communication. Given that NGN is deployed over commercial networks, the 700 MHz band is both high enough to provide PTT and even data services up to 75 Mbps, yet low enough to provide coverage in up to a radius of 100 kilometers [T-Mnd]. The bandwidth provided by the 700 MHz band would be more than sufficient to provide more sophisticated data services in the future, like MCData and MCVideo. If several instances of a solution are deployed in a disaster scenario, it is important to plan the spectrum allocation beforehand, so that interference between solutions is mitigated. This can be achieved by defining frequency plans beforehand. Moreover, if a solution is deployed in a very mobile manner, it is possible that the mobile BS moves close to unaffected coverage areas, where commercial networks are

up and running. In order to avoid interference with functional cells, the commercial networks can turn off the dedicated NGN frequency band in the operational BSs.

### **Mobility**

The non-functional requirement of mobility is highly related to two other aspects, the complexity of the solution, and the deployment time of the solution. Generally speaking, more complex solutions require more equipment, power, and take up more space, weighing more, and becoming less mobile. Smaller solutions are less complex, require less power, and are more mobile. Increased mobility generally yields a lower deployment time. In order to provide communication to emergency services quickly, solutions should be ready to go as soon as a failure happens. One way to ensure this is by having solutions mounted in the service vehicles. Though, this will generally provide less functionality initially, but as long as the minimum requirements of local and regional PTT group communication can be provided by a vehicular mounted solution for the time required to deploy more complex solutions, lower functionality can be justified. The best alternative perhaps, for larger solutions at least, is the ability to quickly deploy them from strategic points, preferably using a trailer or helicopter, like TBS in Nødnett are deployed today. These solutions are less mobile, but can cover larger regions for a longer period than the highly mobile BSs in vehicles.

### **Maintainability**

Finally, the last requirement that must be satisfied is maintainability. Periodic maintenance of hardware, updating software, and synchronizing databases in autonomous solutions, is important to ensure that the solutions work as intended when they are deployed. Extreme weather rarely comes by surprise, and therefore the departments and MNOs have the opportunity to verify that the solutions work before extreme weather begins, as a precaution. Moreover, for solutions with partial or full autonomy, synchronization can occur more often, even several times a day, in order to keep databases up-to-date with the most recent user information.

## **5.5 Solutions to re-establish communication**

This section presents a set of solutions that have been discovered through literature studies and interviews. In addition, some personal opinions and suggestions are given, with regard to these solutions. All solutions are presented in the same manner. First, the solution is described with regard to its functionality, highlighting how the solution may provide mission-critical communication to NGN users when the network has suffered failures. Then, some key challenges related to the solution are given, and when appropriate, a possible solution to these challenges is presented. Finally, the comparison criteria are applied to the solution, discussing whether the solution

satisfies each criterion or not. All solutions are compared to each other in Section 5.5.4.

### 5.5.1 Resilient network functions

This subsection covers the different models the commercial network operators can deploy in order to make their network itself more resilient with regard to power and transmission failure, providing continuous mission-critical services during a natural disaster. The solutions presented here, are deployed by the MNO, and require no action to be taken from the emergency services. This is an immediate advantage, as it greatly covers the solutions' usability.

#### Isolated operation of 5G BSs

A major strength of Nødnett today is the ability for BSs to continue operation in the event of backhaul failures. LST provides limited functionality locally, between the units covered by that BS, and even in the event of massive power and transmission failures, LST is able to give local coverage and limited services as long as the backup power lasts. The 3GPP equivalent, IOPS, could replace this need by distributing the required core network functions, continuing local coverage in affected areas in the event of transmission failures. IOPS is not currently defined for 5G, as it is only specified for LTE at the time of writing. Whether it will be enabled for 5G remains uncertain. Still, IOPS is by simple terms only the name of a broader concept – distributed core functions enabling local autonomy. Even if IOPS remains unspecified for 5G, it does not mean that autonomy in BSs will remain an impossibility. With autonomous operation in the event of power and transmission failures, the BS can provide local coverage as long as the backup power persists, as described in Section 5.4.2. Still, as it is expected that 5G will introduce more small cells, isolated operation could create a large number of small "coverage islands". As [Hov21a] discovered, a fewer number of islands with more coverage is preferable, as it becomes more predictable for the end users. Therefore, isolated operation should be used in combination with lower frequency bands, such as 700 MHz, to maximize coverage range. One way of prolonging the duration of the backup power is to limit the number of active frequencies from that BS. For instance, by only keeping the 700 MHz band active and strictly prioritizing emergency services and emergency calls, the backup power duration could be increased by a significant amount. Autonomous operation in 5G BSs for NGN is covered much more in detail in [Hov21a].

There are drawbacks with autonomous operation, however, in addition to the security challenges discussed in Section 5.4.2. It does not provide regional communication, as it only establishes communication between actors locally. This is a limitation with regard to the requirements of the emergency services, who claim communication to the control rooms to be essential. There are different alternatives

Criterion	Score	Reasoning
C1	2	The solution is limited by the fact that backup power only allows for the solution to function temporarily in the event of power failures..
C2	1	Being implemented in the network itself, the solution can be activated instantly in the event of backhaul loss.
C3	2	5G makes autonomous operation cheaper and more flexible, due to NFV and SDN. It is more likely to be deployed in 5G than IOPS. However, challenges related to synchronization and placement of the core must be resolved.
C4	2	The solution only provides local MC services, as no backhaul is provided in autonomous operation.

**Table 5.3:** Criteria scores for autonomous operation in 5G BSs.

for backhaul, such as IAB and non-terrestrial networks. Though, implementing these technologies simply to serve as a backup in all BSs may be infeasible, due to the cost coupled with the fact that BSs have limited battery capacity in the event of a power failure. Therefore, autonomous operation may be used as a way of providing local communication while waiting for other solutions to be deployed, providing backhaul to the core for a longer duration. Also, there are challenges related to placement and synchronization of the distributed core, as described in [Hov21a]. Table 5.3 presents the scores relating to the comparison criteria, for autonomous operation of BSs.

### ProSe

Direct communication between UEs is detailed in both Section 2.2.2 and discussed in Section 5.4. ProSe provides the emergency services with an ability to communicate completely independent of the core network and BSs, making it a major strength when dealing with network failures or areas where coverage is absent for some reason or another. ProSe may enable standalone MC applications over Sidelink, or the PC5 interface, a D2D communication channel between NR UEs. The users interviewed in this thesis express their need for such technology, given the strengths of DMO in TETRA. Still, just like autonomous operation, ProSe provides no way of talking regionally with other units or the control rooms. However, key challenges including market trends indicate that the actual implementation of ProSe is unlikely, given the small number of users who would use it. Moreover, compared to DMO, ProSe is likely to have significantly shorter range, due to the use of higher bands than TETRA's DMO. A presentation of how ProSe is scored with relation to the comparison criteria is given in Table 5.4.

Criterion	Score	Reasoning
C1	1	The solution is completely independent of supporting infrastructure, and not susceptible to power or transmission failures.
C2	1	The ProSe enabled UEs can connect immediately in the event of a network failure.
C3	3	ProSe is unlikely to be implemented by the chipset providers, due to its small user base.
C4	2	ProSe can provide one-to-one and group communication as well as a UE-to-network relay. However, direct backhaul is not provided by the solution.

**Table 5.4:** Criteria scores for ProSe.

### 5.5.2 Mobile base stations

This subsection presents the mobile solutions that can re-establish communication in the event of failures in the network. These services vary in their degree of mobility, and can be combined in order to establish some functionality quickly, and supplement with more services with a stepwise approach.

#### CoW

The MNOs have for a long time had solutions to deploy temporary BSs in the form of cell on wheels, or CoWs for short, in the event of disasters or planned maintenance. These are much like the TBSs of Nødnett. CoWs are trailers with radio towers and transceivers, that can be deployed either by car or helicopter to the affected areas. When deployed, this solution provides coverage in place of a failed or disabled BS, as long as backhaul is provided in some way or another. Through an interview with one MNO, however, it was discovered that these haven't really been used in response to natural disasters since 2000, due to some key challenges. First of all, the solution needs to be transported to the affected area, which can take a lot of time, up to a day, depending on where the CoW is stationed, and where it needs to be deployed. Then, it needs both power and backhaul in order to work. After natural disasters, one cannot rely on the power grid or transmission network in a backup solution, merely because the reason why the CoW is needed is that one or both has failed in the first place. However, if powered by generators and equipped with a satellite modem for backhaul, the solution will be more robust in the face of extreme weather. The solution would still be somewhat limited with regard to the time it takes to deploy, but if coupled with a more rapidly deployable solution with power generators, CoWs could provide full network capability in the event of disaster-induced failures, depending on the size of the affected area of course. A drawback is the fact that



Criterion	Score	Reasoning
C1	1	CoWs require both backhaul and power to function. This is achievable with satellite connections and power generators, regardless of underlying infrastructure.
C2	3	As implemented today, CoWs take too long to deploy, to serve as alternative communication. They are only used at planned events.
C3	2	CoWs exist today, and are used in different scenarios such as concerts and sporting events. However, to satisfy the needs in extreme weather situations, one might need more CoWs, increasing cost.
C4	1	If implemented with sufficient power and backhaul, CoWs can fulfill minimum requirements in their entirety.

**Table 5.5:** Criteria scores for conventional CoWs.

CoWs aren't as scalable, and if a natural disaster wipes out an area larger than what one CoW can cover, one would need to fly in another CoW as well. In order to lower the deployment time, one could add more CoWs. However, increasing the number of them, also increases the cost, which would make the solution more rapidly deployable, but again less feasible. The comparison criteria scores for CoWs are shown in Table 5.5.

Another implementation, much similar to the conventional CoW presented above, is what FirstNet has already deployed to aid in post-disaster recovery, namely Cell on Wings, or Flying CoWs. These, like the regular CoWs, depend on a power supply and backhaul. A great advantage of Flying CoWs, however, is the fact that the drones can fly at altitudes as high as a hundred meters, about five times higher than a conventional CoW mast. FirstNet states that once deployed, one single Flying CoW can cover an area of 100 square kilometers. Flying CoWs provide the same services as NGN, given that backhaul and sufficient power is provided. However, they are not applicable during extreme weather, as the drones are sensitive to weather. Therefore, Flying CoW is a better solution to aid in post-disaster recovery, than intra-disaster. Its comparison criteria scores are presented in Table 5.6.

### Tactical bubbles

In an effort to expand on the advantages of CoWs, the Norwegian Defense has deployed 5G pilots to experiment on the use of deployable private networks in a 5G ecosystem. The FUDGE-5G projects are collaboration between stakeholders, including the Norwegian Defense and Telenor, looking at how tactical bubbles can

Criterion	Score	Reasoning
C1	3	The solution is a tethered drone, which is highly susceptible to extreme weather. It can only be deployed to aid in post-disaster recovery.
C2	3	This solution will take as long as a regular CoW to deploy, but it can't be deployed until the weather has passed anyways.
C3	1	Flying CoWs exist and are already being deployed in disaster-struck areas in the US for disaster recovery.
C4	1	Just like for regular CoWs, this solution could provide full functionality, given sufficient backhaul and power.

**Table 5.6:** Criteria scores for flying CoWs.

provide local autonomy and backhaul services in different scenarios. The FUDGE-5G project is a private network deployed in a trailer, with different solutions for backup power. They contain a small 5GC from Athonet, a data center from Amazon, 100 MHz bandwidth, and up to 1.5 Gbps per user per beam. Moreover, the network covers a radius of 9 kilometers in open terrain. Due to the local 5GC and data center, the private network is fully capable of serving an MCPTT application locally. In addition to the possibility of autonomous operation, the BS is connected to Telenor, Telia and Ice, as well as SatCom with OneWeb flat panel antennas on the roof. Just like for autonomous operation in 5G BSs, this network can provide local MCPTT services for the emergency services, without needing the distributed core databases containing sensitive information, as satellite backhaul can serve as a carrier for the control plane. This solution is much like the CoWs, large and complex, and requires vehicles or helicopters to deploy. For an emergency scenario and temporary coverage restoration, this solution might be too complex, having a very high deployment time. However, as technology advances, similar solutions might become smaller and more mobile in the future. The solution's scores are presented in Table 5.7.

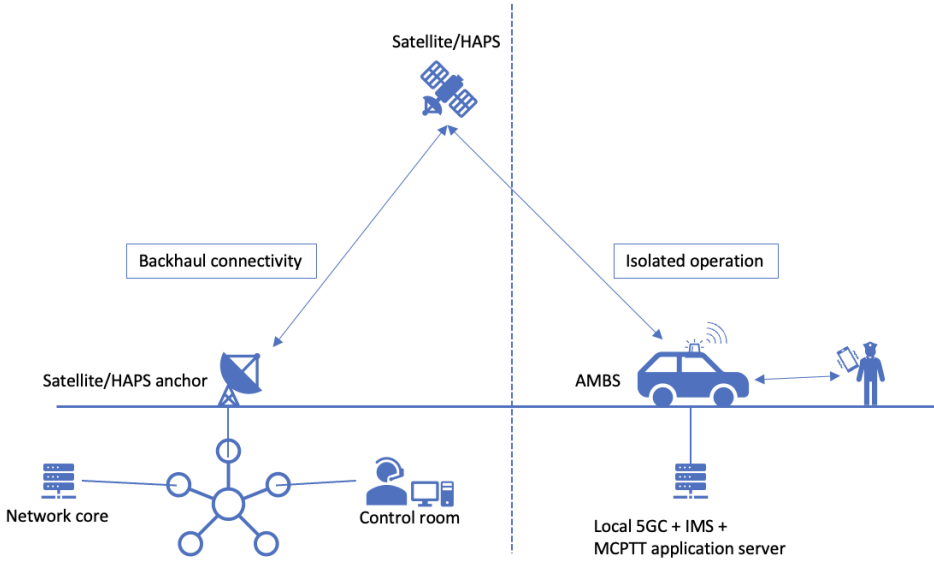
### Automobile base stations

To address their need for continuous communication at all times, the Norwegian Defense has implemented another solution as well, which they call multi-channel routers, mounted in their service vehicles. These routers, coupled with 5G and satellite modems, are able to create coverage surrounding the vehicle, with LEO satellites or commercial networks for backhaul. The equipment itself is rather small, around 30x20x10 cm dimensions, according to the representative. In addition, if distributed 5GC functionality is deployed, the emergency services' vehicles themselves can function as very autonomous and mobile BSs. Therefore, we will call this solution

Criterion	Score	Reasoning
C1	1	Backhaul via satellite when commercial networks are unavailable, and powered by batteries and generators.
C2	3	The solution takes too long to deploy, just like for CoWs, due to its size and complexity.
C3	2	The solution exists currently only as a pilot, and is very costly. Might not be a viable solution for the emergency services.
C4	1	The solution can operate both autonomously and with satellite backhaul, providing the minimum requirements of the end users.

**Table 5.7:** Criteria scores for tactical bubbles.

an Automobile Base Station (AMBS), due to its potentially autonomous and mobile capabilities, as well as the fact that the BS is mounted on service vehicles, or in other words, automobiles. An illustration is provided in Figure 5.3. In addition to providing communication in the event of a network failure, this solution is very relevant under normal conditions as well, if the emergency services move to an area without coverage. Having constant connection to all three MNOs, the solution quickly detects coverage failure, and can automatically activate autonomous operation and establish satellite connection for backhaul. In addition to providing regional coverage through satellite or commercial networks, an AMBS can also fulfill the needs for direct mode, in the event that ProSe isn't implemented for communication between terminals. By having a distributed control plane and user plane in the AMBS, all UEs in the vicinity may communicate. Of course, the security aspect of distributed core functionality is still in place, and preferably satellites should provide backhaul in all scenarios where the network has failed. Still, satellites might not always work, for instance when a vehicle is stationed underground, or inside a tunnel, and the ability to still provide application services in the absence of this backhaul is important. Therefore, the AMBS should use satellites for control plane and regional traffic, but the traffic should have the ability to be processed and routed locally, in case backhaul is lost. This can be achieved by caching user data authentication, as described in Section 5.4. Alternatively, the distributed core can be synchronized whenever the car is parked at the station, through the local network. Moreover, if satellite backhaul is present, the AMBS can be configured to allow emergency calls from the public, over the satellite link. A strength of this solution is the fact that it can facilitate more sophisticated solutions in the future, as supplements to talk groups, if for instance MCData or MCVideo become critical services.



**Figure 5.3:** Automobile base station with and without backhaul, simplified.

What really separates an AMBS from conventional CoWs is the fact that the AMBS is much more mobile, and faster to deploy. While CoWs require either helicopters or external vehicles to transport its trailer to the designated area, an AMBS is always brought along with the emergency units. There is no need to fetch the solution from its storage location, as it is part of the standard equipment, namely the car. In addition, the AMBS may provide both local and regional connectivity with distributed core functionality and satellite/HAPS backhaul, which the CoWs as of today can not. Finally, the AMBS requires no action from the emergency units to deploy, as it automatically activates upon a loss of backhaul. This makes the AMBS a great tool in other situations than extreme weather as well, when emergency services need to communicate in areas with limited to no coverage, such as secluded parts of valleys or deep inside forests.

The equipment required to implement an AMBS is costly, and therefore the emergency services might be reluctant to invest. However, not all service vehicles would require an AMBS. As long as a few cars within each district have the possibility, AMBS-equipped service vehicles can be used in the event of extreme weather when coverage has failed, or simply as a precaution when failure is likely to happen. The criteria scores for AMBS are shown in Table 5.8.

Criterion	Score	Reasoning
C1	1	The solution is independent of the power grid and transmission, and well protected inside service vehicles.
C2	1	The solution can be configured to be automatically activated in the event of backhaul failure in the commercial networks.
C3	2	Similar technology is already invented, and being used in the military today. However, the solution's cost makes it uncertain whether agencies are willing to invest.
C4	1	The solution provides both regional and local group calls in most cases.

**Table 5.8:** Criteria scores for automobile base stations.

### 5.5.3 Alternative radio

This subsection presents the last set of solutions that are based completely on independent radio technologies, but still provide ways for the emergency services to communicate locally, regionally, or both.

#### Satellite terminals

During the extreme weather even in Vestfold, Telemark, Innlandet and Viken in November 2021, all networks failed, and the emergency had to scramble together satellite phones in order to, at the very least, be able to receive and share information with AMK. The ambulance worker notes that satellite phones were their salvation, giving them the ability to do their job with limited communication. Most satellite phones provide limited communication both locally and regionally in the sense that one-to-one calls can be done regardless of location, and they can serve as a last resort if they are included in all emergency vehicles when the network fails. Certain satellite phones are defined over talk groups as well, like Iridium PTT [Irid]. These terminals are rather expensive however, and require a subscription per terminal, and while they might provide the minimum requirements in their entirety, they may become less likely to implement due to the cost-related feasibility of a backup solution. Still, satellite terminals are not susceptible to weather-induced failures, as the only infrastructure they require are the satellites in space. Challenges related to satellite phones include a need for line-of-sight to satellites, to establish connection. Therefore, they do not work inside buildings or tunnels. Moreover, as previously stated, they only provide a one-to-one connection, and situational awareness takes longer to establish. Therefore, communication discipline is important, and the units must be prepared to work highly autonomously, with this limited functionality. The

Criterion	Score	Reasoning
C1	1	Satellite terminals are not susceptible to terrestrial failures.
C2	1	Assuming the terminals are brought along in a service vehicle, they can be deployed as soon as coverage fails.
C3	1 (2)	Satellite phones are already being used today, and even aided the emergency services in November 2021. Talk group enabled phones might impose too high costs and render the technology infeasible.
C4	2 (1)	Depending on the chosen technology for satellite communication, either one-to-one calls, talk groups or both can be ensured. However, talk group enabled satellites are more expensive, and might become infeasible as a backup solution.

**Table 5.9:** Criteria scores for satellite terminals.

comparison criteria scores are presented in Table 5.9, and the scores presented in parentheses relate to Iridium Push-To-Talk.

### **TETRA network**

Some of the informants have hinted at the potential, yet unlikely solution of keeping the TETRA network operational to serve as a backup solution. In the event that the mobile network fails, and alternative communication is needed, the TETRA network could be activated, to serve as a temporary solution for the emergency services. However, keeping TETRA simply as a backup would be extremely costly, as the network would need to be maintained and operated. In addition, TETRA is highly dependent on the same infrastructure, power and transmission that the commercial network is, so it is doubtful whether TETRA would even work in the absence of NGN. How TETRA is scored in relation to the comparison criteria is shown in Table 5.10.

### **TETRA terminals**

Even while TETRA as a network is an impossibility, the TETRA terminals themselves are an alternative. As already stated, the emergency services stress the need for direct mode as an alternative when operating in remote areas without coverage, or inside buildings and tunnels. The emergency services still own their Motorola handsets, and given that the frequency band of 380-400 MHz remains allocated to PPDR purposes, there is nothing preventing the emergency services from using their TETRA terminals for direct mode. As DMO is completely independent of the

Criterion	Score	Reasoning
C1	3	The TETRA network is prone to the same disaster-induced failures as the commercial networks.
C2	1	If the network is activated precautionarily during extreme weather, it will provide a service as soon as it is needed.
C3	3	Keeping TETRA operational simply as a backup is much too costly, and is highly infeasible.
C4	1	TETRA satisfies the minimum requirements of local and regional talk groups.

**Table 5.10:** Criteria scores of the TETRA network as a backup.

core network, it can give emergency services the ability for D2D communication if ProSe never comes to fruition. Moreover, DMO has a range about five times longer than ProSe, and therefore gives the emergency services more flexibility. Combined with a set of satellite terminals, or even by developing a modem that translates DMO communication to a satellite carrier, TETRA terminals could present a very robust alternative to provide both local communication in an area of twelve square kilometers, in addition to backhaul communication through satellite. One way of implementing such a solution could be that all call groups are defined over DMO locally, and satellite backhaul modem could be one of the participants in this call group. This would require some technical assumptions.

A challenge with this implementation is related to how this isolated TETRA-based network could be interconnected with NGN. Given that interaction across units is the key strength of Nødnett, it should be facilitated by this solution as well. Moreover, if the minimum requirements of the emergency services in the future includes data or video services, TETRA terminals and DMO will no longer suffice. However, as a last resort today, TETRA would satisfy the emergency services' needs for communication between units locally. Combined with a solution for backhaul or regional communication, the total requirements would be mostly satisfied for the emergency services. The solution's scores for the comparison criteria are shown in Table 5.11.

#### 5.5.4 Comparing the solutions

Following the previous discussions, each presented solution has been given a score in accordance with the explanation given in Section 5.1. Table 5.12 shows how each solution has been scored in relation to the comparison criteria. Recall that the comparison criteria are defined as robustness (C1), deployment time (C2), feasibility

Criterion	Score	Reasoning
C1	1	TETRA terminals working in DMO are independent of infrastructure.
C2	1	The terminals simply require to be turned on, in order to function.
C3	1	The emergency services already own their terminals, and can easily keep them for backup.
C4	2	DMO fulfills the need for local talk groups. With sophisticated solutions for satellite backhaul, the TETRA terminals can fulfill the requirements entirely.

**Table 5.11:** Criteria scores for TETRA terminals as backup.

(C3), and ability to fulfill minimum requirements (C4). An immediate takeaway, when comparing solutions with regard to deployment time and ability to fulfill minimum requirements, is the fact that most solutions that are quickly deployed, provide only partial functionality. These include isolated operation, satellite and TETRA terminals, as well as ProSe. They are generally able to provide either local communication, or regional communication. As a solution increases in complexity, so does its deployment time, particularly CoWs and tactical bubbles. Automobile BSs have top scores in both deployment time and ability to fulfill minimum requirements, but this solution is currently limited by feasibility, particularly regarding its high cost. However, if a solution like the one presented becomes affordable, having both autonomous operation and satellite backhaul, it would be a great solution to network failures. Another way to address the high cost, would be to only implement this solution in a subset of the service vehicles, and make these vehicles the designated vehicles when responding to incidents during natural disasters or other types of network failures.

There are no solutions receiving the best score of 4, but there are three different solutions with a score of 5. Common for these three is their top scores of robustness and deployment time. However, they lack the ability to provide minimum service requirements. It is apparent that a combination of solutions is necessary to meet the need for quick deployment and user services. Given the uncertainty of AMBS, a two-step re-establishment approach is recommended in Section 5.6, where step 1 includes the quickly deployable intra-disaster solutions, and step 2 includes the more complex post-disaster solutions. By choosing such a deployment model, one can ensure immediate, albeit limited communication in the event of network failure, and supplement these solutions as soon as more complex solutions are deployed.



<b>Solution</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>Total</b>
Automobile base stations	1	1	2	1	5
Satellite terminals	1	1	1	2	5
TETRA terminals	1	1	1	2	5
Isolated operation of 5G BSs	2	1	2	2	7
Proximity Services	1	1	3	2	7
Tactical bubbles	1	3	2	1	7
Cell on Wheels	1	3	2	1	7
Cell on Wings	3	3	1	1	8
TETRA network	3	1	3	1	8

**Table 5.12:** Solutions' criteria scores.

## 5.6 Recommendation

Having discussed a number of different solutions in the previous sections, it is time to derive the actual recommendation. This section covers the solutions to re-establish communication that by their abilities to offer the minimum requirements, or parts of them, will function as a backup in NGN, either by themselves, or in combination with another solution. Still, what the best solution is, is highly situation dependent. Therefore, a two-step approach is recommended on the basis of the different phases of extreme weather, namely before, during, and after.

### 5.6.1 Disaster preparedness

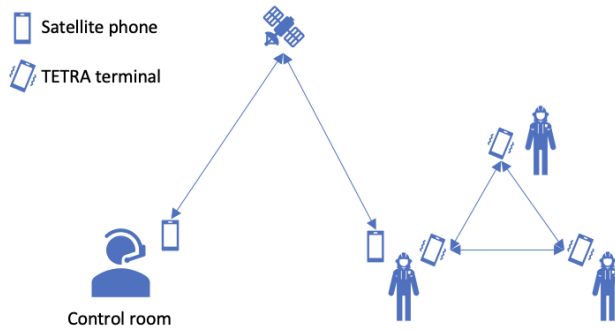
Though initially outside the scope of this thesis, it was discovered that the different informants couldn't stress enough the fact that preventing failures from happening in the first place, is the best strategy to ensure continuous operation of NGN. By continuing the robustifying efforts that are already ongoing, the resilience of both the power and communication sectors will increase. Still, it is doubtful that the REC initiative of Nkom will suffice in this regard, as it only increases the resilience in strategic points, and not the network as a whole. Looking at power and fiber failures as the key vulnerability of the networks, preventing them would go a long way. Through interviews and literature studies, it was discovered that heavy wind is the worst factor, as it may cause trees to fall over the elevated power and fiber lines. By either taking responsibility for cutting trees themselves, or rewarding those who do, the municipalities can strengthen their own emergency services' ability to communicate when extreme weather hits.

Robustifying measures may limit the number of times alternative communication is required, but it should not be concluded that robustification will eradicate failures entirely. It is important that the emergency services are aware that failures are possible, and prepare accordingly. Regardless of the solution the emergency services end up using as a backup, it is important that the use of this solution is practiced. Moreover, periodically testing and maintaining the alternative solution is crucial to ensure that it works. In addition, even if the emergency services end up having satellite phones in their vehicles as a last resort, it is important that the choice is a mutual one, in order to ensure cooperation between agencies. Having different communication technologies would take the emergency services back to the pre-Nødnett days, which through talking to stakeholders appears undesirable. Some of the solutions have relatively higher deployment times than others, but may still be crucial solutions during longer coverage failures. As a preventive measure, these solutions should be ready to go whenever extreme weather is expected, for instance by deploying them strategically before the extreme weather arrives. This is achievable as weather forecasts are better, and will continue to improve for years to come, to better predict the severity of weather events. By having already distributed the solutions in strategic points, they may be activated as soon as the network fails, or at least moved from one point to another out in the field. Nevertheless, this will improve the deployment times.

Finally, regardless of other solutions, and as an absolute backup, there should be an NGN-independent communication technology included in all service vehicles, when the likelihood of network failure increases. This can be implemented as a precaution in the event of extreme weather in the districts, by having a set of satellite telephones and TETRA terminals in a suitcase that can be brought along when responding to incidents. This solution will give emergency services the ability to communicate both locally, and to the control room, though through two different technologies. This requires, of course, that the radios are maintained and charged, so that it works properly when needed.

### **5.6.2 Step 1: Intra-disaster re-establishment**

When extreme weather causes a network failure in NGN, preventing emergency services from communicating during challenging conditions, it is crucial that communication is re-established as soon as possible. These solutions have to be robust, and independent of the failures that caused a network failure in the first place. If the network is down because of transmission failure, the BSs can still function and provide a service locally if configured for isolated operation. This would still keep the BS off-network, and would not provide any communication to control rooms or other units. Still, if a combination of isolated operation and IAB is deployed, regional autonomy could be achieved. However, isolated operation does only partially



**Figure 5.4:** TETRA terminals and satellite phones in combination.

solve the issues related to power failures in the BS, as the BSs backup power would discharge after a certain amount of time. Solutions can be implemented to increase the backup power duration, by turning off a number of frequencies, and keeping for instance only the 700 MHz band active. Finally, isolated operation of 5G BSs would not require any action from the individual user, but they need to be notified of their communication limitations. This should be done like in TETRA, where an indication in the display informs the user that he or she is currently operating in LST.

To cope with all issues related to weather-induced failures, AMBS function independently of both the power grid and transmission network. They are able to detect a network failure immediately, when backhaul connection is absent, and immediately tries to establish a connection to the satellite. If satellite connection is established, the AMBS can create fully functional coverage surrounding the vehicle, to all users in the vicinity, by running the user plane locally and the control plane over satellite. If the satellite is unavailable, the AMBS can provide MCPTT functionality with a local MCPTT server and cached user data from before the network failed. This solution will not admit new users to attach to the AMBS, however. A better solution, functionality wise, might be to store only the relevant authentication keys in the AMBS, such as all users in the respective districts. Security will still be of importance, and mechanisms should be implemented to prevent unauthorized access to the distributed user data.

As a final recommendation to provide instantaneous communication in the event of network failures, we recommend that an absolute backup is defined over all emergency services completely independent of NGN. By keeping the TETRA terminals operational even after the TETRA network is turned off, the emergency services can make use of the very important DMO functionality as ProSe is both unlikely to come, and has limited range. In addition, as DMO only provides coverage up to two kilometers, provisioning satellite terminals to the emergency services will ensure

connection to control rooms, so that situational awareness can be shared across all units, albeit in a limited fashion. This could for instance be implemented by having dedicated backup suitcases, that the emergency services bring along to all incidents where extreme weather might cause a network failure, containing a set of TETRA terminals and satellite phones, as shown in Figure 5.4.

### 5.6.3 Step 2: Post-disaster re-establishment

When looking at historical weather-induced failures in mobile networks in Section 2.4.2, it became clear that the extreme weather itself often lasts for a limited time, while the failures may last much longer. As stated in the Nkom report, weather-induced transmission failures often last five to ten hours [Nko22b]. Additional robustifying measures like increased power backup in BSs could mitigate most of these failures, if for instance isolated operation of 5G BSs were implemented. However, the less common failures, lasting more than a day or several days, would still affect these BSs as soon as the backup power is discharged. Solutions with higher deployment time and higher complexity will become important to cope with these failures.

CoWs are mobile, temporary BSs that can be deployed in response to failed individual BSs. Flying CoWs can provide even better coverage by utilizing a tethered drone to improve line-of-sight. In order to satisfy the need for robust solutions, they should preferably be equipped with alternative backhaul, either to satellites or HAPS, in order to function in the event of transmission failure. They currently have no alternatives for autonomous operation, but combined with the concept of isolated operation of 5G BSs, they could provide local coverage for emergency services in the field.

Tactical bubbles, like the FUDGE-5G project of the Norwegian Defense, may provide both local coverage through autonomous operation with a fully autonomous 5GC edge, and backhaul through MNOs, fiber or satellite if possible, to ensure regional communication. The technology is currently being piloted, but is expected to improve with regard to size and power complexity, making the solution more mobile. If sufficiently mobile, and complex in functionality, this solution would, combined with for instance an AMBS, provide continuous limited functionality for the emergency services seamlessly, in the event of a network failure.

For now, these solutions are complex and less mobile than the solutions discussed in step 1. However, combined with precautionary deployment as recommended in the previous subsection, these solutions could lower their deployment times, and still provide a service when the step 1 solutions no longer suffice, or their power source is discharged. It is then important to have predefined plans, in order to know where these BSs should be deployed so that they provide the best coverage if NGN fails.

## 5.7 Limitations and validity of results

This thesis has looked at whether and how extreme weather will continue to pose a threat to the mobile networks in the future, how alternative communication can be re-established in the event of a failure, and what the minimum requirements of these solutions must be. Throughout the project, twelve interviews have been conducted, getting stakeholders' thoughts and opinions on the importance of Nødnett today, and their expectations for NGN. These inputs have been invaluable, giving different perspectives on the matter. However, as only twelve people have been surveyed, spanning 10 different actors, their opinions cannot be assumed to represent the respective actor to which they belong. They are merely personal opinions and experiences related to their area of expertise. Therefore, the findings of this project are not generalizable, only a representation of different opinions and an investigation of different solutions to re-establish communication. Moreover, only four different emergency service agencies are surveyed, meaning that the needs of all other agencies are not represented. This choice was made given the limited time and capacity of a single student over 20 weeks. Yet, this may affect the results, as other agencies may have other needs that should be addressed.

By assessing a number of technologies that are either yet to be defined, currently in a pilot project, or not thoroughly tested or implemented, this thesis is limited by the fact that the future of mobile networks is uncertain. The world of technology will be a lot different in 2026 (or later) than it is in 2022, and it is therefore not clear to what extent the findings of this project will be applicable. This is one of the reasons why this thesis has presented a high-level investigation of a number of different technologies, instead of focusing in-depth on a single one. This means that no one solution has been investigated as thoroughly as it could be, but several solutions have been assessed at a higher level. Moreover, by discussing more solutions, they can be compared with regard to their strengths and challenges. In addition to recommending a set of solutions, this thesis also presents some solutions that should not be used, due to their major drawbacks or lack of functionality.

The way of comparing the different alternatives was done by creating a set of comparison criteria. These were meant to highlight the key aspects of each solution, to give a structured, yet simple comparison between alternatives. Note that no solution has received top marks, which can mean one of two things. On one hand, it can mean the challenges related to re-establishing communication is a great challenge, and no one solution satisfies the needs entirely. The other possibility is that the criteria were too strict, and that more lenient criteria would be better. However, due to the importance of well-functioning solutions, it is concluded that the criteria were appropriate, and that the act of re-establishing sufficient communication indeed is a difficult task.

Even though this thesis looks at re-establishment of communication in the event of an extreme weather-induced failure in the mobile networks, primarily power and transmission failures, the solutions presented may apply to other circumstances as well. For instance, when responding to an emergency situation in a remote location, where the mobile networks don't provide coverage, AMBS may still provide local coverage surrounding the vehicle, with a satellite or HAPS for backhaul. Therefore, the solutions are relevant not only during extreme weather, but in the day-to-day service of the emergency services as well. This may also increase the likelihood of actual implementation. Moreover, even though this project has assumed the Norwegian Nødnett as a use case, the findings may also be applicable to other countries' PSNs.

An area that has not been covered is the question of who will own the backup solutions. Simple technologies like satellite phones and TETRA terminals can, and are already, owned by the emergency services or municipalities themselves. More complex solutions, like the CoWs or AMBS servers and modems are more challenging to allocate ownership of. However, to stay within scope of this thesis, this matter has been disregarded, but it is an important matter to address, to define responsibility with regard to financial aspects, maintenance and operation.

# Chapter 6

## Conclusion and future work

In this thesis, the future of the Norwegian public safety network Nødnett has been assessed, with regard to the expected impact of extreme weather related failures, and solutions to re-establish communication in the event of such events. A combination of systematic literature review and interviews has been conducted, to derive reliable results. It was discovered that the two key reasons for network failure are power loss and transmission failure, caused by phenomena such as strong wind, landslides and trees falling over the elevated power and fiber lines, as well as broken fiber in the ground. Due to global warming and climate change, the frequency and severity of extreme weather is expected to increase in years to come, making the networks even more prone to failure, if no measures are taken to robustify them. It is expected that backup power in base stations will be increased, in addition to more reinforced electronic communication in strategic base stations in the municipalities, but this thesis concludes that these efforts won't eliminate weather-induced failures entirely. Moreover, paradoxically, the reason why the network fails, is the exact reason why it is particularly important in the first place. Therefore, defining backup solutions to re-establish communication is crucial, to ensure mission-critical communication for emergency services at all times.

In order to investigate potential solutions and minimum requirements, a set of twelve representatives from different stakeholders related to Nødnett were surveyed. These informants include police, fire and health, different mobile network operators, an infrastructure equipment provider, as well as state actors including DSB, Nkom and the Norwegian Defense. Interviews revealed that the emergency services depend on talk groups as a bare minimum, but that they vary in the degree at which they need such services locally or regionally. 3GPP has already defined an application, mission critical services, to address this need and more, wherein mission critical push-to-talk will be a minimum requirement for solutions. In addition, users require that alternative communication is established immediately in order to maintain situational awareness at all times, and that the solutions are seamless to handle from a user perspective. Moreover, other stakeholders addressed the importance of

security in alternative solutions, especially with regard to distribution of 5G core functionality. What the minimum requirements will be in the future, however, is difficult to say today. The emergency services who were interviewed stood firm in their belief that talk groups and voice communication is, and will remain the most crucial service in the future. However, the author notes that the need for talk groups is based on their dependency on situational awareness. Therefore, solutions to re-establish communication should also facilitate more complex services, to provide better functionality in the future as well, in the event that situational awareness can be shared more efficiently with mission-critical data or video services.

A set of solutions to re-establish communication have been proposed and compared with regard to their ability to satisfy four comparison criteria. For local communication, autonomous operation with a local 5G core and MCPTT server is recommended in scenarios where backhaul to the core network is unavailable, whereas Low-Earth Orbit satellites or high altitude platform stations are proposed as non-terrestrial solutions for backhaul. It was discovered that the solutions vary in their complexity and deployment time. While quickly deployable solutions are limited in complexity, more complex solutions take longer to deploy. Therefore, a two-step approach is proposed, in order to quickly establish limited functionality, until more complex solutions can be deployed. In order to shorten the deployment time of the complex solutions, they should be deployed as a precaution when extreme weather is likely to cause a network failure. Finally, given the importance of satellite phones in recent extreme weather events, bringing a set of satellite phones and TETRA terminals is recommended as an absolute minimum backup, in order to provide emergency services with the ability to communicate locally with the TETRA terminals, and regionally with the satellite phones.

Some learning points have been identified through conducting this thesis. One of the informants requested the questions beforehand, resulting in a more efficient interview and perhaps more thoughtful answers, begging the question of whether all informants should have received their questions beforehand to get better results. Also, using interviews as a methodology is demanding with regard to both time and effort. More time could have been dedicated to the interviews, especially in planning interview guides and performing analysis. Additionally, more focus could have been spent looking at the individual emergency services' specific needs, in stead of deriving solutions based on the overall general needs. However, within the scope, assumptions and limitations of this thesis, it is concluded that the research questions are answered sufficiently, and it appears that backup solutions are vital when moving to a 5G-based public safety network. No matter the implementation strategy for NGN, a common backup solution should be defined for all emergency services, in order to prevent a loss of mission-critical communication during extreme weather events.



## 6.1 Future work

This project has investigated different solutions to re-establish mission critical communication in the event of extreme weather-induced failures in the next generation of Nødnett. The following section covers not yet discussed aspects of NGN and backup solutions that may be investigated to better prepare for an implementation of NGN.

**Interconnecting TETRA modems and NGN devices.** A major strength of TETRA is DMO, but the 3GPP equivalent is unlikely to fill this need to a full extent, or even at all. Future work should investigate how NGN devices may take advantage of TETRA-based DMO, by connecting the NGN device to a TETRA modem for local ad-hoc connectivity.

**Interconnecting TETRA and satellite modems.** The key to exchange situational awareness is local and regional communication. This thesis has proposed a solution where TETRA terminals and satellite phones are used separately to achieve both forms of communication. Future work should look into how TETRA terminals can be used to communicate regionally, by using satellite modems as a bearer, as a backup solution.

**Expanding on the concept of AMBS.** This project has touched on how local coverage can be provided by vehicle-mounted BSs, either with local autonomy or satellite backhaul. Future work should explore the concept of AMBS further, including how they may communicate and create a mesh-like network for autonomy over larger areas, and provide isolated operation securely. This must include, but not be limited by mechanisms for handover, defining a master 5GC server and authentication.

**Efficient power solutions for mobile base stations.** One limitation of highly mobile BSs may be how long their power supply lasts. By prolonging the lifetime of mobile BSs, their ability to serve the emergency services will increase. Future work should investigate different technologies, and also the possibility of using the emergency vehicles own battery or fuel to power the mobile BSs.

**Making mobile base stations more compact and flexible.** Following this project, it appears that the solutions that exist today for mobile base stations, such as cells on wheels and tactical bubbles, are too complex and large to be rapidly deployed. To address this limitation, future work should investigate how these solutions can become more compact and mobile, in order to more quickly deploy them and serve emergency services in the event of a network failure.



# References

- [3GP17] 3GPP. «Mission Critical Services in 3GPP». (2017), [Online]. Available: [https://www.3gpp.org/news-events/1875-mc\\_services](https://www.3gpp.org/news-events/1875-mc_services) (last visited: Mar. 4, 2022).
- [3GP20] 3GPP, «Mission critical services support in the Isolated Operation for Public Safety (IOPS) mode of operation (Release 17)», Tech. Rep. TS23.180, Sep. 2020, V17.0.0.
- [3GP21a] 3GPP, «Functional architecture and information flows to support Mission Critical Data (MCData); Stage 2 (Release 18)», Tech. Rep. TS23.282, Dec. 2021, V18.0.0.
- [3GP21b] 3GPP, «Functional architecture and information flows to support Mission Critical Video (MCVideo); Stage 2 (Release 18)», Tech. Rep. TS23.281, Dec. 2021, V18.0.0.
- [3GP21c] 3GPP, «Proximity-based services (ProSe); Stage 2 (Release 17)», Tech. Rep. TS23.303, Dec. 2021, V17.0.0.
- [3GP22a] 3GPP, «Functional architecture and information flows to support Mission Critical Push To Talk (MCPTT); Stage 2 (Release 18)», Tech. Rep. TS23.379, Mar. 2022, V18.1.0.
- [3GP22b] 3GPP, «Isolated Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN) operation for public safety; Stage 1 (Release 17)», Tech. Rep. TS22.346, Apr. 2022, V17.0.0.
- [3GP22c] 3GPP, «NR; Integrated Access and Backhaul (IAB) Electromagnetic Compatibility (EMC) (Release 17)», Tech. Rep. TS38.175, Apr. 2022, V17.0.0.
- [3GP22d] 3GPP. «Release 15». (2022), [Online]. Available: <https://www.3gpp.org/release-15> (last visited: Mar. 4, 2022).
- [3GP22e] 3GPP. «Release 18». (2022), [Online]. Available: <https://www.3gpp.org/release18> (last visited: Mar. 3, 2022).
- [3GP22f] 3GPP. «Releases». (2022), [Online]. Available: <https://www.3gpp.org/specifications/67-releases> (last visited: Jan. 10, 2022).
- [3GP22g] 3GPP, «Study on New Radio (NR) access technology (Release 17)», Tech. Rep. TS38.912, Apr. 2022, V17.0.0.
- [5G 22] 5G Americas, «5G & Non-terrestrial Networks», Feb. 2022.

- [5G-nd] 5G-VINNI. «5G Verticals Innovation Infrastructure». (n.d.), [Online]. Available: <https://www.5g-vinni.eu/concept-approach> (last visited: May 23, 2022).
- [Aft11] Aftenposten. «Vil ha nytt sårbarhetsutvalg etter «dagmar»». (Dec. 2011), [Online]. Available: <https://www.aftenposten.no/norge/i/8m00x/vil-ha-nytt-saarbarhetsutvalg-etter-dagmar> (last visited: Mar. 16, 2022).
- [AMK+21] V. V. Asmus, O. E. Milekhin, *et al.*, «Arktika-M: The world’s first highly elliptical orbit hydrometeorological space system», *Russian Meteorology and Hydrology*, vol. 46, no. 12, pp. 805–816, Dec. 2021.
- [ATT17] AT&T. «Flying COW Connects Puerto Rico». (Jun. 2017), [Online]. Available: [https://about.att.com/inside\\_connections\\_blog/flying\\_cow\\_puertori](https://about.att.com/inside_connections_blog/flying_cow_puertori) (last visited: May 6, 2022).
- [Autnd] F. Authority. «FirstNet: The History of our Nation’s Public Safety Network». (n.d.), [Online]. Available: <https://www.firstnet.gov/about/history> (last visited: May 6, 2022).
- [BEG+19] J.-M. Bruel, S. Ebersold, *et al.*, «Formality in software requirements», Nov. 2019.
- [Ber20] T. T. Berger, *Innsatsleders kommandoplass - ILKO*, PowerPoint presentation, 2020. [Online]. Available: <https://dms-cf-05.dimu.org/file/0136JSg6pY1L>.
- [BKJ21] O. Bazan, B. U. Kazi, and M. Jaseemuddin, *Beamforming Antennas in Wireless Networks*. 2021.
- [CGL+21] F. Cintron, D. Griffith, *et al.*, *Study of 5G New Radio (NR) Support for Direct Mode Communications*, en, 2021-05-07 04:05:00 2021. [Online]. Available: [https://tsapps.nist.gov/publication/get\\_pdf.cfm?pub\\_id=932367](https://tsapps.nist.gov/publication/get_pdf.cfm?pub_id=932367).
- [Chi21] S. Chitturi. «Mission Critical Services Standards: Advancing Critical Communications Across Industries». (2021), [Online]. Available: <https://www.samsung.com/global/business/networks/insights/blog/0831-mission-critical-services-standards-advancing-critical-communications-across-industries/> (last visited: Feb. 22, 2022).
- [Cre09] J. Creswell, «Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed-Method Approaches», in Jan. 2009.
- [DSB12] DSB, «Samfunnets sårbarhet overfor bortfall av elektronisk kommunikasjon», 2012.
- [DSB16] DSB, «Nødnett magasinet 2016», 2016.
- [DSB18] DSB. «Alternatives for mission-critical services in public mobile networks in norway». (May 2018).
- [DSB20] DSB, «Nødnett i bruk», version 1.3, Jun. 2020.
- [DSB21] DSB. «Digital Nødnettdag gjennomført!» (2021), [Online]. Available: <https://www.nodnett.no/aktuelt/digital-nodnettdag-gjennomfort/> (last visited: Feb. 23, 2022).

- [DSB22a] DSB. «Dsb kart internett». (2022), [Online]. Available: <https://kart.dsb.no> (last visited: May 6, 2022).
- [DSB22b] DSB. «Nødnetteffekten». (2022), [Online]. Available: <https://www.nodnett.no/om-nodnett/samordning-og-samvirke/nodnetteffekten/> (last visited: Feb. 22, 2022).
- [ETS17] ETSI, «LTE; Functional architecture and information flows to support Mission Critical Video (MCVideo); Stage 2 (3GPP TS 23.281 version 14.3.0 Release 14)», Tech. Rep. TS123.281, Oct. 2017, V14.3.0.
- [ETS20a] ETSI, «5G; System architecture for the 5G System (5GS) (3GPP TS 23.501 version 16.6.0 Release 16)», Tech. Rep. TS123.501, Oct. 2020, V16.6.0.
- [ETS20b] ETSI, «LTE; 5G; Group Communication System Enablers (GCSE) (3GPP TS 22.468 version 16.0.0 Release 16)», Tech. Rep. TS122.468, Nov. 2020, V16.0.0.
- [ETSnd] ETSI. «5G». (n.d.), [Online]. Available: <https://www.etsi.org/technologies/5G> (last visited: Mar. 3, 2022).
- [Fla20] M. Flament, *Cellular-Vehicle-to-Everything (C-V2X): today and next steps*, PowerPoint presentation, May 2020. [Online]. Available: [https://www.gsma.com/iot/wp-content/uploads/2020/07/02\\_5GAA\\_Maxime-Flament.pdf](https://www.gsma.com/iot/wp-content/uploads/2020/07/02_5GAA_Maxime-Flament.pdf) (last visited: May 18, 2022).
- [FS15] R. Ferrus and O. Sallent, «Public Protection and Disaster Relief Communications», in Aug. 2015, pp. 1–48.
- [FUDnda] FUDGE-5G. «Deployable 5G network for Public Protection and Disaster». (n.d.), [Online]. Available: <https://fudge-5g.eu/en/use-cases/ppdr> (last visited: May 23, 2022).
- [FUDndb] FUDGE-5G. «Fully Disintegrated private networks for 5G verticals». (n.d.), [Online]. Available: <https://fudge-5g.eu/en> (last visited: May 23, 2022).
- [GSM21] GSMA, *High Altitude Platform Systems: Towers in the Skies*, Jun. 2021. [Online]. Available: <https://www.gsma.com/futurenetworks/resources/high-altitude-platform-systems-haps-whitepaper-2021> (last visited: Apr. 25, 2022).
- [HDO] Helsetjenestens driftorganisasjon (DHO). «Kontrollrom». (), [Online]. Available: <https://www.hdo.no/vare-tjenester/kontrollrom> (last visited: May 6, 2022).
- [HJT+18] O. Hoegh-Guldberg, D. Jacob, *et al.*, «Impacts of 1.5°C Global Warming on Natural and Human Systems», in *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*, 2018, pp. 175–312.
- [HLS+18] M. Höyhtyä, K. Lähetkangas, *et al.*, «Critical Communications Over Mobile Operators’ Networks: 5G Use Cases Enabled by Licensed Spectrum Sharing, Network Slicing and QoS Control», *IEEE Access*, vol. 6, Nov. 2018.

- [Hov21a] L. H. Hovden, *Autonomous Operation of Mission Critical Base Stations in 5G*, 2021.
- [Hov21b] Hovedredningsentralen, «EVALUERING: Redningsaksjonen og den akutte krisehåndteringen under kvikkleireskredet på Gjerdrum», Jun. 2021.
- [iFi11] iFinnmark. «Ungdommene fikk ikke kontakt». (Mar. 2011), [Online]. Available: <https://www.ifinnmark.no/nyheter/ungdommene-fikk-ikke-kontakt/s/1-30002-5519029> (last visited: Mar. 16, 2022).
- [Ins16] N. M. Institute, «Ekstremvêrrapport hending: Tor 29.-30. januar 2016», Feb. 2016.
- [Ins18a] N. M. Institute, «Ekstremvêrrapport hendelse: Knud, 21-22. september 2018», Oct. 2018.
- [Ins18b] N. M. Institute. «Kva er eit ekstremvêrvarsel?» Updated 21-06-17. (May 2018), [Online]. Available: <https://www.met.no/vaer-og-klima/ekstremvaervarsler-og-andre-farevarsler/hva-er-et-ekstremvaervarsel> (last visited: Mar. 21, 2022).
- [Ins18c] N. M. Institute. «Norske ekstremvær får navn». Updated 22-01-13. (May 2018), [Online]. Available: <https://www.met.no/vaer-og-klima/ekstremvaervarsler-og-andre-farevarsler/hva-er-et-ekstremvaervarsel/norske-ekstremvaer-far-navn>.
- [Iridn] Iridium. «Iridium Push-To-Talk». (n.d.), [Online]. Available: <https://www.iridium.com/services/iridium-push-talk/> (last visited: Jun. 5, 2022).
- [JK16] S. Jung and J. Kim, «A new way of extending network coverage: Relay-assisted D2D communications in 3GPP», *ICT Express*, vol. 2, no. 3, pp. 117–121, 2016, Special Issue on ICT Convergence in the Internet of Things (IoT). [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S240595951630073X>.
- [LNHN20] J. Li, K. K. Nagalapur, *et al.* «This is how 5G NR for public safety could save lives». (May 2020), [Online]. Available: <https://www.ericsson.com/en/blog/2020/5/how-5g-for-public-safety-could-save-lives> (last visited: Mar. 3, 2022).
- [Lovnd] Lovdata, *Lov om elektronisk kommunikasjon (ekomloven)*, n.d.
- [Mak20] T. Makay. «Reaching skyward to bridge the digital divide». (May 2020), [Online]. Available: <https://www.nokia.com/blog/reaching-skyward-bridge-digital-divide> (last visited: Apr. 25, 2022).
- [MBE+12] I. V. Malvik, K. Brekke, *et al.*, «Første inntrykk etter ekstremværet dagmar, julen 2011», The Norwegian Water Resources and Energy Directorate (NVE), Mar. 2012.
- [MHD14] B. Mukherjee, M. Habib, and F. Dikbiyik, «Network Adaptability from Disaster Disruptions and Cascading Failures», *Communications Magazine, IEEE*, vol. 52, pp. 230–238, May 2014.
- [MSHW21] T. E. Markussen, M. Stenstadvold, *et al.*, «Ettrevaluering av TETRA Nødnettprosjektet», 2021.

- [NASnd] NASA. «Overview: Weather, Global Warming, and Climate Change». (n.d.), [Online]. Available: <https://climate.nasa.gov/resources/global-warming-vs-climate-change/#:~:text=Global> (last visited: Mar. 17, 2022).
- [NGnd] K. Nomeland and P. Grønsund. «Advantages of 5G from a defence perspective». (n.d.), [Online]. Available: <https://www.eurescom.eu/eurescom-messages/summer-2021/military-use-of-5g> (last visited: May 23, 2022).
- [Nko19] Nkom, «Etablering av midlertidig mobildekning ved utfall», Oct. 2019.
- [Nko20a] Nkom. «Tilbyders sikkerhets- og beredskapsplikter». (2020), [Online]. Available: <https://www.nkom.no/sikkerhet-og-beredskap/tilbyders-sikkerhets-og-beredskapsplikter> (last visited: Mar. 7, 2022).
- [Nko20b] Nkom. «Tilbyders sikkerhets- og beredskapsplikter». (Feb. 2020), [Online]. Available: <https://www.nkom.no/sikkerhet-og-beredskap/tilbyders-sikkerhets-og-beredskapsplikter> (last visited: May 6, 2022).
- [Nko22a] Nkom. «Risiko- og sårbarhetsvurderinger - EkomROS». (2022), [Online]. Available: <https://www.nkom.no/sikkerhet-og-beredskap/risiko-og-saarbarhetsvurderinger-ekomros> (last visited: Feb. 25, 2022).
- [Nko22b] Nkom, «Robuste transmisjonsnett for norge mot 2030», Jan. 2022.
- [Nkonda] Nkom. «Nkom.no». (n.d.), [Online]. Available: <https://nkom.no> (last visited: Feb. 25, 2022).
- [Nkondb] Nkom. «Nkoms program for forsterket ekom». (n.d.), [Online]. Available: <https://www.nkom.no/sikkerhet-og-beredskap/nkoms-program-for-forsterket-ekom> (last visited: May 3, 2022).
- [NRK11a] NRK. «Derfor brøt mobilnettet sammen». (Mar. 2011), [Online]. Available: <https://www.nrk.no/tromsogfinnmark/derfor-brot-mobilnettet-sammen-1.7540759> (last visited: Mar. 16, 2022).
- [NRK11b] NRK. «Pårørende fekk ikkje kontakt med 113 - person døydde». (Dec. 2011), [Online]. Available: <https://www.nrk.no/vestland/fekk-ikkje-kontakt-med-113---doydde-1.7931514> (last visited: Mar. 16, 2022).
- [NRK18] NRK. ««Knud» slo ut nødnettet: – Det er en skandale». (Sep. 2018), [Online]. Available: [https://www.nrk.no/norge/\\_knud\\_-slo-ut-nodnettet\\_-\\_det-er-en-skandale-1.14219126](https://www.nrk.no/norge/_knud_-slo-ut-nodnettet_-_det-er-en-skandale-1.14219126) (last visited: Mar. 17, 2022).
- [NRK19] NRK. «Slik minnest familien ingar som blei tatt av raset i jølster». (Oct. 2019), [Online]. Available: <https://www.nrk.no/vestland/slik-minnest-familien-ingar-som-blei-tatt-av-raset-i-jolster-1.14756390> (last visited: Mar. 17, 2022).
- [NRK21a] NRK. «Høststormen har skapt store ødeleggelser: – en katastrofe». (Nov. 2021), [Online]. Available: <https://www.nrk.no/inlandet/stormen-har-blast-ned-enorme-mengder-traer.-opprydningsjobben-er-stor.-1.15739792> (last visited: Apr. 25, 2022).
- [NRK21b] NRK. «Uværet slo ut nødnettet i flere kommuner: – det var en veldig alvorlig situasjon». (Nov. 2021), [Online]. Available: <https://www.nrk.no/vestfoldogtelemark/nodnettet-falt-ut-i-uvaeret-1.15739993> (last visited: Apr. 25, 2022).

- [OCL+17] J. Oueis, V. Conan, *et al.*, «Overview of LTE Isolated E-UTRAN Operation for Public Safety», *IEEE Communications Standards Magazine*, vol. 1, pp. 98–105, Jan. 2017.
- [Ore10] Oregon State University. «Snowball sampling». (Sep. 2010), [Online]. Available: <https://research.oregonstate.edu/irb/policies-and-guidance-investigators/guidance/snowball-sampling> (last visited: Feb. 25, 2022).
- [Pet] Petter-Børre Furberg. «Kronikk: Ekstremvær krever tettere samarbeid om beredskap i norge». (), [Online]. Available: <https://www.telenor.no/om/samfunnsansvar/artikler/tettere-samarbeid-ekstremver> (last visited: Mar. 17, 2022).
- [Pro20] D. Prochaska. «Public-Safety Features Officially Part of Next 3GPP Standard Release». (Jan. 2020), [Online]. Available: <https://firstnet.gov/newsroom/blog/public-safety-features-official-part-next-3gpp-standard-release> (last visited: Mar. 3, 2022).
- [PTSD18] P. Popovski, K. Trillingsgaard, *et al.*, «5G Wireless Network Slicing for eMBB, URLLC, and mMTC: A Communication-Theoretic View», *IEEE Access*, vol. PP, Apr. 2018.
- [RH20] J. Rak and D. Hutchison, *Guide to Disaster-Resilient Communication Networks*. Jan. 2020.
- [RM17] C. Robson and K. McCartan, *Real World Research, 4th Edition*. Dec. 2017.
- [Sam06] Samferdselsdepartementet, *Frekvenstillatelse til Justis- og Beredskapsdepartementet v/ Nødnettprosjektet*, 2006.
- [SSA+18a] R. Solozabal, A. Sanchoyerto, *et al.*, «Exploitation of Mobile Edge Computing in 5G Distributed Mission-Critical Push-to-Talk Service Deployment», *IEEE Access*, vol. 6, pp. 37 665–37 675, 2018.
- [SSA+18b] R. Solozabal, A. Sanchoyerto, *et al.*, «Exploitation of Mobile Edge Computing in 5G Distributed Mission-Critical Push-to-Talk Service Deployment», *IEEE Access*, vol. 6, pp. 37 665–37 675, 2018.
- [Sta21] E. Standal, *Mission critical services in commercial 5g networks*, 2021.
- [Saa17] J. Saari. «The best way to boost Direct Mode range may surprise you». (2017), [Online]. Available: <https://www.securelandcommunications.com/blog/the-best-way-to-boost-direct-mode-range-may-surprise-you> (last visited: May 18, 2022).
- [T-Mnd] T-MOBILE. «Let’s talk about the 5G spectrum: how more bands make a better network». (n.d.), [Online]. Available: <https://www.t-mobile.com/business/resources/articles/benefits-of-the-5g-spectrum-for-businesses> (last visited: May 15, 2022).
- [Tjo17] A. Tjora, *Kvalitative forskningsmetoder i praksis. 3. utgave*. Jan. 2017.
- [TMM+19] O. Teyeb, A. Muhammad, *et al.*, «Integrated Access Backhauled Networks», Jun. 2019.



- [TV211] TV2. «Over 20.000 uten fasttelefon etter uværet». (Dec. 2011), [Online]. Available: <https://www.tv2.no/a/13254179> (last visited: Mar. 16, 2022).
- [VGDM18] F. Vook, A. Ghosh, *et al.*, «5G New Radio: Overview and Performance», Oct. 2018, pp. 1247–1251.
- [VS21] M. Volk and J. Sterle, «5G Experimentation for Public Safety: Technologies, Facilities and Use Cases», *IEEE Access*, vol. PP, pp. 1–1, Mar. 2021.
- [Wie14] R. Wieringa, *Design Science Methodology for Information Systems and Software Engineering*. Jan. 2014, pp. 1–332.



## Appendix

# NSD Application



When using personal information in academic work, it is required by the Norwegian Center for Research Data (NSD) to apply for such permissions. The following appendix includes the application that was sent to, and approved by, NSD.

# NSD NORSK SENTER FOR FORSKNINGSDATA

## Meldeskjema

### Referansenummer

963472

### Hvilke personopplysninger skal du behandle?

---

- Navn (også ved signatur/samtykke)
- E-postadresse, IP-adresse eller annen nettidentifikator
- Lydopptak av personer
- Bakgrunnsopplysninger som vil kunne identifisere en person

### Beskriv hvilke bakgrunnsopplysninger du skal behandle

Det vil gjennomføres intervjuer som taes opp, dersom det er greit for intervjuobjekt. For å avtale intervju er det relevant å lagre intervjuobjekts navn og e-post-adresse, samt stilling hos sin arbeidsgiver og rolle i forhold til Nødnett. Navn på organisasjonen intervjuobjektet tilhører vil også lagres. Det er lite sannsynlig at personer kan identifiseres på bakgrunn av intervjuene som avholdes, da spørsmål stilles på det generelle plan, og rettet mot fagfelt og erfaringer, og ikke mot personen selv.

### Prosjektinformasjon

---

#### Prosjekttittel

Masteroppgave i kommunikasjonsteknologi og digital sikkerhet

#### Prosjektbeskrivelse

Masteroppgave i sivilingeniørstudiet i Kommunikasjonsteknologi og digital sikkerhet ved NTNU. Oppgaven beskriver hvordan det norske Nødnettet vil bli sårbart ved en eventuell overgang fra dagens TETRA-standard, til 5G fra og med 2026. Oppgaven søker å finne løsninger på hvordan man kan gjenopprette kommunikasjon for nødetater, dersom det oppstår dekningsutfall som følge av ekstremvær. Det vil gjennomføres intervjuer med relevante interessenter, slik at mine antakelser kan bekreftes eller avkreftes, samt for å undersøke potensielle teknologiske løsninger og deres gjennomførbarhet.

#### Begrunn behovet for å behandle personopplysningene

Behovet for å behandle personopplysninger kommer fra gjennomførbarhet av intervjuer. Det vil være nødvendig å lagre vedkommendes navn og e-post-adresse for å kunne avtale og gjennomføre intervju. Disse intervjuene vil anonymiseres, og intervjuobjektens personopplysninger vil ikke publiseres i oppgaven.

Lydopptak vil bli gjennomført og lagres digitalt, for å kunne transkribere intervjuet i ettertid, og sammenligne data som er innhentet i hvert enkelt intervju. Etter lydopptakene er transkribert, vil lydopptakene slettes. Transkriptet vil være anonymisert.

Det vil være aktuelt å beskrive intervjuobjektets bakgrunn ved presentasjon av data, for å understreke hvorfor funnene er relevante for oppgaven. Det vil gjennomføres intervjuer av personer innen politi-, ambulanse- og redningstjenesten, samt norske teleoperatører og Direktoratet for samfunnsikkerhet og beredskap. Ved

09/05/2022, 15:34

Meldeskjema for behandling av personopplysninger

intervju av for eksempel ambulanse-medarbeidere, vil funnene bli presentert som "intervju av person i ambulansetjenesten". Dette vil ikke være tilstrekkelig informasjon for å kunne identifisere personen i ettertid.

**Ekstern finansiering****Type prosjekt**

Studentprosjekt, masterstudium

**Kontaktinformasjon, student**

Marius Aune, [REDACTED]

**Behandlingsansvar**

---

**Behandlingsansvarlig institusjon**

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet / Fakultet for informasjonsteknologi og elektroteknikk (IE) / Institutt for informasjonssikkerhet og kommunikasjonsteknologi

**Prosjektansvarlig (vitenskapelig ansatt/veileder eller stipendiat)**

Eirik Larsen Følstad, [REDACTED]

**Skal behandlingsansvaret deles med andre institusjoner (felles behandlingsansvarlige)?**

Nei

**Utvalg 1**

---

**Beskriv utvalget**

Representanter for brukere av Nødnett, som for eksempel politimenn- eller kvinner.

**Rekruttering eller trekking av utvalget**

Gjennom eget og veileders nettverk

**Alder**

18 - 100

**Inngår det voksne (18 år +) i utvalget som ikke kan samtykke selv?**

Nei

**Personopplysninger for utvalg 1**

- Navn (også ved signatur/samtykke)
- E-postadresse, IP-adresse eller annen nettidifikator
- Lydopptak av personer
- Bakgrunnsopplysninger som vil kunne identifisere en person

**Hvordan samler du inn data fra utvalg 1?**

### **Personlig intervju**

#### **Grunnlag for å behandle alminnelige kategorier av personopplysninger**

Samtykke (art. 6 nr. 1 bokstav a)

#### **Informasjon for utvalg 1**

##### **Informerer du utvalget om behandlingen av opplysningene?**

Ja

##### **Hvordan?**

Skriftlig informasjon (papir eller elektronisk)

#### **Utvalg 2**

---

##### **Beskriv utvalget**

Representanter for statlige organisasjoner tilknyttet Nødnett, som for eksempel ansatte i DSB

##### **Rekruttering eller trekking av utvalget**

Gjennom veileders nettverk

##### **Alder**

18 - 100

##### **Inngår det voksne (18 år +) i utvalget som ikke kan samtykke selv?**

Nei

##### **Personopplysninger for utvalg 2**

- Navn (også ved signatur/samtykke)
- E-postadresse, IP-adresse eller annen nettidetifikator
- Lydopptak av personer
- Bakgrunnsopplysninger som vil kunne identifisere en person

##### **Hvordan samler du inn data fra utvalg 2?**

### **Personlig intervju**

#### **Grunnlag for å behandle alminnelige kategorier av personopplysninger**

Samtykke (art. 6 nr. 1 bokstav a)

#### **Informasjon for utvalg 2**

##### **Informerer du utvalget om behandlingen av opplysningene?**

Ja

09/05/2022, 15:34

Meldeskjema for behandling av personopplysninger

**Hvordan?**

Skriftlig informasjon (papir eller elektronisk)

**Utvalg 3**

---

**Beskriv utvalget**

Representanter for kommersielle nettverksoperatører som kan være relevante for Nødnettet fra 2026, som for eksempel Telia eller Telenor

**Rekruttering eller trekking av utvalget**

Gjennom eget og veileders nettverk

**Alder**

18 - 100

**Inngår det voksne (18 år +) i utvalget som ikke kan samtykke selv?**

Nei

**Personopplysninger for utvalg 3**

- Navn (også ved signatur/samtykke)
- E-postadresse, IP-adresse eller annen nettidentifikator
- Lydopptak av personer
- Bakgrunnsopplysninger som vil kunne identifisere en person

**Hvordan samler du inn data fra utvalg 3?****Personlig intervju****Grunnlag for å behandle alminnelige kategorier av personopplysninger**

Samtykke (art. 6 nr. 1 bokstav a)

**Informasjon for utvalg 3****Informerer du utvalget om behandlingen av opplysningene?**

Ja

**Hvordan?**

Skriftlig informasjon (papir eller elektronisk)

**Tredjepersoner**

---

**Skal du behandle personopplysninger om tredjepersoner?**

Nei

## Dokumentasjon

---

### Hvordan dokumenteres samtykkene?

- Elektronisk (e-post, e-skjema, digital signatur)
- Muntlig

### Beskriv

Samtykke innhentes ved e-post-korrespondanse før planlegging av intervju, samt muntlig og elektronisk ved lydopptak før gjennomføring av intervju.

### Hvordan kan samtykket trekkes tilbake?

Samtykket kan trekkes tilbake ved å sende en e-post der samtykket trekkes tilbake, samt ved å informere muntlig om at samtykket trekkes tilbake før gjennomføring av intervju.

### Hvordan kan de registrerte få innsyn, rettet eller slettet opplysninger om seg selv?

Det vil informeres digitalt og muntlig om hvilke opplysninger som lagres, før intervjuet gjennomføres. Transkriptet vil oversendes intervjuobjektet, for gjennomgang. Videre kan personer sende e-post når som helst og få oppgitt hvilke opplysninger jeg besitter om vedkommende. Ved endringer av opplysninger, kan dette opplyses om ved e-post.

### Totalt antall registrerte i prosjektet

1-99

## Tillatelser

---

### Skal du innhente følgende godkjenninger eller tillatelser for prosjektet?

## Behandling

---

### Hvor behandles opplysningene?

- Maskinvare tilhørende behandlingsansvarlig institusjon
- Ekstern tjeneste eller nettverk (databehandler)

### Hvem behandler/har tilgang til opplysningene?

- Student (studentprosjekt)
- Databehandler

### Hvilken databehandler har tilgang til opplysningene?

Marius Aune, masterstudenten. Personopplysninger vil lagres i NTNU OneDrive og NVivo på NTNU sin lisens for databehandling. Gjennomføring av intervju vil foregå over Zoom, som NTNU har databehandleravtale med.



09/05/2022, 15:34

Meldeskjema for behandling av personopplysninger

**Tilgjengeliggjøres opplysningene utenfor EU/EØS til en tredjestat eller internasjonal organisasjon?**

Nei

**Sikkerhet**

---

**Oppbevares personopplysningene atskilt fra øvrige data (koblingsnøkkel)?**

Nei

**Begrunn hvorfor personopplysningene oppbevares sammen med de øvrige opplysningene**

Det lagres ikke særlige eller strafferettslige opplysninger, og personopplysningene oppbevares derfor sammen med øvrige opplysninger av praktiske årsaker.

**Hvilke tekniske og fysiske tiltak sikrer personopplysningene?**

- Opplysningene anonymiseres fortløpende
- Opplysningene krypteres under forsendelse
- Opplysningene krypteres under lagring
- Adgangsbegrensning
- Flerfaktorautentisering
- Endringslogg

**Varighet**

---

**Prosjektperiode**

01.01.2022 - 01.07.2022

**Skal data med personopplysninger oppbevares utover prosjektperioden?**

Nei, data vil bli oppbevart uten personopplysninger (anonymisering)

**Hvilke anonymiseringstiltak vil bli foretatt?**

- Personidentifiserbare opplysninger fjernes, omskrives eller grovkategoriseres
- Lyd- eller bildeopptak slettes

**Vil de registrerte kunne identifiseres (direkte eller indirekte) i oppgave/avhandling/øvrige publikasjoner fra prosjektet?**

Nei

**Tilleggsopplysninger**

---



# Appendix **B**

## NSD Approval

The following appendix contains the approval from NSD, permitting the use of personal information in this thesis, as long as the use is performed in accordance with the application in Appendix A.

[Meldeskjema](#) / [Masteroppgave i kommunikasjonsteknologi og digital sikkerhet](#) / Meldinger

## Meldinger

**Referansenummer**

963472

**Status**

Vurdert

[✎ Rediger meldeskjema](#)

Skriv melding...

Merk: Meldingen vil bli synlig for din institusjon og alle prosjektet er delt med.

[Send melding](#)**Påminnelse (planlagt)**

08.07.2022 02:00

**Sluttvurdering (planlagt)**

01.07.2022 02:00

**Melding**

16.01.2022 17:16

Behandlingen av personopplysninger er vurdert av NSD. Vurderingen er:

Det er vår vurdering at behandlingen vil være i samsvar med personvernlovgivningen, så fremt den gjennomføres i tråd med det som er dokumentert i meldeskjemaet 16.01.2022 med vedlegg, samt i meldingsdialogen mellom innmelder og Personverntjenester. Behandlingen kan starte.

**DEL PROSJEKTET MED PROSJEKTANSVARLIG**

For studenter er det obligatorisk å dele prosjektet med prosjektansvarlig (veileder). Del ved å trykke på knappen «Del prosjekt» i menylinjen øverst i meldeskjemaet. Prosjektansvarlig bes akseptere invitasjonen innen en uke. Om invitasjonen utløper, må han/hun inviteres på nytt.

**TYPE OPPLYSNINGER OG VARIGHET**

Prosjektet vil behandle alminnelige kategorier av personopplysninger frem til 01.07.2022.

**LOVLIG GRUNNLAG**

Prosjektet vil innhente samtykke fra de registrerte til behandlingen av personopplysninger. Vår vurdering er at prosjektet legger opp til et samtykke i samsvar med kravene i art. 4 og 7, ved at det er en frivillig, spesifikk, informert og utvetydig bekreftelse som kan dokumenteres, og som den registrerte kan trekke tilbake.

Lovlig grunnlag for behandlingen vil dermed være den registrertes samtykke, jf. personvernforordningen art. 6 nr. 1 bokstav a.

**PERSONVERNPRINSIPPER**

Personverntjenester vurderer at den planlagte behandlingen av personopplysninger vil følge prinsippene i personvernforordningen om:

lovlighet, rettferdighet og åpenhet (art. 5.1 a), ved at de registrerte får tilfredsstillende informasjon om og samtykker til behandlingen

18/01/2022, 09:41

Meldeskjema for behandling av personopplysninger

formålsbegrensning (art. 5.1 b), ved at personopplysninger samles inn for spesifikke, uttrykkelig angitte og berettigede formål, og ikke behandles til nye, uforenlige formål

dataminimering (art. 5.1 c), ved at det kun behandles opplysninger som er adekvate, relevante og nødvendige for formålet med prosjektet

lagringsbegrensning (art. 5.1 e), ved at personopplysningene ikke lagres lengre enn nødvendig for å oppfylle formålet

#### DE REGISTRERTES RETTIGHETER

Så lenge de registrerte kan identifiseres i datamaterialet vil de ha følgende rettigheter: innsyn (art. 15), retting (art. 16), sletting (art. 17), begrensning (art. 18), og dataportabilitet (art. 20).

Personverntjenester vurderer at informasjonen om behandlingen som de registrerte vil motta oppfyller lovens krav til form og innhold, jf. art. 12.1 og art. 13.

Vi minner om at hvis en registrert tar kontakt om sine rettigheter, har behandlingsansvarlig institusjon plikt til å svare innen en måned.

#### FØLG DIN INSTITUSJONS RETNINGSLINJER

Vi legger til grunn at behandlingen oppfyller kravene i personvernforordningen om riktighet (art. 5.1 d), integritet og konfidensialitet (art. 5.1. f) og sikkerhet (art. 32).

NTNU OneDrive, NVivo, og Zoom er databehandler i prosjektet. NSD legger til grunn at behandlingen oppfyller kravene til bruk av databehandler, jf. art 28 og 29.

For å forsikre dere om at kravene oppfylles, må dere følge interne retningslinjer og/eller rådføre dere med behandlingsansvarlig institusjon.

#### MELD VESENTLIGE ENDRINGER

Dersom det skjer vesentlige endringer i behandlingen av personopplysninger, kan det være nødvendig å melde dette til personverntjenester ved å oppdatere meldeskjemaet. Før du melder inn en endring, oppfordrer vi deg til å lese om hvilke type endringer det er nødvendig å melde: [nsd.no/personverntjenester/fylle-ut-meldeskjema-for-personopplysninger/melde-endringer-i-meldeskjema](https://nsd.no/personverntjenester/fylle-ut-meldeskjema-for-personopplysninger/melde-endringer-i-meldeskjema)

Du må vente på svar fra NSD før endringen gjennomføres.

#### OPPFØLGING AV PROSJEKTET

Vi vil følge opp ved planlagt avslutning for å avklare om behandlingen av personopplysningene er avsluttet.

Lykke til med prosjektet!



#### Vurdert

16.01.2022 17:16

Behandlingen av personopplysninger er vurdert.

[Les vår vurdering](#)



#### Sendt til vurdering

21.12.2021 02:02



# Appendix **C**

## **Information and invitation to informants**

When reaching out to interview candidates, it is important that the invitation contains sufficient information, so that the informant knows whether he or she can contribute to the research. The following appendix includes the invitation and information sheet given to all informants upon inviting them to the interview.

## Vil du delta i forskningsprosjektet

### *“Securing front-line operations in the event of disaster-induced failures in a 5G-based PSN”?*

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å avdekke løsninger knyttet til sårbarheter i Nødnett. Fra og med 2026 kan Nødnett bli implementert via 5G. Dette vil gi store muligheter for funksjonaliteten til Nødnett, men samtidig betyr det at nettverket i større grad kan bli utsatt for dekningsutfall som følge av ekstremvær. Mitt prosjekt har til hensikt å undersøke hva som kan gjøres for å raskt gjenopprette kommunikasjon for nødetatene, dersom Nødnett mister dekning lokalt eller regionalt som følge av ekstremvær. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

#### **Formål**

Masteroppgaven utføres av en student ved Institutt for informasjonssikkerhet og kommunikasjonsteknologi (IIK) ved NTNU. Formålet med oppgaven er å avdekke tekniske løsninger for gjenoppretting av kommunikasjon for nødetater og øvrige brukere av nettverket, dersom det forekommer dekningsutfall som følge av ekstremvær. Slikt dekningsutfall kan ha potensielt livstruende konsekvenser, og nødetatene er avhengige av at det tar minimalt med tid for gjenoppretting for at de kan utføre sine oppdrag uavbrutt.

Opgaven er en masteroppgave, og skal forsøke å besvare de følgende tre forskningsspørsmålene:

1. Hvor stor påvirkning vil ekstremvær ha på overlevelsesevnen til et 5G-basert Nødnett?
2. Hvordan kan oppdragskritisk kommunikasjon bli gjenopprettet dersom en katastrofe forårsaker dekningsutfall i Nødnett, og på hvilken måte forbedrer dette nødetatenes evne til å gjennomføre sitt oppdrag?
3. Dersom alternativ kommunikasjon må gjenopprettes, hva er minimumskrav for kommunikasjon for nødetatene?

#### **Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?**

Marius Aune er ansvarlig for masteroppgaven, og er en masterstudent ved NTNU på studieprogrammet Kommunikasjonsteknologi og digital sikkerhet. NTNU har hovedansvaret for prosjektet, ved førsteamanuensis Eirik Larsen Følstad, som også jobber hos Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB).

#### **Hvorfor får du spørsmål om å delta?**

Jeg ønsker å intervju deg grunnet din posisjon og nære tilknytning til fagfeltet jeg skal studere. For å bestemme meg for intervju kandidater har jeg vurdert hvilke brukergrupper i Nødnett som vil gi best innsyn i bruken, samt mest interessante erfaringer og relevant kunnskap. Jeg mener at en samtale med deg vil gi meg svært betydningsfull data for å videre kunne vurdere hvilke løsninger som vil egne seg best ved gjenoppretting av kommunikasjon.

#### **Hva innebærer det for deg å delta?**

Dersom du ønsker å takke ja til denne invitasjonen, vil vi i løpet av februar-april 2022 avtale et passende tidspunkt å gjennomføre et semi-strukturert intervju, der jeg har forberedt en liste med spørsmål. Det vil være satt av en time til intervjuet, men det kan vare lenger eller kortere, alt etter hva som passer best. Ikke være redd for å utbrodere eller spore av, dersom du anser eventuelle andre erfaringer som interessante for meg. Det vil etter min mening gi mest verdi å stille åpne spørsmål, og



deretter følge opp med relevante oppfølgingsspørsmål. Intervjuet vil, dersom du tillater det, bli tatt opp med lydopptak, slik at jeg kan gå gjennom intervjuet i ettertid, og transkribere det. Intervjuet vil bli anonymisert, og det eneste som vil fremkomme i min oppgave av dine opplysninger, er organisasjonen/sektoren du jobber for, og eventuelle relevante bakgrunnsopplysninger, som hvor lenge du har hatt din stilling, eller hvor tjenesten har blitt utført, hvis relevant.

Opplysninger jeg lagrer gjennom prosjektperioden vil være ditt navn, e-post-adresse og eventuelle bakgrunnsopplysninger, hvis relevant. Det vil også lagres et lydopptak av intervjuet, frem til det er transkribert.

### **Det er frivillig å delta**

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykket tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle dine personopplysninger vil da bli slettet. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg.

### **Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger**

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrevet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket. Jeg og min veileder, førsteamanuensis Eirik Larsen Følstad ved NTNU, vil ha tilgang til dine opplysninger, som beskrevet over. Disse opplysningene vil være lagret sikkert på NTNU OneDrive og NVivo, hvor NTNU har databehandleravtale. Disse tjenestene er krypterte, for å sikre data mot tilgang fra uvedkommende. Transkript av intervjuet vil, om du tillater det, publiseres i oppgaven som vedlegg. Ved å anonymisere intervjuet, vil ikke intervjuet kunne knyttes direkte til deg som person.

### **Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?**

Opplysningene anonymiseres når prosjektet avsluttes/oppgaven er godkjent, noe som etter planen er 01.07.2022. Når oppgaven er godkjent, vil også alle dine opplysninger slettes.

### **Dine rettigheter**

Så lenge du kan identifiseres i datamaterialet, har du rett til:

- innsyn i hvilke personopplysninger som er registrert om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene,
- å få rettet personopplysninger om deg,
- å få slettet personopplysninger om deg, og
- å sende klage til Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger.

### **Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?**

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra NTNU har NSD – Norsk senter for forskningsdata AS – vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

### **Hvor kan jeg finne ut mer?**

Hvis du har spørsmål til studien, eller ønsker å benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med:

- Institutt for informasjonssikkerhet og kommunikasjonsteknologi ved
  - Eirik Larsen Følstad (e-post: [eirik.folstad@ntnu.no](mailto:eirik.folstad@ntnu.no))
  - Marius Aune (e-post: [mariuaun@ntnu.no](mailto:mariuaun@ntnu.no))
- NTNUs personvernombud: Thomas Helgesen (e-post: [thomas.helgesen@ntnu.no](mailto:thomas.helgesen@ntnu.no))

Hvis du har spørsmål knyttet til NSD sin vurdering av prosjektet, kan du ta kontakt med:

- NSD – Norsk senter for forskningsdata AS på epost ([personverntjenester@nsd.no](mailto:personverntjenester@nsd.no)) eller på telefon: 55 58 21 17.

Med vennlig hilsen

Eirik Larsen Følstad  
(Forsker/veileder)

Marius Aune

---

## Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet *Securing front-line operations in the event of disaster-induced failures in a 5G-based PSN*, og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i intervju med lydopptak
- at et anonymisert transkript fra intervjuet publiseres i den endelige oppgaven som et vedlegg, dersom jeg godkjenner innholdet i transkriptet

Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet

---

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

# Appendix **D**

## **Interview guide**

The following pages include a high-level overview of the questions asked to the different stakeholders. Some questions are referred to as "core questions", asked to all informants, while other questions are "specific questions", given only to the relevant stakeholders. Note that one of the informant groups is called "DSB". These questions also pertain to the other state actors as well, Nkom and the Norwegian Defense both.

## Intervjuguide

# Securing front-line operations in the event of disaster-induced failures in a 5G-based PSN

Marius Aune

### Innledning

Dette dokumentet er ment som en beskrivelse av og tentativ guide for intervjuene som vil gjennomføres i februar 2022. Spørsmål som skal stilles er enda ikke definert, da de vil kreve ytterligere dokumentstudie. Intervjuet gjennomføres som et semi-strukturert intervju, som gir intervjuobjektet rom for å spore av der vedkommende mener det kan være interessant. I så tilfelle kan det også være nødvendig å vike fra intervjuguide.

### Bakgrunn for utvelgelse

Intervjuobjektet er nøye valgt på bakgrunn av sin rolle og potensielle erfaring rundt administrasjon, planlegging og bruk av Nødnett. Det er forventet at resultatet av intervjuet vil gi god innsikt i hvilke utfordringer Nødnett allerede har i dag, hvilke utfordringer som vil komme gjennom implementering i 5G og hvilke løsninger som kan være sannsynlig gjennomførbare i tilfelle dekningsutfall som følge av ekstremvær.

### Introduksjon til oppgave

Nødnett er i dag bygget på TETRA-standarden, og implementert av Motorola. Fra 2026 kan det forventes at Nødnett vil flyttes over på kommersielt 5G-nettverk. Oppgaven min ser på hvordan ekstremvær kan påvirke mobilnettet, i forhold til tilgjengelighet, for å undersøke måter Nødnett kan bli utilgjengelig dersom det implementeres i 5G. Grunnet den kritiske rollen Nødnett har som infrastruktur, er det en sannsynlighet for at utilgjengelig kommunikasjon kan påvirke nødetatens evne til å utføre sine oppdrag. Med stadig økende ekstremvær, vil det være ekstremt viktig å sikre en robust form for kommunikasjon, eller alternative løsninger dersom primær-kommunikasjonen skulle feile. Oppgaven søker å finne svar på hvordan tekniske løsninger kan sikre nødetaters evne til å gjennomføre sine oppdrag, dersom Nødnettet skulle bli utilgjengelig grunnet ekstremvær.

## Personvern og gjennomføring

For å kunne gjennomføre intervjuet, og behandle innhentet data på en praktisk måte, er det levert et meldeskjema til NSD. Det vil i løpet av prosjektperioden lagres følgende personopplysninger om intervjuobjektet:

1. Navn
2. E-post
3. Lydopptak av intervju
4. Eventuelle bakgrunnsopplysninger relevant for oppgaven

Intervjuobjektet er informert om lagring og formål, og har godkjent dette skriftlig. Intervjuet gjennomføres via Zoom, og tid som er satt av til intervjuet er en time. Det gjøres lydopptak av intervjuet, slik at det i ettertid kan transkriberes og publiseres i oppgaven som et vedlegg, i det tilfellet hvor intervjuobjektet har godkjent dette.

Alle personopplysninger slettes senest ved oppgaveslutt den 01.07.2021, eller tidligere dersom det ikke lenger er behov for opplysningene, eller dersom intervjuobjektet benytter sin rettighet til å få sine opplysninger slettet.

## Spørsmål

Intervjuguiden dekker per tid forventet interessante temaer som vil diskuteres, da konkrete spørsmål først vil besluttes etter videre dokumentstudie.

### Innledende spørsmål

- Intervjuobjektet bli bedt om å informere om arbeidsplass og stilling, og mer konkret sin rolle i forhold til Nødnett i dag.

### Konkrete spørsmål

Det vil stilles noen ulike spørsmål til de forskjellige interessentene, da de kan bidra med forskjellige erfaringer rundt bruk og administrasjon av Nødnett. Det vil også stilles felles spørsmål til alle interessentene, slik at svarene på disse kan sammenlignes for å finne korrelasjoner mellom interessentenes syn på ulike aspekter av Nødnett.

1. **Bruker:**
  - a. Hvordan bruker du Nødnett i en typisk arbeidsdag, og hvem kommuniserer du oftest med via Nødnett?
  - b. Hvilke rutiner eksisterer i dag, ved dekningsutfall?
  - c. Kan du beskrive en konkret hendelse der Nødnett var spesielt kritisk for gjennomføring av oppdrag, og der mangelen på kommunikasjonen kunne ført til en spesielt farlig/utfordrende situasjon?
2. **DSB**
  - a. På hvilke måter kan 5G-basert Nødnett bli skadet eller på andre måter påvirket, slik at det forekommer et lokalt og/eller regionalt dekningsutfall?

- b. Hvor ofte forekommer det disruptionsjoner i Nødnett på grunn av eksterne krefter forårsaket av ekstremvær eller andre naturkatastrofer?
- 3. **Mobiloperatør:**
  - a. På hvilke måter kan 5G-basert Nødnett bli skadet eller på andre måter påvirket, slik at det forekommer et lokalt og/eller regionalt dekningsutfall?
  - b. Hvor ofte forekommer det disruptionsjoner i mobilnettet på grunn av eksterne krefter forårsaket av ekstremvær eller andre naturkatastrofer?
- 4. **Felles:**
  - a. Hvilke utfordringer kan du se for deg, ved manglende kommunikasjon for nødetatene?
  - b. Dersom alternativ kommunikasjon må opprettes, hvilke Nødnett-funksjoner er viktigst å ha, for å utføre oppdraget på en sikker måte?
  - c. Finnes det forventninger til fremtidig funksjonalitet, og gjelder denne forventningen også ved eventuell alternativ kommunikasjon?

#### Oppklarende spørsmål

- Dersom det etter alle konkrete spørsmål eksisterer uklarheter rundt hva intervjuobjektet tidligere har sagt, vil oppfølgingsspørsmål stilles slik at intervjuobjektet har mulighet til å utbrodere rundt sine kommentarer.

#### Avslutning

Avslutningsvis vil det være åpent for intervjuobjekt å stille spørsmål tilbake rundt oppgaven, og komme med sine egne synspunkter om eventuelle andre områder som også burde hensyntas.

# Appendix **E**

## Codes from interviews

The following pages include the 197 codes created when analysing the interviews in their entirety, exported from the tool NVivo. Each code represents a comment of interest, and many codes include several comments. The number of files in which each code is applied, and the number of references to each code is shown in the columns "Files" and "References", respectively. These were grouped into the ten main themes presented in Section 4.1. The ten themes are grouped by the respective research questions 1, 2 and 3, and denoted "11" for the first theme of research question 1, "12" for the second theme of research question 1, and so on. Some comments were of interest, though not related directly to the research questions. These codes are grouped by either "Fordeler med NGN" or "Ukategorisert".

## Codes

Name	Description	Files	References
1 - Ekstremværs påvirkning		0	0
11 - Ekstremværs påvirkning i fremtiden		0	0
Dekningsutfall i byer		1	2
Dekningsutfall i distriktet		1	1
Ekstremværs påvirkning i fremtiden		2	7
Flere steder er mer utsatt for leirskred nå enn før		1	1
Strømutfall		4	10
Årsak til Gjerdrumskredet		1	2
Årsaker til dekningsutfall		3	8
12 - Konsekvenser av værbasert dekningsutfall		0	0
Armer og bein når nettet til AMK ble gravd over		1	1
Begrenset operativitet i ekstremvær		1	1
Dekningsutfall vil skape uggen stemning		1	1
Ekstremvær er uforutsigbart å jobbe i		1	2
Jølster-skredet		1	1
Kritisk om både mobil- og nødnett faller ut samtidig		3	5
Mer tungvint å jobbe uten dekning		1	1
Sperr i nettet i Gjerdrum		1	1
Vestfold-Telemark		4	12
Brann og ambulanse ble satt i veikryss		1	1
Økt fare for liv og helse ved dekningsutfall		3	6
13 - Tiltak for å gjøre nettene mer robuste		0	0
Dual Homing		1	1
Ferre BS på samme cluster i 5G		1	2



Name	Description	Files	References
Forsterket ekom		5	6
Mer robuste mobilnett i fremtiden		2	2
NGN blir med på innovasjonstoget		1	1
Robusthet i Nødnett		2	3
Robustifisering i strømsektor		3	5
Strengere krav til reservestrøm i NGN		1	1
Økt forventning til oppetid		1	1
2 - Alternative løsninger		5	6
21 - Nettverksbaserte løsninger		0	0
4G som redundant løsning for 5G		1	1
5G i alle frekvensbånd med DSS		3	3
Avtale med operatør som leverandør		1	1
Avtaler med leverandør fremfor avtale med operatør		1	2
CoW		3	7
Direktmodus		3	3
Flying CoW		1	3
Frede ett spektrum til Nødetatene		1	1
IAB		3	7
IOPS		2	3
Krav til strøm		1	1
Mobile basestasjoner i 4G		2	2
Mobile basestasjoner i 5G		3	6
Mobile basestasjoner i TETRA		1	2
Nasjonal gjesting		6	11
Network slice på alle 10 000 basestasjoner		1	1
Prioritere trafikk		7	18
Access class barring		2	4
Prioritetsabonnement		1	1
ProSe		7	12

Name	Description	Files	References
Sidelink		1	1
Redde for å ha alle egg i en kurv		2	5
Repeatere i kirketårn i Sverige		1	1
Skru av radiobånd for å spare strøm		4	8
22 - Preventive løsninger		1	1
Alternative strømkilder		5	9
Det er viktigst med forebyggende tiltak		1	2
Grave all infrastruktur ned i bakken		1	2
Hvor mange redundante løsninger skal man ha		1	1
Kappe trær i strømgater		1	1
Møtes på halvveien mellom robustifisering og preventive tiltak		1	1
Nødetater bør jobbe med forbehold om at kommunikasjonen forsvinner		1	2
Rydde strømtraseer		1	1
Tilpasse bruk ved begrenset kapasitet		1	1
23 - Semi-integrerte løsninger		0	0
Automobile basestasjoner		9	25
Forsvarets løsning på automobil BS		1	1
Dedikert spektrum for lokal dekning		4	8
Droner		6	13
Forsvaret har fått flere priser		1	1
Fudge og Vinni		4	11
HAPS		1	2
Kun inkludere nøkler for relevant etater i hvert distrikt		1	1
LEO-satellitter er mer fleksible		1	2

Name	Description	Files	References
Lite ønskelig å fravike standardisering		1	2
Lokal autonomi		5	9
Omniantenner beste teknologi		1	1
Public network integrated non-public network		1	1
Rapidly deployable network		1	1
Satellitt		6	23
Backhaul via satellitt		7	12
Beste satellitt-teknologi		1	3
Ekstremvær påvirker satellitt i liten grad		1	1
Norge er med i en del felles satellitt-ressurser		1	1
Satellitt på basestasjoner		1	1
Satellitt til UE er urealistisk		1	1
Utfordringer med satellitt		2	3
Taktiske bobler		4	6
Tethered drones		1	1
Utrykningskjøretøy med bedre senderstyrke		1	2
24 - Eksterne løsninger		0	0
Bra med kreative improviserte løsninger, men alle må tenke på samme løsning for at det skal fungere		1	1
Bruk av skogsikringsradio for lokal kommunikasjon		1	1
Brukerne anbefales om å ha backupløsninger		1	2
For dyrt å beholde TETRA som backup		1	1
Kjøre ut for å gi beskjeder ved dekningsutfall		1	1
Kommunene må legge planer for backup		1	1
Myndigheter har fjernet en del redundante løsninger		2	2

Name	Description	Files	References
TETRA er en dyr løsning		1	1
Brukerutstyr		2	3
Den digitale dividende		1	1
DSB har ikke lykkes med fokus på backup-løsninger		1	1
Gjenopprette kommunikasjon		2	6
Lave frekvenser for nødetater		1	1
Løser man samband og strøm, så har man løst problemet		1	1
Mobiltelefon som backup		1	1
NGN burde ha muligheter for backupløsninger		1	1
P.A.C.E.		1	1
Stegvis gjenoppbygging av kommunikasjon		1	1
Støtte for tjenester		2	6
Viktig å ha backupløsninger i fremtiden		2	2
Økt behov for backupløsninger		1	1
3 - Minimumkrav til løsning		6	16
31 - Minimum-krav til tjenester		1	1
Alle oppdrag går gjennom kommunikasjon		1	1
BAPS		1	1
Dekningsutfall er sjeldent, og om man kan håndtere det som i dag, så er det bra		1	1
Det er viktigst med kommunikasjon til sentral		2	3
Det er viktigst med lokal kommunikasjon		2	5
Det holder med små-celler i nødetatperspektiv		1	1
Det viktigste med Nødnett er stabilitet og minimum nedetid		1	2
Det viktigste med Nødnett er utkall, alarm		1	6
Egensikkerhet gjennom		1	1

Name	Description	Files	References
Nødnett			
Flight following i luftambulanse		1	2
Helt avhengig av kommunikasjon mellom patruljer og sentral		1	1
Håndtere hendelser og innhente annen eller mer kapasitet		1	1
Kommuner uenige om hvilken kommunikasjon som er viktigst å få opp først		1	1
Kommunikasjon mer viktig i dag enn før		1	1
Kommunikasjon og samhandling viktigst for nødetater		1	1
Kritisk om man ikke får ProSe		3	3
Kritisk å videreformidle behovet for bistand		1	1
London-ambulansen bruker bare data		1	1
Man kan ikke kart og kompass fordi man har Google Maps		1	1
Mest brukte funksjoner i dag		1	1
Må ikke glemme basicen		1	7
Nasjonal autonomi		4	5
Sentralene sitter på best situasjonsforståelse		2	3
Strengt bevoktede posisjonsdata		1	1
Tale som minimumkrav		8	20
Uten operasjonssentralen er man lost		1	1
Video vil ikke være et veldig viktig verktøy i fremtiden		1	2
Viktig med de samme løsningene		1	1
Viktig å dele informasjon over store geografiske		1	1

Name	Description	Files	References
områder			
Viktigheten av felles situasjonsforståelse		3	5
32 - Kompleksitet ved gjenoppretting		0	0
Alle burde klare å etablere alternativ løsning		1	1
Deltidsansattes evne til å håndtere backupløsning		1	1
Det bør være enkelt å etablere nødløsningen		1	4
Etablering av løsning bør være sømløst for brukerne		3	5
Golden Hour		1	3
Rask etableringstid		1	2
Viktigheten av å ha opplæring på Nødnett		2	7
33 - Oppbevaring og transport		0	0
Lett å flytte, godt sikret, best for Nødnett		1	1
Løsningen burde være med overalt		1	1
Nødløsning bør oppbevares i kjøretøy		1	1
Reserveløsninger tar plass		1	1
Størrelsen på kjernenettet til Nødnett		1	2
Vektkrav til basestasjoner		1	1
Klimarisiko		1	1
Miljøfiendtlig med mange dieselaggregater		1	1
4 - Fordeler med NGN		7	15
Fremtidens kontrollrom		1	1
Fremtidens tjenester i Nødnett		8	27
Ikke nødvendigvis flere basestasjoner i 5G		1	6
Langt bedre dekning med 5G SA		1	2
Lite sannsynlig med redusert tale-kapasitet		1	1

Name	Description	Files	References
MBMS		1	1
MIMO		1	3
Multicast broadcast		2	4
Norge har verdens beste utgangspunkt for å få et bra Nødnett		1	1
Sikkerhetskompetanse er dyrt		1	1
TETRA vs 5G		2	3
Økt dekningsareal gjennom 5G		1	1
9 - Ukategorisert		0	0
5G vs 4G som løsning for Nødnett		1	1
Beamforming		1	1
Bevilge mer penger og terminaler til de frivillige		1	1
Bruke standardutstyr fremfor spesialtilpasset		1	1
Data i Nødnett		1	2
Fasesynk		1	3
Fornøyd med Nødnett		1	1
Forskjellig situasjonsforståelse i de forskjellige etatene		1	1
Forsvaret har ikke tro på MCX		1	2
ILKO		1	6
Kontrollrom - 110		1	4
Kontrollrom - 113		1	2
Krav til Nødnett ikke definert enda		1	2
KVU		1	2
Lite oppslutning rundt data i Nødnett		1	2
Lokal kommandostruktur		2	3
Mangelfull sambandsledelse		1	2
Nødnett burde ha kontroll over MCX selv		1	1
Nødnett over 4G		1	1
Operasjonssentral vs ILKO		1	2
Oppgaven bør ta for seg kostnadsspørsmålet		1	1

Name	Description	Files	References
Sannsynlig med forlenging av Motorola-kontrakt		1	1
Skepsis rundt å stenge 2G-nettet		1	2
Staten må stille krav til mobiloperatørene		1	1
Staten må ta ansvar for en felles løsning i hele landet		1	2
Statens manglende evne til å utvikle tjenester		2	2
Tale fra Nødnett til andre nett		1	1
Troen på et minimal viable product		1	1
Utalarming i ambulansen		2	3
Utalarming i brannvesenet		1	2
Utfordring å implementere Nødnett sine tjenester i kommersielle nett		1	1
Viktigste i krigen i Ukraina er mobilnettene		1	2
Vindusmelding		2	2
Vinneren av kontrakten vil få fordel		1	1



# Appendix **F**

## **Interview: The Fire and Rescue Services**

This appendix contains the transcript from the interview with the fire and rescue services. This informant has long experience within fire and rescue, had a central role during the Gjerdrum disaster, and has also worked within another emergency service before.

This appendix is written in Norwegian. The letter "I" indicates that the interviewee is speaking. The letter "M" indicates that the interviewer, Marius, is speaking.

ID	Speaker	Comment
1	M	<p>Da starter jeg lydopptak! Jeg har jo sendt informasjon om hva oppgaven handler om. Den handler om løsninger for å gjenopprette kommunikasjon for nødnettene ved dekningsutfall, som følge av ekstremvær. Jeg tar da utgangspunkt i norske myndigheters avgjørelse om at neste generasjons nødkommunikasjon skal baseres på de kommersielle mobilnettene. Sannsynligvis vil 5G bli arvtakeren når den tid kommer i 2026-2028. Oppgaven handler om fremtidens Nødnett, mobilnettet er ikke like robust som TETRA, og derfor kan fremtidens Nødnett være mer utsatt for dekningsutfall grunnet ekstremvær enn hva den er i dag. Jeg ser derfor på løsninger for å gjenopprette kommunikasjon etter dekningsutfall som følge av ekstremvær, og undersøker hvordan ekstremvær påvirker mobilnettene, hvordan alternativ kommunikasjon kan opprettes, og hvilke tjenester og funksjoner som er viktigst for brukerne. Det er spesielt dette siste punktet som er interessant å prate med deg om.</p>
2	I	<p>Ja det andre blir fort fryktelig teknisk. Da må vi prate litt om hvordan det er sløyfet og koblet opp mot nodene og sånn, slik at hvis en går ned, så går ikke de andre ned. Det er det dagens Nødnett er tuftet på i stor grad.</p>
3	M	<p>Ja det er også det jeg har forstått, ved at Nødnett er bygd robust, det skal være robust fra bunn og opp. Mobilnettene er ikke til samme grad bygd for å overleve, men for å gi god kapasitet når de funker, og forhåpentligvis funke så mye som mulig. Men derfor er Nødnett basert på 5G kanskje mer utsatt for dekningsutfall også. Det er viktig å ha noen backupløsninger.</p>
4	I	<p>Du som har drevet og holder på med å studere dette. Jeg har lært at jo mer data du skal klare å pakke, jo kortere må det være mellom basestasjoner, ikke sant? 5G, da må det være veldig mye i det her. Det gamle via Ice, og 950-systemet, det var sånn at du kunne nå mye lenger. Mens dagens, da må det være tettere mellom basestasjoner. Du må være tettere koblet opp mot basestasjonen også for å få tilstrekkelig datamengde inn. Eller har jeg skjønt det feil?</p>
5	M	<p>Du har skjønt det veldig riktig! Nødnett i dag er basert på 380-400 Mhz, så de når veldig langt. Det er bare 2100 basestasjoner, men mobilnettet har over 8000. Det er jo derfor. Men det med 5G, at det skal ta over, det betyr ikke at det må være enda flere basestasjoner, for 5G kan bruke de frekvensene som i dag er allokert til 4G. Så man trenger ikke nødvendigvis flere basestasjoner, for 5G kontra 4G, men man trenger flere basestasjoner enn Nødnett.</p>
6	I	<p>Og da blir det igjen mer sårbart? Eller ikke? Det er sikkert fordeler og ulemper ved begge deler.</p>

7	M	Alle basestasjoner innenfor et område er i stor grad basert på samme transmisjonsnett, fiber, og det samme strømmettet. Så hvis strømmettet går, så går jo alle basestasjonene etterhvert. Det så vi i fjor høst i Vestfold-Telemark. Der var det et voldsomt uvær som rev med seg både mobilnett og Nødnett i flere dager.
8	I	Nødnett har bare så og så lang backupstrøm.
9	M	Og mobilnettet har enda mindre.
10	I	Det er ikke alle som har det? Eller er det krav om at alle skal ha det?
11	M	Det er krav fra Nkom om 2-4 timer backup i mobilnettet. De har jobbet en del med KVUen de siste årene, som fortsatt er unntatt offentlighet. Men jeg vil tro at de kommer litt strengere krav til backupstrøm i mobilnettet når Nødnett kommer. Men igjen så er det ikke bare strøm på basestasjonene som er viktig for å ha kommunikasjon. Man må også ha strøm i transmisjonsnettet for at man skal få koblet basestasjonene sammen, og komme inn til operasjonssentralen og sånt. [Fjernet].
12	I	[Fjernet]
13	M	Må jo det! Det var derfor jeg ønsket å prate litt med deg, angående dine tanker om fremtidens Nødnett, i forbindelse med dekningsutfall, og din erfaring med viktigheten av et felles fungerende Nødnett i krisesituasjoner. Du må bare dele om dine erfaringer fra Gjerdrum når det kommer til viktigheten av kommunikasjon mellom ulike etater. Gjerdrum var vel ikke så vidt jeg vet forårsaket av et ekstremvær sånn sett, men jordskred er jo en konsekvens av mer ekstremvær også. Det er absolutt en -
14	I	Det var jo på grunn av, det er mange omstendigheter, de har nesten konkludert med at det er på bakgrunn av at de gjorde noen endringer på noen av de småelvene som gikk der. Det har også vært mer over tid, så har salter blitt trukket ut av kvikkleiren, som gjør at det kollapser. Det er også på bakgrunn av mer nedbør over tid. Men også fordi mennesker har vært og tuklet med den naturlige vannføringen fra tidligere. Pluss at de har kuttet ned ekstremt med skog, bygd golfbane, da er det ikke noen trær som suger opp vannet lenger. Det er mange årsaker til at det skjedde, og det er det man ser nå. Den nye rapporten sier noe om dette. Man vet at det er flere steder som er mer utsatt nå enn noen gang, i forhold til leireskred. Det må kommunene være opptatt av når de bygger sine ROS-analyser. Hvor man skal bygge, og hvor man ikke skal bygge. Men det er ikke dette vi skal snakke om, vi skal snakke om kommunikasjon, og ikke geologi.

15	M	Det stemmer! Vi kan starte med deg, noen generelle spørsmål. [Fjernet]. Hvem er du, og hva jobber du med?
16	I	Jeg er [rolle] i [område]. Vi har ansvar for [antall] innbyggere, og [dekningsområde]. Så det er ganske tett befolket. Vi har de sydlige delene som er mer grisklendt i forhold til hovedkjernen. Vi har mange store risikomomenter i området, og vi har [en stor mengde] strandsone. Vi har mye vann, tett befolkningsområde, høye hus, industri, mye gjennomgangstrafikk. Mye tur, [mange] hytter. Vi har en del skog, utmark. Og vi har friluftslivsproblematikk. Vi har ganske stor bredde i risikomomenter som vi må håndtere innenfor dekningsområde. Derfor er dette et ganske spennende distrikt å jobbe i da. Det er 5 heltidsstasjoner, og en deltidstasjon. [Et stort antall] ansatte. Innenfor stab, forebygging og beredskap. Beredskap er det tyngste beinet. Det er basert på lov og forskrift, det er sånn vi er bygd opp. I henhold til foreliggende ROS-analyse, og egen forebyggende beredskapsanalyse. Det har satt den Voltar-biten. Hvor lenge holder barrierene, og hvor lenge kan man forvente at beredskapen holder hvis noe ryker. På et eller annet tidspunkt vet vi det. Etter NOU 2019, Når krisen inntreffer, så skjer jo alle kriser i kommunene. På et eller annet tidspunkt vet vi også at det mest sannsynlig kan skje her og. Da må vi kunne organisere oss på en måte som kan håndtere de små hendelsene, men også de store mer krevende hendelsene.
17	M	Hva er din erfaring konkret med Nødnett? Har du vært bruker selv?
18	I	Nå bruker jeg ikke så mye Nødnett, men jeg er helt avhengig av at brann- og redning har et velfungerende Nødnett til enhver tid, med null nedetid. Ikke sant? Vi vet aldri når hendelser skjer, og vi vet at skal man kunne håndtere en hendelse, så er kommunikasjon noe av det viktigste man gjør. Også er det sånn i denne verden at man løser stort sett ikke oppdragene alene. Man er avhengig av samarbeid med andre. Her er det en innringer, men får en melding eller automatisk alarm. Det går til sentral, de må reflektere over den informasjonen man får, stille riktige spørsmål, meldingen går ut, og det må danne felles situasjonsforståelse. Hva står vi overfor, og hvordan skal vi håndtere hendelsen på best mulig måte med de ressursene vi har? Har vi ikke de ressursene selv, så må vi kanskje innhente annen type kapasitet fra andre, eller samarbeide med andre som har den typen kapasitet. Når man over tid har blitt mer og mer bevisst på hvorfor samvirkeprinsippet kom inn som et fjerde krisehåndteringsprinsipp i sin tid, det er akkurat med dette at man er helt avhengig av andre, og ser ressursene totalt sett i Norge under ett. Hvordan man skal håndtere hendelser. Da treffer Nødnett midt i dette. Det er derfor regjeringen også bevilger mer penger til de frivillige, så de også skal få flere Nødnett-terminaler, komme seg på og bli en del av storfamilien. Og opplæring. Det ser man. Noen er for dårlige til å følge sambandsreglementet i forhold til den tilmålte tiden man skal ha. Man må være kort, konsis, gi de riktige

		beskjedene. Noen er jo så glad i sin egen stemme at de tar opp kapasiteten på Nødnett, så ikke den viktige informasjonen kommer frem.
19	M	Du nevnte det så vidt. Operasjonssentralene, kontrollrommene. Hvordan er de involvert av de ulike fasene av redningsoppdragene?
20	I	<p>Dette er litt forskjellig. I brann- og redning har man noe som heter en fagsentral. En fagsentral har ikke samme myndighet som i politiets operasjonssentral, med en operasjonsleder. Man har en vaktleder, og det er ofte slik at en fagsentral har et ganske stort, og mange brannvesen, som de dekker. Mens 110-sentralen her dekker kun [område] og [område]. Her er det to utgangspunkter, to kommuner. Men de har i utgangspunktet ikke noen myndighet til å styre ressurser på tvers av distriktene. Da må vakthavende brannsjef, den som har myndigheten kunne si at greit, det går ikke utover vår beredskap. I henhold til lov og forskrift kan de sende støtte til nabadistrikter. Her er man veldig flinke. Det er bare litt sånn etisk tilnærming. Poenget mitt er at jeg for fremtiden kunne tenke meg at fagsentralene hadde mer makt og myndighet enn de har i dag. Det er de som i innledende fase ofte sitter på best situasjonsforståelse. Det er de som får first-hand-information inn. De må gjøre sin vurdering, tenke hvordan det er fornuftig å håndtere hendelsen på best mulig måte, til det beste for innbyggerne. Og så kan man, okei, la oss si fra forrige distrikt, på Øvre Romerike, så er det Øst 110-sentralen som har mange flere kommuner. Flere brannvesen. Om det er noen som har spesielle ressurser hadde det jo vært nyttig om de så tidlig som mulig kan utvarsle de ressursene, så de kunne kjørt istedenfor, og på veien få oppdatert informasjon over felles Nødnett, som de gjør i dag. Men kanskje når 5G kommer, at man kan dele en helt annen informasjon, slik at du avlaster også de som sitter i bilen. Da kan du dele bilder, kartverk, annen type informasjon, som sier mye mer enn bare ord. Man bruker veldig mye kapasitet på å prate. Og så kan man reflektere over det du står overfor på en helt annen måte, og vurdere hvilke type ressurser du skal sette inn, og hvordan du skal agere på utfordringen.</p>
21	M	Så kontrollrommene er med underveis også? Man sender ikke ut brannvesen og så jobber de på egenhånd?
22	I	<p>Man skal gi beskjed når man rykker ut, når man er fremme, gi vindusmelding. Når utrykningsleder kommer frem på stedet er det første man skal gjøre å gi beskjed om hva man ser og observerer, innenfor en viss kategori. Informere om oppmøtested, og hva man står overfor. Dette er for at de andre som er på vei skal få felles forståelse for hva man står overfor. Slik at de kan, dette handler om mentale modeller i hodet. Hva er det du eventuelt skal forberede deg på, laget ditt på, hvilken rolle skal du ta når du kommer frem til stedet. Alt dette er kjempeviktige mekanismer. Det gjør at man kanskje kan håndtere situasjonene på en bedre måte, og lykkes i andre enden. Da må sentralen være aktiv. Derfor</p>

		<p>må man stille strenge krav til de som sitter på en sentral, uavhengig av om det er politi, helse eller brann. De må ha rett kunnskap og kompetanse, og skjønne hvordan man jobber ute. Vi i brann heter noe som heter 7-trinns-modellen. En stegvis modell i forhold til hvordan man skal vurdere enhver situasjon. Den er veldig fornuftig. Det bør også alle operatører på en 110-sentral være drillet i. Da vet de hva utrykningsleder kommer til å spørre om. Man har ulike skadestedsfaktorer på vei til stedet, så må man vite hva slags bygningsmasse det er, er det mennesker til stede, hvilke risikomomenter må vi ta høyde for, og så videre og så videre. Dette må man kartlegge, for da vet man når man kommer frem at man er mer mentalt forberedt på hva man står overfor. Er det innenfor CBRNE, kjemiske, farlige stoffer? Hva med vindretning, hvordan blåser det, kan vi møte der, det blåser mot oss. Hvordan skal vi drive evakuering? Alt dette er kjempeviktig informasjon. Det må sentralen avhjelpe med. De sitter stille og rolig. De sitter rolig på et rom som dette, og da må de få overskuddskapasitet, innhente værdata, alt man har bruk for, og lese det ut, eventuelt sende det, på nye Nødnett. Sende tilgjengelig informasjon ut. Også kan vedkommende som er utrykningsleder heller delegere det bort til noen andre. Men man må ha mulighet til å innhente den informasjonen, så man slipper å finne ut alt dette selv.</p>
23	M	<p>Det er interessant. Når alt dette blir kommunisert, hvilke Nødnett-funksjoner blir mest brukt i dag, er det tale, data, direktemodus?</p>
24	I	<p>Vi har jo ikke data i dag. Det er utrolig lite data, det går nesten ikke an å sende en tekstmelding, ikke sant. Dagens Nødnett er jo kun for tale. Det er ikke brukt noe til dataoverføring. I veldig liten grad iallefall.</p>
25	M	<p>Hva tenker du om hva som vil komme, og hva som vil bli viktig i fremtiden?</p>
26	I	<p>Nei jeg håper fremtidens Nødnett bør kunne streame live video, man bør kunne sende bilder, dele kartverk, man bør ha felles kartverk for Nødetatene, pluss at man har mulighet til å se ressurser. Jeg skjønner jo det, har 20 års erfaring fra politiet, jeg skjønner det er barrierer sikkerhetsmessig i forhold til hvilke operasjoner man har. Man kan ikke dele det med andre nødetater, da må man ha mulighet til å shutte ut denne operasjonen. Da er man ikke synlig, men i denne operasjonen er man synlig. Men alle redningsoperasjoner, og vi snakker om samvirke og fellesskap for å løse en konkret hendelse. Da bør alle ressurser vises, slik at de som sitter og planlegger vet hvor de ulike ressursene er, og kan delegere oppgaver. Dette tenker jeg fremtidens Nødnett bør ta innover seg. Denne typen problematikk som vi ikke har i dag. Da snakker man fremtidsløsninger, som gjør at man kanskje kan håndtere situasjoner på en raskere og mer effektiv måte. Og gjøre gode vurderinger innledningsvis.</p>

27	M	<p>Det er jo interessant å se på løsningene jeg skal komme med og se på, så må jeg vite hva som stilles av krav fra nødetatene selv, i forhold til hva de trenger av funksjonalitet i alternativ kommunikasjon. Hva tror du, gitt en ekstremværsituasjon, om 10 år, Nødnett har falt sammen på grunn av strømutfall eller hardwarefeil, som følge av ekstremværet, og man står i kanskje en dag uten kommunikasjon. Hva er de viktigste funksjonene for, primært brann tror du, å få tilbake for å kunne gjennomføre redningsaksjoner?</p>
28	I	<p>Nei ikke sant, vi er helt avhengige av å kommunisere. Du kan tenke deg, hvis du står et sted hvor du er avkuttet fra den teknologien, eller det sambandet du i utgangspunktet bruker, da bør du ha en backup-løsning. Enten må du gå på satellitt-telefon, jeg tror jammen ikke vi har det i dag heller. Eller skal man gå på gamle VHF? Norske myndigheter har jo kuttet en del ting. Som kanskje kunne vært veldig fornuftig å ha når man ser, og vet når man leser krisescenariene fra DSB, fra 2019, men også før. Ekstremvær har alltid vært et utfordringsbilde. Hvorfor har man da bare kuttet ned og koblet fra antenner på de mest strategiske plassene i Norge? Som er fryktelig billig analogt system med lang rekkevidde. Som gir muligheten til å ha en fallback-løsning. På en eller annen måte bør man ha en eller annen backup-løsning, hvis dette faller ned. Men da er det greit at det bare er tale. Alt lastes ned på kommunene. Staten dytter mer og mer ned på kommunene, i forhold til kostnader. Da er det begrenset hvor mye kommunene har av ressurser til slutt. Her må enten staten ta større eierskap til å stille krav til hvilke løsninger vi skal ha. Så bør det være en felles løsning. det hjelper ikke at vi i brann går for den løsningen, og politi går for en annen, og helse for en tredje, da blir det helt krasj. Dette er typisk Norge. Lappeteppe uten like, ikke sant. Du ser på heimevernet-grenser, politigrenser, branngrenser, fylkesgrenser, kommunegrenser. Alt dette er et stort lappeteppe. Det er nesten, ikke sant, det er da du gjør det komplisert å samhandle. Hvem er det som er beslutningstaker? Du kan si at justis by default er ledende part, og har samordningsansvar innenfor samfunnssikkerhet og beredskap, men det er fryktelig komplisert om du skal samhandle med alle disse departementene hele tiden. Noen må bestemme. Nå jobber vi for et nytt generasjons Nødnett, kjempeflott. Men man må også enes om kanskje en fallback-løsning som gjør at man har redundans på noen systemer. Hvis man er så uheldig at det systemet man går for er fryktelig sårbart, det vil jo være sårbart på noen områder. Kanskje vi må ha noen VHF-er liggende.</p>
29	M	<p>Jeg pratet med en i ambulansen i Vinje og Tokke for noen dager siden. Han var på vakt under uværet som herjet i november i fjor. Da var de helt uten samband i flere dager. Han hadde heldigvis med seg motorsag på jobb den dagen, da han skjønnte det ville bli problemer. Han tok også med seg egen satellitt-telefon, og den fikk han bruk for. Men det var ikke en backup-løsning som var organisert. Det var noe han på eget initiativ tok med for å kunne kommunisere med AMK underveis. Det hjalp jo veldig mye. Hvis alle skal begynne å</p>

		improvisere når det brenner, så kan man jo improvisere forskjellige løsninger, og da mister man helt sambandseffekten, eller Nødnetteffekten.
30	I	Det er bra at man er kreative, og løsningsorienterte, og har muligheten til å finne løsning. Men om ikke vedkommende du skal ha tak i har tenkt i samme baner, får du ikke tak i vedkommende. Da er man egentlig like langt.
31	M	Derfor er det viktig å ha definert en felles backup-løsning.
32	I	Jeg tenker det. Jeg mener at DSB har sendt ut et skriv til alle sentraler om hva de anbefaler, men det er ikke noen krav. Øst 110 har en anbefalt løsning som de har testet med VHF, og så er det opp til de ulike brannvesen å vurdere om de skal investere i det eller ikke. Og det tar jo plass, ikke sant. Om du skal bygge ny mannskapsbil til mange millioner, og du skal ha plass til Lokus, dagens Nødnett, men plutselig må du ha VHF-terminal. Hvor mye skal du ha i bilen? Det er også et- nei så ble det skrotet, så må man bruke masse penger på å ta det ut. Det må jo være noen føringer. Her må myndigheter, de voksne må fortelle hvordan de ønsker at det skal være. Hvis ikke finner man ulike typer løsninger rundt omkring. Og hvis det er krav, det er mye bedre hvis det er et skal-krav. Nei da vet man at dette skal etableres, så for enten staten gå ut og si at dette dekker de av kostnader, fordi det er så viktig, akkurat som Nødnett, og så må du ha en backup-løsning som er sånn. Da må du ikke ha like mange terminaler. Det skjønner alle. Men da er det muligheter. Se for deg den sikkerhetspolitiske krisen i Ukraina. Vi har jo sendt masse samband ned dit fra oss. Gamle samband. Som de har hatt behov for. Vi fikk til og med kodet dem over til riktig frekvenser, så de kan brukes i Ukraina. For de er helt avhengige av kommunikasjon. Og hvis alle møter en motpart i en sånn type hendelse, så går dem jo for kritisk infrastruktur. Dette er kritisk infrastruktur. Hadde jeg vært en fiende, hadde jeg prøvd å slå det ut, så man ikke kan snakke sammen. Og du har kanskje en annen type løsning med lenger rekkevidde, et analogt samband fra gamle dager. UHF når jo fryktelig langt. Du trenger ferre terminaler.
33	M	Og det er kanskje bedre med en halvgod løsning som alle bruker, enn en supergod løsning som bare 10% av brukerne har støtte for.
34	I	Ja, og da må man også organisere seg internt på en annen måte da? Da må man kanskje kjøre ut, for å gi beskjeder, eller. Det du snakker om nå er sånn ekstremtilfeller, ikke sant? Da vil jo ikke alt det vanlige man er vant til fly på vanlig måte.
35	M	Nei, og det er mye som er nice to have, som vil hjelpe nødteater i det daglige, som video, kartsystemer og så videre. Men når det virkelig er ekstremvær, trærne faller, folk er i livstruende situasjoner og sånt, da er det viktigere å bare ha mulighet til å kommunisere, bare for å koordinere og informere om hva som skjer?



36	I	Ikke sant! Hadde det meste av infrastruktur vært gravd ned i bakken, da hadde det vært mye sjeldnere at man får utfall i forhold til ekstremvær. Så kan du si det at basestasjonene blir, hvis et tre ramler ned på det, da må du rydde rundt basestasjonene så ingen trær faller ned på dem! Hvis alt hadde vært i bakken, alle basestasjoner var frie for trær rundt seg. Sannsynligheten for at noe skal skje begynner å bli minimal. Det er et kostnadsspørsmål igjen.
37	M	Det som skjer i dag er at trær faller over strømlinjene som henger i lufta.
38	I	Ja, da må du ha strøm i bakken. Et eget strømmnett for alle basestasjonene i bakken. Jeg skjønner jo at det er fryktelig kostbart.
39	M	Det er jo det som er den store utfordringen. Har du noen gang opplevd selv, eller hørt om at samband har vært utilgjengelig i forbindelse med en redningsaksjon dere har hatt?
40	I	Jeg har jo jobbet på politiets helikoptertjeneste i mange år. Nå glemmer jeg hva det heter, siden det er ikke så ofte jeg jobber med samband lenger, men man går over til noe som heter DMO, direktemodus, da kan du være en sentral basestasjon i et område hvor det er dårlig dekning, eller har vært dekningsutfall. Da sender du opp helikopter, som kan sende dette videre. Du kan jo strategisk plassere ut biler med mer kapasitet, dekningsrekkevidde, og være denne. Hva heter det for noe? DMO-gateway! Da har du mye kraft i batteripakka på bilen, så kan du gå ut til dekningsområder der det er dårlig dekning, så har du bilen strategisk plassert, så den har dekning til en basestasjon, og så har mannskapene direktemodus til gateway som sender det inn. Det finnes jo noen løsninger her.
41	M	Det er jo faktisk en av de styrkene Nødnett har i dag, som jeg ønsker å hente litt inspirasjon fra. Direktemodus og gateway. Den mest interessante og ambisiøse løsningen jeg ser på, minner mye om dette. Den kaller jeg automobile basestasjoner med satellitt-backhaul. Det er en basestasjon, eller gateway, som er montert på et utvalg utrykningskjøretøy, for eksempel et par politi-, brann og ambulanser, som kan skape lokalt nettverk rundt seg, samtidig som den har en forbindelse til kjernenett og kontrollrom via satellitt. Dersom basestasjoner er helt slått ut. Det er jo en løsning som vil gjenskape dekning lokalt i mange situasjoner, men foreløpig i dag er det dårlig støtte for det i mobilnett-standardiseringen. Du har noe som heter proximity services, som er definert i 4G, som de jobber med i 5G, men det ser ikke ut som leverandørene vil lage terminaler som støtter det enda. Det er den store utfordringen der.
42	I	Det var jo kjempeinteressant da!
43	M	Hvis det blir støtte for det, så er den løsningen så vidt jeg ser det, genial. Da har du både mobilnett, og Nødnett i dag, har 86% arealdekning, som betyr at du har

		14% av Norges landareal som ikke dekkes av nettene. Da vil du ha muligheten til å gå inn på sånne områder, selv om det ikke er dekning der. Og lage din egen dekning. Og få forbindelse tilbake til operasjonssentral og andre etater.
44	I	Okei, men det er ikke alle steder i Norge heller, jo lenger nord du kommer, jo vanskeligere er det med satellitt-dekning. Men kanskje du ikke sliter? Det er her på Østlandet det er høyest befolkningstetthet, og statistisk sett her det skjer flest hendelser.
45	M	Lenger nord er primært en utfordring for geostasjonære satellitter som befinner seg på ekvator. Men når du har lavbanesatellitter som går fra pol til pol, og har en rotasjon hvert hundrede minutt omtrent, da får du dekning overalt, selv på nordpolen.
46	I	Ja, så de er i bane nå eller?
47	M	De skytes opp, flere og fler, Starlink til Elon Musk, du har OneWeb, Iridium og så videre. Du har noen forskjellige leverandører som sender opp slike lavbanesatellitter.
48	I	Kult, det er jo teknologi som er utrolig interessant! Men ikke sant, jo mer teknologi man har, jo mer sårbar blir man som følge av at man blir avhengig av ting, ikke sant?
49	M	Ja. Jeg ser på det som en fin mulighet til å ha en backup dersom du mister dekning, Nødnett klapper sammen, basestasjonene fungerer ikke lenger, eller du skal inn i et område der du ikke har dekning.
50	I	Er dette tungt, svært utstyr? Det må ikke være så svært dette, må det?
51	M	Forsvaret og Telenor jobber med å få dette mindre og mindre. Et håp er at man ikke lenger må ha det på en tilhenger, men at det kan monteres på eller i en bil. Men selvfølgelig, det tar jo plass det og. Det er en utfordring. Men antennene i seg selv, de er ikke så store, batteriene kan kobles sammen med bilen, så slipper du ekstra plass på det, og så har du litt servere og datamaskiner som må være der.
52	I	I oppgaven må jo det også beskrives. Om du har noen tanker og refleksjoner i forhold til kostnadsbildet. Hvem er det som bør ta den kostnaden? Dette er typisk myndighetskostnad, som, ikke sant, det skal ikke bare monteres, det skal være service og vedlikehold, og det må trenes på, slik at det fungerer.
53	M	Dette er jo interessant. Hvilke krav mener du bør stilles? I forhold til opplæring, hvor komplisert det er å bruke? Bør det være så sømløst at man kun trykker på en knapp, eller kan man tåle at kun vognfører er trent i dette?

54	I	<p>Alle som er aktivt ute og gjør en jobb, som bruker Nødnett, må ha opplæring. For det første blir det kanskje en annen type. Nå bare tenker jeg høyt. Men hvis man får nye generasjons Nødnett, men så mange valgmuligheter, så må man få opplæring i det nye sambandsreglementet. Da heter det kanskje ikke bare samband, jeg vet ikke hva man skal kalle det en gang jeg.</p> <p>Kommunikasjonsreglementet? Det er ikke bare tale lenger, det blir noe helt annet enn i dag. Man må være bevisst på hva som kan deles, ikke kan deles, hvordan det skal deles. Men ikke sant, du ser jo, de yngre i dag, som bruker, når jeg ser de yngre brannkonstablene er sterke på TikTok på få sekunder, og de er jo mye mer teknologisk fremme i skoa enn vi som er litt eldre og krever litt mer tid til å forstå. Men du må ikke glemme de som er i en overgangsfase her. Alle trenger på et eller annet tidspunkt må man ha noe opplæring. Skape felles forståelse om hvordan man skal bruke det nye systemet. Du kommer ikke unna opplæringen. Du må bruke mye tid på det.</p>
55	M	<p>Jeg leste i en rapport etter Gjerdrum at man brukte for lite direktemodus, og at det i den første fasen nærmest overbelastet systemet.</p>
56	I	<p>Ja, men vi fikk ingen alvorlige konsekvenser. Det kunne vi fått. Men du kan jo tenke deg selv, du som kommer frem som innsatsleder, politiet og brann og ambulanse. Nå tenker jeg selv, hvis første politihelikopter som kommer frem filmer, du så jo området, da kunne du med en gang fått en helt annen situasjonsforståelse. Hvor er det skredkanten går, hvor er det viktig å starte evakueringsbiten? Det var jo mørkt, dårlig sikt, bruker man nye typer kamerasystemer, IR-kamera, så man har en helt annen oversikt over skredkanten. Tenk om den informasjonen hadde tilfalt ILKO med en gang, man hadde hatt et helt annet utgangspunkt for å planlegge sin innsats, om hvor det var mest kritisk. De klarte det jo, men brukte lenger tid enn om man hadde hatt nye generasjons Nødnett. Det er så mange positive ting som kommer med nye Nødnett. Og så må selvfølgelig, det som er utfordringen er at etablerte systemer i dag, hvordan skal det da kunne snakke med det nye systemet. Her er det nok noen ifs and butts, og noen brannmurer. Det går sikkert på ulike frekvenser og sånt. Så kan du si. Vi har kjøpt inn 16 nye redningshelikoptre, eller flere, til flere hundre milliarder. De er også nye typer systemer. Kamerasystemer, helt annen operasjonsmodus enn før. Hvordan skal vi utnytte den kapasiteten for å skape felles situasjonsforståelse for de på bakken? Og Forsvaret, når de bruker ORION-fly, eller nye F-35, finnes det muligheter for dem at de kan åpne, i en redningsoperasjon, eller innenfor et frekvensbånd som gjør at sivile kan dra nytte av den informasjonen, eller er det lukket? Alt dette er kjempespennende. Totalberedskapskommissjonen må se på alt dette. Hvilke typer kapasiteter kan vi tilgjengeliggjøre i hele Norge? Det er såpass lite land, at vi er nødt til å tenke at vi skal kunne utnytte de kapasitetene som finnes.</p>

57	M	Og hva som er mulig, det finnes nesten ingen begrensninger for det. Du har gigantisk båndbredde, du kan sende så mye du bare klarer over nettet, til så mange du bare ønsker. Så selve løsningene, de er det mange av. men så er det viktig å finne ut hva som er relevant og viktig, og at det ikke blir for komplisert, så man begynner å bruke forskjellige tjenester.
58	I	Og så må det ikke bli for mye informasjon heller. Det er etskjæringspunkt. Vi er ganske kognitivt smarte som mennesker. Det som er fint med det nye systemet er at du kan velge selv. Du kan søke den informasjonen du trenger som er fornuftig i forhold til beslutningen du skal ta. Og det er mye større, med disse telefonene som er som en PC-skjerm. Nå trenger jeg denne informasjonen. Trykker du på en knapp får du opp kart, eller video, og så får du det, og så det, og på en eller annen måte danner du deg et bilde, og se der, her er det en risiko jeg ikke så tidligere. Supersmart! Du må kunne prosessere informasjonen. Når du tar en beslutning. Og da sier jeg ikke at tiltaket du iverksetter umiddelbart er det som er forløsende for alt, men da har du mye større mulighet til også å revurdere og iverksette nye tiltak. Sånn er jo krisehåndtering. Det som ikke gir effekt, må du revurdere. Det er sånn man må jobbe. Da tror jeg nye Nødnett kan hjelpe til å i en tidligere fase etablere tiltak som gir mer effekt. Kanskje. Men ikke sant, nå er det litt spekulasjoner, men all erfaring jeg besitter tenker at det er mulig.
59	M	Og tenker du disse mulighetene også er kritiske innenfor alternativ kommunikasjon også? I krisesituasjoner der Nødnett har krasjet? Eller ville man klart seg godt nok med tale?
60	I	Hvis man skisserer den løsningen du skisserer, så vil man faktisk ha tilgang på nesten det samme. Hvis jeg har skjont deg riktig. Men det spørs på satellitten. For det er ikke alle satellitter som kan håndtere mye data. Mener jeg å huske fra min tid. Men nå har nye satellitter kommet da. Men så er det fryktelig dyrt.
61	M	Og en annen erfaring er at disse satellittene er ikke norske. De er amerikanske eller britiske. Det er litt i forhold til nasjonal autonomi. Skal man tillate seg å sende nødeters viktige kommunikasjon ut av landet og inn igjen. Det blir en avveining det og.
62	I	I en redningsoperasjon hadde jeg ikke vært så engstelig. Hva er farlig med å vise det? Du snakker ikke om statshemmeligheter. Det kommer helt an på type operasjon. Den som eier informasjonen må ta en vurdering på hva slags informasjon man skal dele og ikke dele over satellitt. Det blir en del av oppklaringsbiten. Det er sånn man holder informasjon. Om du sitter med informasjon som er strengt hemmelig, må du dele det på visse plattformer. Det hadde jeg ikke tenkt som den største utfordringen. Det viktigste er at man får delt informasjon, og reddet de livene man kan.

63	M	Og dersom man har god nok ende-til-ende-kryptering er det heller ikke like viktig i forhold til integritet, hva man sender ut dit.
64	I	Jeg er helt enig med deg. Jeg skjønner at vi skal problematisere og være kritiske, men det får være måte på hva vi skal problematisere. Da kommer man sikkert aldri i mål heller. Fordi man bare finner ulemper ved systemer, nei det går ikke.
65	M	Når det brenner da, og du skal ut og redde noen, de ringer til 110-sentralene. Hvordan foregår utalarmeringen? Hvordan får man tak i etatene som skal rykke ut?
66	I	<p>Her går alarmen til nærmeste enhet. Det som er så bra med brann og redningsvesenet, er at det er de eneste som har lovpålagte innsatstidskrav. De andre nødetatene har ikke det. Vi har til visse objekter man har analysert og tatt risiko-vurderinger på, har man 10-minutterskrav til. Da må stasjonen være i nærheten av objektene og rekke dit på 10 minutter. Spesielt de som har behov for assistert rømning, tetthet for stor brannfare, industri og så videre. For eksempel paragraf 13 kaller vi det. Og så er det sånn at de andre nødetatene ikke har det. Men vi får utalarmering via våre Nødnett-terminaler til det vaktlaget som er den nærmeste ressursen. Men så må man over, hvis det er en trippelvarsling, det går på BAPS, der går felles informasjon. Fra alarmen går, til alle nødetatene er på plass, da må man jobbe i en felles kanal, for å dele felles situasjon, slik at alle sitter på noenlunde felles situasjonsforståelse.</p> <p>BAPS-kanalen er jo utrolig viktig, når man da beslutter at man skal gå i den kanalen. Så den er på egen radio, og så har man egen radio på brannkanal. Så man går med to terminaler. Man har ulike antall terminaler. Og det er veldig fin måte, i det det kommer en alarm, da får man informasjon om at man må over på BAPS. BAPS 1 for eksempel. Da går felles informasjon der. Det er måten man deler informasjon innledningsvis. Da må man være flink til å lese ut i BAPS. Dette er utrykningsleder BAPS 01, vi er fremme på stedet om 5 minutter.</p> <p>Følgende informasjon er dette og dette. Trenger tilbakemelding om når politi og ambulanse er på plass. Så leser de opp sin situasjonsforståelse, og så begynner det. Det er derfor jeg skriver min masteroppgave. De kan jo sitte på annen informasjon de andre. Det kan være noen innringere til 110, noen til 112, noen til 113. Når du sitter med ulike vitner, som ringer til ulike sentraler, så sier de ulik informasjon kanskje. De ser noe fra en eller annen vinkel. Og du skjønner, når det sitter så mange vitner og ringer inn. Tenk deg 22. juli. så enormt mange telefoner, men ulik forståelse av situasjon. Og de som sitter på sentral må bearbeide dette, og vite hva man står overfor. Det er ikke rart det kokte med en operatør i Buskerud. Det er en grunn til at man har fått krav på seg om at det er sånn og sånn minimumsbemanning på en operasjonssentral. Det er grunn til at politiet antok at det var flere enn fem gjerningspersoner. På bakgrunn av alle som ringe. Man skjønnte ikke det. Det er derfor dette med at</p>

		man må være flinkere til å bruke felleskanalene, og forklare sin situasjonsforståelse. Da beriker du, hele tiden kommer du med informasjon som er viktig. Ikke snakk deg i hjel, ikke det jeg sier, da bruker du for mye kapasitet. Det er alltid en balansegang.
67	M	Hvis vi prater om sånne redningsoperasjoner i forbindelse med ekstremvær eller naturkatastrofer. Gjerdrum eller i fjor høst i Telemark. Hva er de største utfordringene generelt med å jobbe under slike forhold?
68	I	Er du på kommunikasjon? Eller så må man være mer spesifikk. Alle har sine utfordringsmomenter. Du må skape forståelse- Det er dette som gjør det så komplisert! Du forholder deg til aksjonsplan for redningstjenesten. Det er en kommandostruktur som sier at det er politiet som leder gjennom lokal redningssentral, og det går til ILKO, og så har man ulike samfunnsoppdrag. Alle i offentlig sektor skal dekke sitt oppdrag, bidra så langt det lar seg gjør for å redde de livene man kan. Man må samhandle på en eller annen måte. Noe må gå på felles kanaler, men det er derfor hver enkelt etat har sine spesifikke arbeidskanaler, som de jobber i, men i tillegg må man sektorvis dele opp, fordi det er så stort. På Gjerdrum så hadde vi på midten av situasjonen, så hadde vi fem sektorer i rasgropa. De sektorene hadde egne sambandskanaler, som de jobbet i. Da gikk noen i direktemodus, og videre oppover i systemet. Dette må man ha mulighet til. Å inndeile i ulike sektorer. Det er en utfordring. Hva er kapasiteten totalt sett på nye generasjons Nødnett. Klarer man å få det, eller klarer man ikke å få det?
69	M	Det kommer jo an på, men sannsynligvis ja, det går nok helt fint. Det er så enormt med kapasitet i Nødnett. Det som er spørsmålet for min del er jo, kan man klare det når Nødnett i seg selv har slukna. Og det er litt sånn viktig å vite. Hva er viktigst å prioritere? Er det lokal kommunikasjon på innsatsstedet, mellom etater som er der, eller er det viktigst å prioritere kommunikasjon tilbake til kommandosentraler?
70	I	Alltid de som er hands on. For at de skal kunne utføre jobben sin, så må de kunne kommunisere mellom seg. Men så er du også avhengig av ressurs-tilgang. Du skal rapportere inn, ikke sant. Da må man bare anerkjenne at da blir det sjeldnere informasjon tilbake. Eller ikke. For de vil uansett gjøre det de kan for å redde de livene de skal gjøre. Og hvis de vet at de er kuttet på kommunikasjon, da vet de at de er det. De må allikevel gjøre jobben sin.
71	M	Men det er kanskje viktigere å ha kapasitet på kommunikasjonen lokalt, og heller ha en litt begrenset kanal tilbake til kontrollsentral?
72	I	Ja, helt klart.
73	M	Så må man komme med rapporter i intervaller, bare for å oppdatere.

74	I	Ja, eller ihvertfall på ressursiden. Er det noe som er prekært? Da må man lese tilbake. Men de må samhandle best mulig lokalt.
75	M	For dere har ILKO? Poliet har et eget KO? Eller er dette sammen?
76	I	Nei, det er ofte innsatsleder politi som er leder på stedet, i henhold til politiloven paragraf 27. Du har tre innsatsleder, i politi, brann og helse. De tre innsatslederne. Hvis det er felles operasjon, så er det oftest politi som er leder av ILKO. Gjennom lov. Men frem til politi er etablert, så har vi det også, brannvesen også eneste som har lovbestemt at brann har ledelsen frem til politi er på stedet. Man har også politimyndighet frem til politi er på stedet. Så er det vi som gjennom utrykningsleder, eller annet som leder det arbeidet. Men hvis det er en red skogbrann, uten politi og helse, så er det vi som leder det selv. Da har vi eget KO, som opprettes i brann.
77	M	Men da har dere lokal ledelse på stedet, som gjør at man ikke er like avhengig av ledelse fra kontroll-sentral? Men det er interessant! For da forstår jeg det som at den lokale kommunikasjonen, eventuelt lokal autonomi på sambandsfronten viktig for å opprettholde kommunikasjon på stedet.
78	I	Du kan tenke selv. Om du sitter som innsatsleder, og så har du en stor skogbrann. For å slukke skogbrannen må du kanskje ha 10 sektorer, med hver sin sektorleder. For å kunne gjøre jobbet og koordinere innsatsen, så er du helt avhengig av å snakke med dem. Da er man på å begrense skaden det kan medføre. Da er det ikke så viktig at- selvfølgelig er det viktig å melde om behov for flere ressurser, men da må man bruke den kapasiteten man har tilgjengelig. Om man ikke får tak i noen andre, må man kjøre bil da. Du setter deg i bilen og kjører dit og sier at du trenger det og det. Du må bare være kreativ.
79	M	Og da er det hovedsakelig tale som er det viktigste?
80	I	Ja.
81	M	Så er det allerede nå, så har du nødetater i London, som i langt større grad baserer seg på data i dag, enn hva de gjorde før. De er mye lenger frem enn hva Norge er, på nødkommunikasjonen. Der bruker de nesten ikke tale lenger. Og da kan man komme i en litt annen situasjon, hvor man ikke lenger er vant til å bruke tale, og så kommer det en situasjon hvor man må gå over til tale, fordi det er den alternative løsningen støtter. Så har man ikke den rutinen på tale. Og så blir det litt kaotisk. Tror du det kan være et tilfelle? Eller tror du man kommer til å basere seg så mye på tale i hverdagen at det ikke vil bli et problem?
82	I	Godt spørsmål. Jeg tror sjelden det vil by på noen problemer. Jeg kan ikke skjønne det. Har de erfart i England at det er et problem?

83	M	Det tror jeg ikke, ikke som jeg har hørt. Men det var bare interessant å høre at de nesten ikke bruker tale lenger.
84	I	Jeg tipper de sender ut, det er sånn som politiet, de sender ut oppdraget i pad i bilen, der får de hele oppdraget inn. Da kan du sitte i bilen og lese opp, ikke sant. Og så mer kontroll på det, og forstå den informasjonen. Noen ganger så glipper det litt på tale, ikke sant. I stressende situasjoner så er det hørselen som går først. Du mister informasjon, fordi det blir too much. Da er det kanskje bedre at du får oppdraget inn, kan lese der, skrive inn. At de får kartverk, bilder, videostream. Spennende, jeg visste ikke at de var kommet så langt i England altså! Jeg tror det er viktig med en kombinasjon jeg. Men reglementet må si noe om det. Hvis man da ser at man går i en retning av det, så bør kanskje reglementet si at man bekrefter mottatt, at det skriftlig kommer eller at man bekrefter muntlig da.
85	M	Da har jeg et siste spørsmål jeg. Generelt, hva tenker du, om at Nødnett vil bli 5G-basert? Hva er positive og negative sider ved det? Da tenker jeg også at vi ikke har lenger, sånn som i dag, så har vi mobilnettet som en backup. Det vil jo ikke lenger være en løsning heller.
86	I	Jeg tror først man må se på mulighetsrommet som ligger i nye generasjons Nødnett. Det økte handlingsrommet som man ikke har i dag. Som jeg kommer til å stå på den største talerstolen og fremklappe, for det er så utrolig viktig å få på plass et nytt system, med mulighet til å dele noe annet, for å skape bedre situasjonsforståelse. Og så skjønner vi også at det er noen utfordringer med et slikt system, at det er mer sårbart siden man er avhengige av flere basestasjoner. I forhold til strøm, hva skjer hvis det går ned? Man må i utgangspunktet sørge for at det finnes et backupsystem, som gjør at man i hvert fall har tale. Da vil man ha mulighet til å opprettholde kommunikasjonen. Det er noen ulemper som gjør det litt mer sårbart enn dagens system, men du får så veldig mye mer, i et nytt Nødnett, enn hva vi har i dag. Det vil nok veie opp i stort sett alle typer situasjoner. Det er sjelden man har ekstremvær hvor alt går ned. Så hva er de daglige gjøremålene? Alt som vil være veldig positivt ligger der, men vi vet at det er litt sårbart. Okei, 98% av alle hendelser greier vi å håndtere. Og så er det de 2 prosentene hvor det slår inn, da greier vi ikke å håndtere på like effektiv måte, men vi hadde en backup som gjorde at vi kunne håndtere dem på samme måte som før. Så jeg ville ikke vært bekymret da. Tenker jeg. Alt må risikovurderes, hva kan vi vekte høyest og lavest, hva skal man vekte på dette? Stort sett, så vil vi ha god dekning.
87	M	Det er veldig interessant å høre. Det er morsomt å prate med de forskjellige nødetatene og høre om de forskjellige forventningene. Jeg tror du kanskje er den mest engasjerte i forhold til fremtidens Nødnett også, det har jeg fått inntrykk av. det er veldig morsomt å prate med deg også.



88	I	Fra jeg jobbet i politiet selv, så har jeg alltid vært interessert i teknologi. Når jeg ser mulighetene den informasjonen man besitter fra et fugleperspektiv, hva det kan gi av ekstra informasjon til de på bakken. Som er utførende og aktive. Det er den informasjon som er så ekstrem viktig. Men det må komme på rett tidspunkt. Det hjelper ikke at den kommer 2-3 minutter etterpå. Da er den informasjonen gammel. Da hjelper det ikke de som skal ta kanskje andre typer beslutninger.
89	M	Da er det spesielt interessant med de ulike kartsystemene som ble brukt under Gjerdrum.
90	I	Ja vet du hva. Jeg må bare si, det er så flaut at Norge, som er så rikt land, og vi har egentlig forholdsvis lite land, ikke greier å ha felles kartsystem for nødetatene. Det er noen som burde kanskje funnet seg noe annet å gjøre, tenker nå jeg da. Nå har vi mast på dette i mange år, men nei, vi har ikke så ulike behov. Det er bare tull. Det er som jeg sier, nå valgte man, nå sa jo noen fra norsk folkehjelp, det er så mange overlays! Du kan jo velge hva slags informasjon du har behov for selv!
91	M	Ja, all informasjon er der. Du bare bestemmer deg for hva du trenger der og da. Det er en informasjonsoverflod der ute, men du kan hente ut hva som er relevant for deg.
92	I	Og det også håper jeg nye generasjons Nødnett vil ha, men at det er posisjonering på sambandet. Du er helt avhengig av å vite hvor mannskap er hen. Men det er GDPR og det er mye rart. Det var derfor vi måtte få låne GPS-trackere av norsk folkehjelp. Vi kunne ikke GPS-tracke gjennom Nødnett. For det er en sperre på det. Du kan gjøre det, men det er sperret på grunn av noen som har gitt uttrykk for at det er så vanskelig å bli tracket. Men nå må jeg videre, masse lykke til med en veldig spennende oppgave! Jeg gleder meg til å lese den når du er ferdig. Om det er noen sitater, må du bare sende det videre til meg.
93	M	Jeg sender deg transkriptet i ettertid, et referat av praten. Det publiseres i oppgaven da, fullstendig anonymisert. Dette var veldig interessant! Tusen takk for at du ønsket å stille!
94	I	Men du må veldig gjerne sende meg oppgaven, så kan jeg kanskje bruke det til noe fornuftig. Men masse lykke til videre Marius! Vi snakkes!
95	M	Det skal jeg gjøre! Ha det bra!



# Appendix **G**

## **Interview: The Police Service**

This appendix contains the transcript from the interview with the police service. The informant has many years of experience within different sectors of the police service, but primarily, the informant works in the field, using Nødnett every day as part of the service.

This appendix is written in Norwegian. The letter "I" indicates that the interviewee is speaking. The letter "M" indicates that the interviewer, Marius, is speaking.

ID	Speaker	Comment
1	M	Da starter jeg opptaket. Vi kan jo først starte med deg, hvem er du, og hva er din stilling?
2	I	Jeg er politibetjent i [politidistrikt].
3	M	Ja, hva går den stillingen ut på, hva er en vanlig arbeidshverdag, hvis det er noen vanlige hverdager?
4	I	Det er ikke noe faste rutiner. Altså, det går ut på at når jeg kommer på jobb så putter jeg proppen i øret, og ut fra det, må man ta de utfordringer som eventuelt kommer. Vi styrer mellom det å være hendelsesstyrt, vi må ta de oppdragene som kommer, men vi jobber også på planlagte aksjoner, og ting vi ønsker å jobbe med selv. Det er primært de hendelsesstyrte oppdragene som går i forkant. Og så jobber vi proaktivt når vi jobber og.
5	M	Hvilken erfaring har du med å rykke ut til hendelser i uvær og ekstremvær?
6	I	Vi er ikke så værutsatt i teigen vår, det er mer andre distrikter som har hatt større utfordringer med det.
7	M	Kan du se for deg hvordan oppdragsløsningen blir annerledes?
8	I	Opp mot Nødnett, eller generelt? Ved ekstremvær er det mye uforutsette faktorer man må ta hensyn til, som man sannsynligvis ikke kjenner utfallet av. Vi trener mye på oppdragene vi møter i hverdagen. Ekstremvær er såpass sjelden. Det er ikke noe mønster i ekstremvær, det kan være veldig ekstremt. Altså, ekstremvær hvis du tenker på perioder med lang tørke, så vil skogbranner være veldig individuelt. Området kan være 50 kvadrat, eller flere mål med skog. Måten vi jobber opp mot egensikkerhet er veldig forskjellig. Det blir litt mindre forutsigbar. Det utløser kanskje en del kvikkleireskred, jordskred, snøskred, snøskred er ikke ekstremvær, men det er på en måte ikke vind som forårsaker det, men det er klart at større nedbørsmengder påvirker kvikkleire og rasfare og den type ting.
9	M	Når du er inne på det med at det er litt mer uforutsigbart, og ikke de samme mønstrene og sånn, vil du si at dere er mer avhengige av Nødnett da? Hvis man skal knytte det opp mot Nødnett?
10	I	Ja det tenker jeg er viktig. Det som normalt skjer i en situasjon hvor det er for eksempel skogbrann eller kvikkleireskred eller den type ting, vil man etablere det man kaller KO. En kommandosentral som man oppretter ute på stedet. Da er det sånn at i KO, som det kalles, så samles innsatsleder politi, helse, brann og ledere fra Røde kors, geologer, og fagekspertisene. Det er klart at det som

		skjer inne i KO, beslutningene som taes, det benytter man Nødnett til, for å sende ut til sånne som meg, som blir stående på skredkanten, og prøver å redde liv. Det er klart at du da er avhengig av at sambandet vårt fungerer. Ofte er det ikke så ofte telefoner på oss, vi har telefoner, men ofte er det primær-kommunikasjon som er samband. Det er helt avgjørende. Hvis jeg følger en geolog er det viktig at jeg får videreformidlet rasfare eller hva det skulle være.
11	M	Og KO er der ute lokalt? Hvordan er forholdet mellom KO og vanlig operasjonssentral?
12	I	Operasjonssentralen sitter inne på de definerte sentralene som finnes. Det er ikke så mange operasjonssentraler i Norge, mens et KO, det er noe du kan etablere flere steder i tilknytning til en hendelse. Det vil si, for eksempel hvis du har en PLIVO [pågående livstruende vold], eller naturkatastrofe, så er det veldig vanskelig om du har en naturkatastrofe i Hemsedal, så er det vanskelig at de som sitter i Tønsberg skal sitte og styre mannskapene. De sitter jo inne, og er veldig avhengig av den informasjonen vi videreformidler, at den kommer frem til Tønsberg. Men man etablerer rett og slett et KO nærme skadested, men på et trygt område. Og KO står ikke på skredkanten, men kanskje en kilometer eller to unna, men i nær tilknytning til hendelsen. De vil styre mannskapene, og KO blir bindeleddet mellom oss igjen og operasjonssentralen.
13	M	Okei! For en problemstilling i min oppgave er sambandsutfall mellom basestasjon og kjernenettet. Da har jeg sett for meg at det er ganske katastrofe å miste den forbindelsen, for jeg har sett for meg at de som er ute i felt styres av operasjonssentral, så mister du kjernenettet, så mister du også kommandosentralen. Men i større hendelser, så vil det altså være en lokal kommandosentral, som gjør at du ikke er like avhengig av kjernenettet, gitt at man har en løsning som gjør at du etablerer dekning lokalt?
14	I	Da kan vi for eksempel bruke funksjonene på bilen, repeater-funksjon, det forutsetter at nettet er oppe. Direktmodus og den type ting, selv om det er dårlig dekning i det. Da kan man bruke sambandet mot KO, men når du står i Hemsedal vil du aldri nå operasjonssentralen i Tønsberg, men du vil nå vår innsatsleder og den som faktisk styrer over vår innsats på stedet. Så takk for meg! He-he.
15	M	Jeg har pratet med noen forskjellige, men akkurat dette med KO har ikke kommet frem enda.
16	I	Jeg har ikke forkortelsen helt, men vi kaller det bare KO. Bare sånn at jeg ikke sier noe feil til deg. Ja, kommandosentral da. Da er det KO som er forkortelsen for det. Og det vil si, dersom det er flere hendelser, så oppretter man gjerne ett KO, med en innsatsleder, for eksempel i forbindelse med Brann. Så kan du i

		samme distrikt ha en annen hendelse, som krever et annet KO. Det er bare for å slippe at for eksempel 20 mann som jobber ute på stedet skal pepre en operasjonssentral med all informasjon. Da rutes alt gjennom KO, slik at de tar vurderinger fortløpende.
17	M	Det er jo kjempeinteressant! En ting som er i TETRA, direktemodus og d2d-kommunikasjon, det er definert for 4G og 5G, men det er ikke tatt i bruk, og det er ikke forventet at det vil bli tatt i bruk enda heller, fordi leverandører vil ikke tilby det, per nå. Du vil ikke ha den teknologien som gjør at du kan prate direkte mellom to radio-terminaler. Det er ganske interessant, for det gjør dette med KO litt mer spennende å se på.
18	I	Det er også, jeg må bare legge til, det er ofte vi er på leteaksjoner, hvis vi er i områder der vi ikke har sambandsdekning. Da bruker vi den funksjonen med å ringe andre samband, den brukes sjelden, men det bruker vi fordi at det ikke er avhengig av mobilnettet. Det kan være steder hvor vi ikke har sambandsdekning eller mobildekning. Det virker fortsatt å ringe mellom terminalene. 1-til-1, men det er ikke direktemodus, men du gjør et anrop. Det er et IKS-nummer du kan taste inn makkeren din sin enhet, og så kan man ringe hverandre som en vanlig telefon. Det fungerer helt uavhengig av mobilnettet i dag, og det bruker vi i dag.
19	M	Det er jo en styrke TETRA har, som mobilnettene foreløpig har.
20	I	Det er kritisk hvis ikke den funksjonen kommer.
21	M	Jeg har sett på et par løsninger som kan fungere selv om den funksjonen ikke kommer. Jeg kan prate litt mer om dem etterpå. Din generelle erfaring med Nødnett, du har vært litt inne på det, du bruker det hele tiden hver dag? [Fjernet] Har du noen gang opplevd at Nødnett eller annen kommunikasjon som du har vært avhengig av ikke har fungert i forbindelse med en hendelse?
22	I	Ja, dekningsutfall? Det har vært spesifiserte områder hvor vi har meldt inn dekningsutfall, og da har vi forsøkt å utbedre det. Så ble det vel rapportert en feil på noen Motorola-enheter, som gjorde at vi fikk nye enheter, uten at det har hjulpet nevneverdig, men de mente det var en programvarefeil.
23	M	Påvirket det oppdragene deres på noen måte?
24	I	Ja det var jo mye mer tungvint da, du får sendt færre meldinger, tidskritiske meldinger må man ringe inn, det gjør at mine makkere har ikke samme situasjonsforståelse som meg, på grunn av dette. Hvis jeg er på vei til en hendelse, og det er flere biler og enheter på vei, og vi snakker med brann og ambulanse i BAPS, som du kanskje har hørt om, samvirkekanal, da er det sånn at når jeg kommer først til stedet er jeg avhengig av å melde til de andre

		enhetene, sånn at de kan forberede seg og sende riktige antall ressurser. Når du er på en hendelse og det faller ut, så må man ringe inn til vår operasjonssentral, og så må de videreformidle til de andre sentralene.
25	M	Den forstår jeg er utfordrende. Det er på en måte den backupen dere har i dag?
26	I	Å ringe inn ja. Mobilnettet.
27	M	Da kan man vel ikke dele like sensitiv informasjon og sånt heller?
28	I	Jo, det går fint å dele samme informasjon over telefonsamtale. Det har ikke noe å si. Det er ikke sånn at det er gradert på TETRA, ikke på mobilnett. På mobilnett deler vi det samme.
29	M	Da er det jo litt interessant å høre hva du tenker om at dersom du har dekningsutfall i Nødnettet, så vil du også ha dekningsutfall i mobilnettet.
30	I	Det høres kritisk ut, i min verden. Det er klart.
31	M	Har du noen tanker om hvilke konsekvenser det ville fått å ikke kunne kommunisere i det hele tatt?
32	I	Hvis vi står i en situasjon hvor vi trenger bistand, så er det kritisk hvis ikke vi får videreformidlet det over samband eller mobil. Så der tenker jeg at det er ikke bra, hvis vi kommer dit. Forskjellen der er kanskje for helse, de jobber med pasienter, vi har kanskje litt mer kritisk i forhold til at det er veldig få som er glade for at vi kommer, spesielt i de skarpe oppdragene. Vi kan komme over en gjerningsperson som er villig og ønsker å skade politi. Da er vi veldig, veldig avhengige av å få sendt ressurser så fort som mulig, for å unngå å bli skadd, eller skade vedkommende. Du mister en viktig egensikkerhet.
33	M	En annen ting som kanskje skiller dere litt mer fra helse, er at når helse får utalarmering og vet hva og hvor, så kan de løse hele oppdraget fint, uten å prate med AMK og andre etater i mange tilfeller, men det er kanskje ikke det samme for dere?
34	I	Nei, for vi er i større grad avhengige av vitner og øyne på stedet. Det er veldig stor forskjell hvis vi har en person som ønsker å skade en annen, om det foregår med ord eller handling. Det er veldig viktig for oss å vite om det benyttes gjenstander, bruker man bare hender, er det kniv, er det våpen? Det har litt med vår forberedelse å gjøre, og vi er avhengige av å få den informasjonen på vei til stedet, slik at vi har med riktig utstyr og riktig mannskap, og at vi har riktig tilnærming til oppdraget.
35	M	Har du hørt om at dekningsutfall noen gang har fått alvorlige konsekvenser?

36	I	Nei. Det har jeg ikke. Jeg kommer ikke på det, det er sjelden at det er.. Nei.
37	M	Da er vi over på alternative former for kommunikasjon, gitt at mobilnett og Nødnett er utilgjengelig, eller ikke fungerer optimalt. Utgangspunktet er at årsaken til sambandsutfall hovedsaklig er strømutfall i basestasjon eller transmisjonsnettet, fibernettet, ikke terminalene, men strømutfall i basestasjon og nettet. Det andre er fiberbrudd som gjør at strømmen fortsatt er der, men selve kommunikasjonen ikke er der, fordi man har gravd opp fiber eller noe slikt. På hvilken måte tenker du, hvis du har noen tanker i det hele tatt, at kommunikasjon kan opprettholdes eller gjenopprettes, dersom dere får et dekningsutfall i jobben?
38	I	Nei altså det er, hvis vi får dekningsutfall, du kan si det sånn, i min hverdag, så bruker vi bilene som har bedre senderstyrke enn terminalen. Det er ikke direktemodus, vi bruker sambandet i bilen, som har bedre senderstyrke. Et område hvor jeg opplever at jeg ikke har sambandsdekning på terminalen min, så kan jeg gå i bilen, også kan jeg høre vår sentral klart der uten at jeg endrer modus. Senderstyrken er sterkere i bil enn i terminalene. Det er første sånn der, hvis jeg er et sted med dårlig dekning, så setter jeg meg i bilen og prøver akkurat det samme der. Da får jeg i de fleste tilfeller kontakt med sentralen. Da kan man tilbake til sette bilen i repeater-modus, sånn at bilen brukes som basestasjon, og sende signaler fra håndterminaler, via bil, og til sentral. Men det er ikke så ofte i området vårt, det er som regel god sambandsdekning. Det er ikke så ofte vi bruker det. Men det hender.
39	M	Dersom dere må bruke politibilen som repeater, så er det noe man må aktivere? Og alle har opplæring i det?
40	I	Ja, det er så sjelden man gjør det, men vi finner fort ut av det. Det er en hurtigtast, det er ikke et stort problem.
41	M	Det er veldig interessant, for en av løsningene jeg har sett på, er ganske lik, men litegrann med komplisert siden det er snakk om 5G.
42	I	Jeg kom på, ikke for å avbryte, opp mot det andre spørsmålet ditt, så er alle politibiler utstyrt med rutere som har Telenor, Telia og Ice sitt nett tilgjengelig. Det vil si at i rutene våre er det tre abonnement. Man kan benytte WiFi-anrop for å kommunisere. Da er vi tilbake til at det hjelper kanskje ikke fordi det bruker de samme basestasjonene?
43	M	I dag er det jo en løsning, men når Nødnett ikke lenger er TETRA blir det litt vanskeligere. Åpent spørsmål, hva mener du er det viktigste med Nødnett?
44	I	Stabilitet. Det viktigste er at det er et stabilt verktøy, det er minimalt med nedetid, og det fungerer når vi trenger det.



45	M	Hva er det viktigste som fungerer?
46	I	Dekning og nedetid. Best mulig dekning i størst mulig grad der vi jobber, i tillegg til at det er minst mulig nedetid. At det fungerer. Veldig ofte går oppdragene over andre distrikter. Med min terminal kan jeg høre på- det er egentlig en geosperre, det skal være, jeg har aldri opplevd at det har vært påslått, men jeg kan høre på sambandet som er i en annen by, og veldig ofte har vi oppdrag som går over til andre byer, nordover eller sørover. Da er vi avhengige av å snakke med de sentralene. Eller hvis det skjer en stor naturkatastrofe på grensen til et annet distrikt, så får vi snakket med dem også. Vi får også snakke med andre etater i samme distrikt.
47	M	Er det noe funksjonaliteter i dagens Nødnett som du savner, som du gjerne skulle hatt? Som ville gjort hverdagen enda enklere?
48	I	Ja, jeg har tenkt på en ting som jeg har ytret internt hos oss. Den funksjonen må jo fungere når vi bruker den, og den har ikke fungert i Norge, men jeg vet i England at de bruker den. Det vil si at dersom jeg ønsker å bli oppringt av vår sentral, så er det sånn at jeg i dag må over samband og Nødnett, be sentralen om å ringe meg. Da ringer dem på mobiltelefonen. Mens i England så har de en hurtigtast på tastaturet, så hvis du trykker for eksempel på 5, så vil sentralen motta en melding om at du ønsker å bli kontaktet. Da ringer de deg opp på terminalen. Det er en ganske fiffig funksjon. Så hvis man vil drøfte med sin sentral, kan man bare holde inn en knapp, så får de beskjed om at jeg ønsker å bli kontaktet på min terminal. Den funksjonen fungerer ikke i Norge.
49	M	I dag baserer faktisk nødnettene i England seg i mye større grad data, og ikke like mye tale. De bruker mindre tale, mer data, for oppdrag. Politi er kanskje litt mer avhengige av å prate med hverandre for å få situasjonsforståelse.
50	I	Det er litt fordi, nå skal jeg ikke blottlegge, men vi opplever at politiets datasystemer er ustabile og trege. Så hvis vi bare skulle basert oss på å bruke våre apper, nå har du apper på alt sammen, men bruke verktøyene vi har, så ville det vært kritisk tenker jeg. Det er ikke alltid det er oppe og går når vi kommer frem til stedet. Vi er helt avhengige av kommunikasjonen i dag, med andre patruljer og sentralen. At vi får den kommunikasjonen der. Disse applikasjonene går over mobilnettet.
51	M	Det er jo noe som ihvertfall 5G åpen opp for, for Nødnett. Det er ganske mye mer fancy applikasjoner i Nødnett. Hvilke funksjoner i Nødnett bruker du mest i oppdragsløsning? Push-to-talk, gruppe og 1-til-1, eller jeg kan ramse opp litt. Push-to-talk, SDS tekstmeldinger, alarm, man-down, posisjon, direktemodus. Hvilke bruker dere i hovedsak?

52	I	Det vi buker mest er push-to-talk, og jeg bruker noe som heter statusknapper. Vi kan sende med hurtigtaster i dag, 7, 8, 9 og 0, så kan jeg sende en status når jeg rykker ut, når jeg er fremme, når jeg har kontroll, og når jeg avslutter oppdraget. Det er rett og slett fordi at da ser sentralen hos oss, dette går i tillegg på geofence. Hvis bilen plasseres i nærheten av der oppdraget er, så vil automatisk det gi en statuskode om ta vi er fremme. Men spesielt statuskoder som vi bruker i dag, og det er rett og slett at operasjonssentralen ser at vi blir farget om vi rykker ut, er fremme, og har kontroll. Andre etater kan også se hva vil har meldt. Jeg kan melde at jeg har kontroll, uten å melde det på samband. Men da gir jeg et hint om at jeg har kontroll.
52	M	Det er en datatjeneste da over Nødnett? En kort liten datamelding om status. Interessant!
53	I	Det er de jeg bruker mest da. Push-to-talk, og statusmeldingstjenesten. Den SDS-funksjonen brukes svært sjelden. Det er mer hvis vi trenger informasjon om et spesielt kjøretøy at operasjonssentralen kan sende regnummer.
54	M	Hvilke funksjoner, er det de samme funksjonene du også anser som mest kritiske ved utrykning og oppdragsløsning?
55	I	Der er push-to-talk den desidert aller viktigste funksjonen.
56	M	Dersom du ikke hadde hatt push-to-talk tilgjengelig, i hvilken grad tenker du at det ville vært mulig å gjennomføre oppdrag på en sikker måte?
57	I	Forutsatt at våre data-systemer fungerer så har vi informasjon som kommer fortløpende. Men hvis datasystemer, eller mobildekning på våre tjenestetelefoner, hvis ikke sambandet fungerer, så vet vi ikke hva som skjer. Det tenker jeg er kritisk.
58	M	5G fører med seg ganske stort potensial i forhold til tekniske løsninger og tjenester som kan komme i Nødnett. Har du noen forventninger i forhold til hvilke tjenester som kan komme. Har dere pratet noe om hva dere ønsker å få i fremtiden?
59	I	Nei, det har vi egentlig ikke. Jeg vet at brannvesen har en funksjon, eller skal ha en funksjon som gjør at man via sambandet kan aktivere slik at det er en alarm som går til bilen, så begynner bilens varslingsanlegg å varsle. Når de får et oppdrag. Hvis de spiller fotball på en fotballbane, og brannbilen står ved siden av, så kan man aktivere en funksjon som gjør at bilen begynner å uke hvis man får et oppdrag. Bilen i seg selv er en alarm, og man slipper å gå rundt med håndsett. Jeg vet ikke om det er noe vi trenger i vår bil, for såvidt. Vi får veldig mange oppdrag. Men det kunne vært greit å aktivere det uansett. For eksempel

		hvis vi står og vasker bilen, så kan det være greit å få beskjed om nytt oppdrag, når det er vanskelig å høre sambandet.
60	M	Hva tror du kommer til å være mest kritisk om 10-15 år da? Si du har hatt 5G-basert Nødnett i mange år. Noe av det store som kommer med 5G er for det første mulighet til push-to-video, man kan pushe video til alle andre etater som for eksempel hvis vi skal trekke litt parallell til en stor hendelse, Gjerdrum, så har man sett i ettertid at politi og brann og ambulanse hadde hvert sitt kartsystem, og at man baserte seg på forskjellige skisser av hvor det hadde gått, og man kunne fått ganske mye mer informasjon via direkte-sendt video.
61	I	Enhelig informasjon ja, så alle hadde hatt samme situasjonsforståelse?
62	M	Ja, ser du for deg at video kommer til å bli et viktig verktøy?
63	I	I oppdrag hos oss, så tenker jeg i utgangspunktet ikke det. Det er litt med tanke på vårt lovverk og. Det er en del politimann på stedet må beslutte, fordi man ikke har tid, og det ikke er taktisk eller teknisk mulig, å få beslutningsstøtte fra andre enheter. En politimann er litt overlatt til å tenke for seg selv. Hvis man skulle hatt en video-overføring så er man fortsatt avhengig av politimanns vurderinger på stedet. Da er det ikke sånn at hvis det er en som får servert informasjon gjennom en videoskjerm, så er det ikke sikker at de er i stand, eller at en beslutning som taes, om de prøver å overstyre din beslutning uten å ha tilstrekkelig situasjonsforståelse. Man har en helt annen situasjonsforståelse på stedet, enn når det kommer over samband eller i form av video.
64	M	Du nevnte også trafikkulykke. Hvis man har push-to-video, og du kommer først til et ulykkessted, en bilulykke, hvor omfanget er såpass at du vet at du er avhengig av ambulansen som er på vei og ankommer om 5 minutter. Da har du mulighet til å pushe video til ambulansen, slik at de får mulighet til å enten veilede deg, eller i hvert fall forberede seg på hva de skal gjøre. Så de slipper å ta vurderinger der.
65	I	Vi bruker det som kalles vindusmeldinger i dag, jeg tenker at det er sikkert en god løsning hvis vi står og jobber med én pasient. Men det man ofte ser når vi sikrer skadestedet, så må vi prioritere hvem vi skal hjelpe først. Og det er klart at det også kan være litt misvisende situasjon. Hvis jeg sender video av kun den jeg jobber med, men man ser ikke de tre andre bilene som er i grøfta, og hardt skadd. Ja, det vil hjelpe ambulansen som kommer til meg, men det vil ikke gi det hele bildet. Kanskje jeg har sendt makkeren min for å klarere resten av området, og sånt. Det er derfor vi bruker vindusmelding. Jeg melder når jeg kommer til stedet, hvor mange biler, airbager, antall passasjerer, om jeg har en som er skikkelig skadd. Jeg melder fortløpende skadegrad, sånn som jeg vurderer det. De skadene som er synlig. Og vi gjennomfører

		pasientundersøkelse, og ambulanse får gjerne resultatet av undersøkelsen i vindusmeldingen også.
66	M	Dere tar en umiddelbar kontroll dere også? Ja. La oss si at video har kommet, og det er en tjeneste som kommer, den er allerede definert, og den kommer til å komme til Nødnett i fremtiden, hvorvidt man ønsker å bruke den eller ikke. Om 10-15 år, man har brukt Nødnett i 10 å allerede, blitt vant til de tjenestene som er der. Dersom man kommer i en ekstremværsituasjon hvor sambandet forsvinner, eller man kommer i en situasjon hvor samband forsvinner uavhengig av vær. Hva tror du kommer til å være den mest kritiske Nødnett-funksjonene da, om 10-15 år?
67	I	Jeg tenker fremdeles push-to-talk er det viktigste. I hvert fall foreløpig. Ja. jeg bare tenker litt tilbake til spørsmålet. Jeg kom på en ting. I forhold til videofunksjonen, det hadde vært en stor fordel om den hang sammen med den røde knappen, alarmknappen. Dersom man utløser den, så bør den åpne opp video. Jeg har ikke trengt å utløse den, men det er stor terskel for å utløse den. Og det er klart at da er det ikke alltid man ser at, eller jeg har sett kolleger gjøre det, men man har ikke kapasitet til å fortelle hva som skjer på stedet. Det åpner tale, så sentralen ser hva som skjer, men da hadde det vært en fordel å være på stedet, og faktisk vite hva som skjer. Det tror jeg er gull verdt for sentralen, å se hva som faktisk skjer.
68	M	Hvis man har bodycams vil jeg jo innrømme at det hadde vært noe snodig om ikke kamera aktiveres når man trykker på alarmfunksjonen. Når det kommer til å gjenopprette alternativ kommunikasjon i forbindelse med dekningsutfall, som dere i dag gjør med DMO for eksempel, hvilke krav burde stilles i forhold til opplæring ved det å etablere en slik løsning?
69	I	Alle, alle som bruker Nødnett burde det. Alle brukerne.
70	M	Hva med oppbevaring og generell beredskap? Jeg kan gå litt gjennom løsningene slik at du vet hva det kan være. Jeg har sett på et par løsninger selv, og kommet frem til noe av det følgende. Det første er noe som ligner en del på DMO som står på brannbiler i dag, og repeater i politibilen. Det er noe jeg kaller automobile basestasjoner med satellitt-backhaul. Det er en mobil basestasjon eller repeater, som er montert på kanskje ikke alle, men et utvalg utrykningskjøretøy, kanskje innsatsleder for eksempel. Den kan aktiveres dersom det forekommer dekningsutfall, eller man kommer til et område hvor det ikke er dekning i det hele tatt. Den skaper lokal dekning innenfor et visst område i et eller annet frekvensbånd, og den har også mulighet til å koble seg til kjernenett eller operasjonssentral via satellitt. Hva tenker du om en sann løsning?
71	I	Hvis den fungerer, så høres det veldig bra ut.

72	M	Noen utfordringer der, som jeg har funnet ut hittil, er litt med nasjonal autonomi. Å basere nødkommunikasjon på elementer som befinner seg utenfor landets grenser for eksempel. En annen ting er at det er dyrt med satellitt-teknologi. Men hvis man har det i et utvalg kjøretøy, så vil det være et enormt verktøy. I tillegg, hvis du har både TETRA og mobilnettet i dag med 86 % arealdekning. Det er mange områder uten mobil- eller Nødnett-dekning. På vidda, eller i tunneler hvor du er avhengig av DMO. Da kan du parkere bilen i utkanten av tunnelen, og så skyter den dekning inn. Men den kan fungere mens man venter på at direktemodus-funksjonen, proximity services, kommer. Foreløpig er det ikke støtte for det i mobilenhetene som lager det.
73	I	Du tenker på i forhold til, nå abryter jeg, men jeg tenker i forhold til mobilnett og sikkerhet. I krisesituasjoner vil det være som man ser i Ukraina og Russland, hvor dette med etterretning er vesentlig i krigføringen. Jeg tror ikke at andre nasjoner er så opptatt av hva vi gjør ved en naturkatastrofe, men hvis vi skal benytte dette verktøyet under en krig, for eksempel, så tenker jeg at det ville være veldig vesentlig. Opp mot sikkerhet.
74	M	Det er godt poeng. Men i hvert fall som en nøsløsning i ekstremvær, og situasjoner hvor man ikke er i krig med andre land, så kan det jo være en enorm beredskap.
75	I	Helt klart! Når ingen andre har interesse av det som sendes.
76	M	Hvor mye burde det påvirke nødetatene selv at det byttes til en nødløsning? Når man benytter LST, så kommer det opp i displayet for eksempel. Hvor sømløst bør det være for ikke å forstyrre oppdragsløsningen?
77	I	Det bør være brukervennlig, for å si det sånn.
78	M	Du sier selv at det er ganske enkelt, den måten dere aktiverer repeateren i politibilen, at man trykker på en knapp. Det bør være i de baner? Og man burde kanskje ha denne repeateren som en permanent del av utrykningskjøretøyet, så man ikke må dra tilbake og hente den?
79	I	Ja, og det er jo sånn i dag, at mange av de systemene går på en egen hovedbryter til påbygget i bilene våre. Så det er klart at da er det sånn at når bilen er i bruk, så er det påslått, og er den ikke i bruk, så er den avslått. Så når vi trenger det, så er det ikke sikkert at vi har tid til å dra til stasjonen for å hente en koffert som har satellitt-kommunikasjon, når Nødnett er utilgjengelig.
80	M	Det finnes jo i dag noe som heter transportable basestasjoner, som kan erstatte vanlige basestasjoner, men de tar ganske lang tid å få ut. De er tunge og svære, må flyttes med bil eller helikopter, og de krever aggregat og så videre.

		Og sånn avslutningsvis, hva er dine tanker generelt om at Nødnett kan bli lagt over på mobilnettet om seks-syv år?
81	I	Jeg har egentlig ikke så mange tanker om det. Men vi mister jo den backup-muligheten som i dag, hvis mobilnett faller ut har vi TETRA, og vise versa. Hvis de vi skal kommunisere med er kun avhengige av at mobilnettet fungerer, så er det kritisk, for da mister vi noe, så mister vi alt. Sånn er det ikke i dag. Og da, så det er kritisk da. Det er på en måte viktig at man har den backup-muligheten.
82	M	Man har jo det som skjedde i Vestfold-Telemark. Der mistet man både mobilnett og Nødnett.
83	I	Du har også hendelsen for et par år siden, hvor det var en kabel som ble gravd over mellom nord og sør. I Innlandet, et eller annet, som gjorde at hele Nord-Norge var uten mobilnett. Har du fått med deg den? Den må du se på. Det var en linje som var skille mellom nord og sør. Da falt hele mobilnettet ut nord for Elverum eller noe sånt.
84	M	Det ville jo vært løst med regional autonomi for eksempel, at nord og sør kunne fungert uavhengig av hverandre.
85	I	Ja, men det var en hendelse som gjorde at hele mobilnettet falt ut. Det var forbindelse med ekstremvær. Det var noe flom på Kvam eller noe. Da hadde det skjedd noe annet, for det går en linje i Gudbrandsdalen og en i Østerdalen. Den ene var det vedlikehold på, og den siste linja ble tatt i forbindelse med den flommen i Gudbrandsdalen, den må du ha hørt om. Du som driver med dette.
86	M	Nei men det var de spørsmålene jeg ønsket å få svar på i dag i hvert fall! En siste ting angående dette med KO, så er det interessant å høre hvordan operasjonssentralen er med før, under og etter. Brann for eksempel er litt mer autonome i forbindelse med gjennomføring av oppdrag. De får et oppdrag, og så drar de ut, og så har de lokalt lederskap. Men sånn har ikke dere det i like stor grad?
87	I	Nei, det ser man litt sånn, spesielt med brann, min erfaring er at der er det klart at du har en leder på bil. En vognfører som sitter i passasjerstet foran. Det er vognføreren som er utrykningslederen der, ansvarlig for mannskapet på den bilen. Mitt inntrykk er at en brannmann blir stående og vente litt på ordre fra den overordnede på den bilen, som også igjen sikkert snakker med sin innsatsleder. Men i vårt tilfelle, så er det operasjonslederen som er den øverste myndigheten i hele politidistriktet. I vårt distrikt, så er det en operasjonsleder som er ansvarlig for alt som skjer. Ansvarlig for alle mannskapene. Og så delegeres det videre ned til oppdragsleder i hvert fylke. Oppdragsledere er delegert myndighet fra operasjonsleder, og det er oppdragsleder som gir meg oppdrag ute. Og da er

		<p>det sånn at på de tilfellene hvor vi ikke trenger innsatsleder, og jeg kjører og er eldst, så er det jeg som har ansvaret ute. Men så sparrer jeg med min oppdragsleder opp mot oppdragsløsning. Men vi jobber mye mer selvstendig, mer autonome, enn hva brannvesen er. Vi må handle i større gred etter lover og instruksjer, og er avhengige av å ta vurderinger på stedet, og må stå ansvarlig for det i ettertid. Men hvis det er flere patruljer på et oppdrag, for vår del, hvis det er naturkatastrofe, så hektes det på en innsatsleder. Da er det innsatsleder som har ansvar for ressurser på stedet. Ikke nødvendigvis er innsatsleder ansvarlig for selve aksjonen, eller hvordan det skal utføres, det er det aksjonsleder. Men innsatsleder skal godkjenne aksjonsleders plan. Det er innsatsleder som styrer ressurser, og kan si ifra om at vi trenger mer ressurser, vi trenger ambulanser, vi trenger frivillige. Det er han som styrer det. Det er innsatsleder som sitter i KO. Han skal aldri være foran i det som skjer, men en tilbaketrukket rolle og oversikt.</p>
88	M	Så hvis du skal si hva som er viktigst mellom forbindelse mellom hendelsessted og operasjonssentral, eller forbindelse lokalt på skadested, så vil du si at det viktigste er?
89	I	Det viktigste er kommunikasjonen fra mannskapet i felt, og inn til KO, og andre veien selvfølgelig. Beslutningene som taes i KO, må videreformidles til mannskapet.
90	M	Så primært lokalt på hendelsessted?
91	I	Ja. Så får innsatsleder heller ha kommunikasjon tilbake til operasjonssentral da.
92	M	Det var interessant å høre om. Nei jeg synes dette var veldig nyttig, og jeg takker så mye for å ta du ønsket å delta!
93	I	Det var bare hyggelig! Ha det fint, og lykke til med oppgaven!
94	M	Takk skal du ha, og takk det samme!





# Appendix **I**

## **Interview: The Ambulance Service**

This appendix contains the transcript from the interview with a representative of the ambulance service. The informant was specifically chosen, due to their first-hand experience during the major extreme weather event in November 2021. The informant provides valuable experiences and opinions, with regard to alternative communication when the network fails.

This appendix is written in Norwegian. The letter "I" indicates that the interviewee is speaking. The letter "M" indicates that the interviewer, Marius, is speaking.

ID	Speaker	Comment
1	M	Da er lydopptak i gang. Oppgaven min handler om fremtidens Nødnett, det kommersielle nettverks-baserte Nødnettet, som myndighetene har bestemt at det vil bli. Jeg ser på sårbarheter knyttet til ekstremvær, og dekningsutfall da. Oppgaven går også inn på hvordan dekningsutfall forekommer, hvordan man kan gjenopprette annen type kommunikasjon under ekstremvær, og etter ekstremvær, frem til man får det vanlige Nødnettet tilbake, og hva som er minimumskravene til nødnetatene, i ekstremværsituasjoner, i forbindelse med alternativ kommunikasjon. Da er jeg veldig interessert i å belyse viktigheten av Nødnett i sånne situasjoner. Sånn sett er det interessant å høre fra en som har stått i det, sånn som du har. Vi kan starte med noen generelle spørsmål, om det. Hva er din stilling, og hva går den ut på?
2	I	Jeg jobber som ambulansepersonell i [tettsted] i Telemark. Det er en tjeneste litt ute i periferien, og jeg har halvannen til to timer til nærmeste sykehus. For de aller fleste transportene vi skal utføre, og på min stasjon er vi to biler, og to personer per bil. Det er da fullverdig ambulansepersonell, i form av sykepleier, i tillegg akuttmedisin eller ambulansarbeider med fagbrev. Jeg er ambulansarbeider med fagbrev, det er min formelle bakgrunn.
3	M	Hva er din erfaring konkret med Nødnett?
4	I	Jeg har vært i ambulansen i ganske mange år, og var med på at Nødnett ble innført i, det var vel 2016, tror jeg. Jeg er litt usikker på akkurat det, men jeg har vært med siden tidenes morgen med Nødnettet. Nødnett bruker vi til all mulig kommunikasjon. Både med egne etater, andre etater, brann, politi, AMK, sykehus, og alt du kan tenke deg. Hvis vi skal ringe med Nødnett, for eksempel melde pasient til sykehus, så er talekvaliteten vært så dårlig, at vi kan ikke bruke det. Derfor har vi brukt mobiltelefon som en støtte-funksjon i tillegg, for lyd-kvaliteten på selve tale til telefon på Nødnett har vært langt under det du forventet. Men utover det, så har Nødnett fungert fantastisk. Vi blir jo satt i diverse talegrupper etter hvilke hendelse vi har. Om det er med brann og politi sammen, eller bare brann, og så videre. Og det har fungert helt supert sånn som jeg ser.
5	M	På hvilken måte er AMK involvert? I de ulike fasene av oppdragsløsning, før og underveis?
6	I	Veldig kort fortalt, når det dukker opp et oppdrag som en enhet skal ut på, så sender AMK et oppkall-signal til det enkelte apparatet, på den enheten som skal rykke ut. Da kvitterer vi om at det er mottat, og så kommer det en talemelding fra AMK. for eksempel, ambulanse 872 som jeg jobber på, de er i respons

		retning [område]. Da er det nok til at vi setter i gang. Der får vi resten av meldingen, den kommer opp i dataskjermen i systemet, den er knyttet mot ops. Det er første steg. På vei ut til det aktuelle hendelsesstedet, avhengig av hvor lang vei vi har og hva som står i meldingen, så hender det også at vi kontakter AMK tilbake for å spørre om de har flere opplysninger, og så videre. Vi har hele tiden løpende kommunikasjon, om vårt oppdrag, hele tiden.
7	M	De er en støtte underveis og? Det er ikke sånn at dere får oppdraget og stikker ut og gjør alt på egenhånd?
8	I	Nei, og så kan det hende at vi planlegger oppdraget underveis, så kan det hende at jeg og makker, eller vi som er på bilen, vi diskuterer oppdraget, og hvilke ressurser vi måtte trenge. Det er ikke alltid vi har styr på alle ting, og det kan man ikke forvente heller. Men om vi føler at vi bør ha brannvesen eller politi, eller luftambulans, så må vi tilbake til AMK, og de må videre med vår oppfordring, og vi får flere ressurser.
9	M	Interessant. Jeg kommer tilbake til viktigheten av AMK litt senere, spesielt i forbindelse med ekstremværet. Men nå går vi inn på de ekstremvær-spesifikke spørsmålene. Og første spørsmålet handler om ekstremvær generelt. Hva er de største utfordringene med å jobbe under et slikt ekstremvær, som dere hadde i fjor høst?
10	I	Sånn i gåseøyne, i normale ekstremvær, så faller ikke Nødnett ut. Det var kanskje et ganske spesielt ekstremvær. Sambandet falt ut. Det første som var utfordringen, det var ikke sambandet, men det var at trær falt over veier og slikt, som gjorde at det var vanskelig å komme frem. Akkurat den dagen, hele natten hadde det blåst forferdelig. Jeg så litt tegningen, så jeg tok med motorsagen min på jobb, og satt den i bilen, og den fikk jeg bruk for. Det var trær overalt. Vi måtte bruke motorsag for å komme frem enkelte steder. Og det neste som skjedde, var at sambandet datt ned. Først gikk mobilnettet ned. Eller først forsvant strømmen, og det er vel en backup på diverse basestasjoner som varte noen timer. Så falt mobilnettet ned, og etter noen flere timer falt Nødnett ut. Da hadde vi ingenting. Absolutt ingenting. Og da gikk det, i den grad vi kunne kommunisere, før dette datt ut, så prøver jeg å memorere så godt jeg kan. Ikke alle detaljer kan jeg dra ut akkurat nå, men i hvert fall så var beredskapslederen med på laget, og satt i gang tiltak for de så at backuptiden på basestasjoner begynte å renne ut. Og etter hvert, men det var etter et par timer, så ble det besluttet at vi skulle ha et satellitt-telefon-samband. Vi hadde ikke noe satellitt-telefoner, så de ble hentet inn fra kommunen, brannvesen og de som hadde det. Så vi skulle sette opp, så vi hadde kommunikasjon med AMK-sentralen. Det satellitt-systemet, jeg vet ikke hvorvidt du kjenner til det, men det er ikke verdens enkleste system. For det første er det bygd for å være ute. Du kan ikke ha det, du må ha eksterne antenner utendørs, ellers virker det

		ikke inne. Du må ha fri sikt til satellittene. Det gjorde i hvert fall at du fikk opprettet en viss form for kontakt, men det er en dårlig kontakt. Hvis ikke antennen sto i riktig posisjon, så hadde du ikke kontakt. Det var en nød-nød-nød-løsning. Nå sporer jeg sikkert litt av, så du må bare få meg inn på sporet.
11	M	Jeg synes det er veldig relevant, for en av løsningene jeg har sett mest på er en satellitt-basert løsning. Det er mer enn en beredskap, enn en nød-nød-løsning som improviseres. Så jeg ser på litt forskjellige satellitt-typer og hvilke som vil passe best for nødetatene. Vet du om satellittene dere baserte dere på var geostasjonær eller lavbanesatellitt?
12	I	Akkurat det har jeg ikke greie på, men vi brukte Iridium-samband. Jeg har selv arrangert mange turer til Canada og Svalbard, så jeg har egen Iridium-telefon, jeg kjøpte det, men om det er lavbane, det vet jeg ikke altså. Men Iridium går world-wide, selv på polene, og det er det ikke alle satellitt-samband som gjør.
13	M	Nei ikke sant. For hvis den er geostasjonær er den nede på ekvator, og da er det vanskelig å nå nord-områdene.
14	I	Nei okei, da var det ikke geostasjonært i hvert fall. Jeg vet ikke, jeg har brukt et annet system, og det har sin nordgrense på 67 grader nord. Men den her bruker vi på nordpolen, sydpolen og svalbard.
15	M	Da har du en lavere bane, og da har du litt lavere forsinkelse på overføring og sånt.
16	I	Ikke sant. Nei så lenge du fikk opprettet kontakt, så var det ikke noe problem å prate på den. Men du må ha antennen i riktig posisjon, du kan ikke sette den bak huset liksom. Den aktuelle dagen, det var første gang i hele mitt liv at jeg har hatt hjemmevakt med sykebil. Vi hadde en i Haukeli og en på stasjonen i Åmot, og en i Rauland. Jeg hadde med sykebil hjem, og hadde satellitt-telefonen i vinduet på soverommet, med lang antenne ut som sto på en gardintrapp. Det var greia. Så hvis det kom en vindkule som blåste gardintrappen min over ende, så hadde jeg ikke samband. Nå skjedde ikke det, jeg forankret så godt jeg kunne, ikke sant. Men det var nå sånn det funkete den natten. Og også dagen etterpå.
17	M	Hvordan påvirket dekningsutfallet deres evne til å utføre ambulansetjenesten, sånn i forhold til en vanlig normal-situasjon med Nødnett?
18	I	Når det gjelder tidspunktet på utfall med mobilnett og Nødnett, det har jeg ikke i hodet, da kan du gå på andre kilder for å få tak i når de forskjellige basestasjonene var ute i drift og tilbake i drift igjen. Det var mange basestasjoner, med forskjellige utfallstider. Men det jeg opplevde var at Nødnett

		<p>hos oss var borte i flere dager. Mobilnett kom tidligere tilbake. Men i den perioden hvor det verken var mobilnett eller Nødnett, så var det et veldig minus for publikum, for de fikk ikke tak i nødnetten uten videre. Den ene ambulansen, og en brannbil, ble satt i et veikryss sentral i Rauland, så publikum kunne dra dit. Og det skulle bli sendt melding over NRK om at der sto Nødnetten, og publikum måtte dra dit ved behov. Nå var det ingen hendelser som utløste behov for oss i den tiden. Og terskelen er høyere i sånne kriser, jeg tror folk skjønnte det. Men vi hadde faktisk ingen livstruende oppdrag som jeg kan huske i den perioden. I hvert fall ikke i min enhet.</p>
19	M	Du tror altså ikke dekningsutfallet førte til økt fare for liv og helse?
20	I	<p>Nei, ja, jo, på en måte. På en måte, indirekte fare gjorde det. Fordi publikum fikk ikke tak i oss uten videre, sånn som før. De var avhengige av sin mobiltelefon for å kontakte AMK, og det greide de ikke. Det fikk du ikke gjort i den perioden, dersom de måtte oppsøke de bilene som ble plassert ut. Så vidt jeg vet var det ingen som kom over en nødhendelse. Men det er jo tilfeldig. Det er flaks. Heldigvis dukket det ikke opp. Da var beredskapen på sitt aller verste, og folk måtte oppsøke enheten selv, og informasjon om det gikk ut på radio.</p>
21	M	Hadde dere mulighet eller behov for å kommunisere lokalt med andre enheter med direktemodus?
22	I	<p>Altså, ikke i starten. De andre nødnetten var også involvert, ikke sant. Brannvesenet og noen ildsjeler i brannvesenet, de fikk mobilisert skogsikrings-radio-systemet som gjorde at vi fikk utdelt skogsikringsradioer. Og det er et greit internsamband. Det hadde vi. Men det går ikke til verken AMK eller noen andre. Det gjør det ikke. Men de har skogsikringslaget, de har en sender på en fjelltopp som funket. Og da kunne vi kommunisere over store områder lokalt. Men det var noe som ble sparket en gang den kvelden, og natta, men nå tror jeg det står i beredskap etter den hendelsen der.</p>
23	M	Jeg ser jo på den løsningen også. Hvordan man kan opprette lokal dekning, om man så ikke får tak i operasjonssentralene. Da er jeg litt interessert i hvor viktig det er å kunne prate lokalt, og ikke bare med AMK.
24	I	<p>Neida, det er viktig. Så det ble etter hvert benyttet. Jeg fikk vel din sikringsradioen langt ut på kvelden, nærmere midnatt. Men det er klart, det var ikke tanken at det skulle være designet for en sånn hendelse. Det var en del dekningsproblematikk der også. Man måtte flytte på sendere, eller noe baner, men det var ikke jeg involvert i. Jeg bare vet at de jobbet, og at det var viktig å få alle på nett. [fjernet].</p>
25	M	Supert! Vil du si det er viktigst å prate med andre etater lokalt, eller AMK, i sånne situasjoner som dere hadde i fjor høst?

26	I	Jeg må vel si at sånn jeg føler det, så er det AMK, de er knutepunktet her. Hvis jeg skal rangere det, så er det vel AMK jeg ville først og fremst prate med, for de sitter med så andre tråder, som ikke vi kan gjøre lokalt. Hvis jeg bare har mulighet til å snakke med dem lokalt, så vil jeg si at den mest sårbare biten er mot AMK. Det er min oppfatning. Det kan godt hende noen andre mener noe annet.
27	M	Hvis alle har mulighet til å prate med AMK, så kan AMK videreformidle meldinger til andre som også er lokalt? Det er viktig å få opp en kanal fra skadested til AMK?
28	I	Ja, absolutt.
29	M	Når dekningen faller ut, som den gjorde der, hvilke Nødnett-funksjoner anser du som mest kritiske? Da er en funksjon tale, en annen er data-meldinger.
30	I	Det mest kritiske er telefunksjonen. Det med data-meldinger, det har jeg lite erfaring med. Vi får av og til en tekstmelding fra AMK. Det er spesielle ting, at de skal vedlikeholde systemer, og da må vi benytte mobilen en liten periode, da kommer det ofte som en tekstmelding. Men vi bruker det så og si aldri i praksis selv, for det er ganske tungvint å skrive tekstmeldinger når du skal melde inn en hendelse. Men funksjonen er jo der, så det er en løsning hvis ikke du har tale. Telefunksjonen er pri en, egentlig.
31	M	Jeg har pratet med andre også, som mener at tale er viktigst, den er basicen, og den viktigste å ha. Alt annet er nice to have, men tale er need to have, i sånne situasjoner.
32	I	Ja helt klart.
33	M	I og med at Nødnett vil overføres til det kommersielle nettet, og få ganske mye mer kapasitet i forhold til båndbredde og den slags, så vil man jo også få langt større muligheter i Nødnett, i forhold til andre tjenester som streaming av video, og større data-applikasjoner. Sånn generelt, hvilke nye funksjoner ser du for deg kan bli viktige for ambulanse? Ikke bare i ekstremværsituasjoner, men i andre situasjoner generelt?
34	I	Nei det er jo da enda bedre dekning. Vi har noen hull i systemet vi ikke har dekning på. Det har vi. I starten var jo dekning et problem, men sånn geografisk må det bli bedre. Så er det lyd kvalitet, det er et problem, og veldig stort problem, hvis du skulle ringe til Nødnett til en annen telefon, eller fast-telefon, på sykehuset, for eksempel, så var lyd kvaliteten så dårlig at det var nesten ubrukelig.
35	M	Når du går fra Nødnett over til et annet nettverk?

36	I	Helt korrekt. Så den funksjonene er tatt bort. Rett og slett. Vi bruker den ikke lenger, men da måtte vi bruke mobiltelefon når vi skulle melde inn en pasient. Så vi var helt avhengige av to systemer en periode, for å få det her til. Men nå, i fjor høst var det vel, så innførte de en ny talegruppe på Nødnett, som gjør at vi snakker direkte med sykehus. Vi bare velger talegruppe "sykehus", og så roper jeg opp akuttmottaket jeg skal inn til. Der er vedkommende vakthavende, går med Nødnett-radio på seg. Det er nytt. Sikkert veldig tungvint for dem inne på sykehuset, men det er sånn det fungerer nå. Det gjør det lettere for oss å få kontakt med det stedet vi skal levere pasienten.
37	M	Det er interessant. Hva med sånn som videotjenester? Ser du for deg at det kan bli viktig for dere? Videostreaming og slikt?
38	I	Ja, absolutt. I dag har vi ikke noe organiserte videotjenester, annet enn at AMK, vi kan bruke ambulansetelefon, eller egen telefon, AMK kan sende oss en videolink, så vi kan trykke på, og filme hendelsen som AMK kan se. Det har vi brukt. Jeg har ikke brukt det selv, men jeg har vært på noen oppdrag hvor innringer har gjort det, og AMK kan se skadested før vi ankommer, og kan planlegge ressurs-bruk fra det. Det er veldig smart. Og det burde også vært på Nødnett. At det er en funksjon der. Den finnes ikke i dag.
39	M	Nei man har ikke i nærheten av den kapasiteten i TETRA. Men det vil man jo få med 5G.
40	I	At det kommer, eller at det er en kjempegevinst å kunne ha den muligheten, det er ikke tvil et sekund om det. Ikke minst, hva skjer i ambulansen? Så sender vi som har veldig lange transporter, så kan vi filme pasienten, og sende bildene live til mottakende lege, han kan vurdere. Vi er ikke leger, vi er bare annet personell, og da kan legen gjøre seg et inntrykk av pasienten, på en helt annen måte, enn hva vi bare kan beskrive verbalt. Det har jeg veldig tro på.
41	M	Si om 10-15 år da. Da har vi hatt fremtidens Nødnett en god del år. Nødetatene har kanskje vent seg til å operere på en litt annen måte, for eksempel på grunn av video og sånne ting. Hvilke Nødnett-funksjoner ser du for deg kommer til å være de mest kritiske, under et ekstremvær for eksempel, da?
42	I	Det er vanskelig å svare eksakt på. Sånn som man ser akkurat nå, det kan hende jeg mener noe annet når vi har hatt det en stund. Men jeg vil fremdeles hevde tale, og hvis vi har kommet i gang med dette med video, og at vi er vant til å bruke det, så vil de to tingene være veldig sentrale. Hvis det faller ut. Da blir det en del av det diagnostiske verktøyet vårt.
43	M	Når jeg skal se på hvilke alternativer man har for å gjenopprette kommunikasjon, så er det viktig å vite hvilke krav som stilles i form av forsinkelse, overføring og så videre. Hvis video er et absolutt minimum-krav, så

		må man kunne legge til rette for det. Men hvis man alltid vil kunne overleve med tale, i sånne ekstremisituasjoner, så kan det åpne for litt flere løsninger også.
44	I	Dette bringer meg inn på litt mer. I min forrige jobb, så var jeg [stilling] i Telemark. Der hadde vi matte skogsarbeidere, vi hadde en av Norges største skogeierdommer. Vi hadde skogsikringsnettsystem som dekket hele store deler av Telemark. Og vi hadde en basestasjon som sto på en fjelltopp. Den var bekledd med solcellepanel, og vindmølle. Den brøt aldri den, uansett vær. Vi måtte bytte batterier i blant, det var det. Det får meg til å tenke. Nødnett, som er så viktig samfunnsinfrastruktur, bør ha en annen backup i tillegg til nettspenning. Det er, holdt jeg på å si, nettet, eller batteribanken bare er noen timer i etterkant av et strømbrydd. At man kan få forsyning fra andre ledd, som solcelle eller vind. Da ville det også vært mye mer robust, for å stå i mot en sånn type situasjon.
45	M	Det er jo strømmen som er det aller største problemet.
46	I	Ja, strømtilførsel i en eller annen forstand. Hvis den blir borte, så er systemet borte. Det er det som er, hvis vi koker alt sammen ned, så er det tilførsel av strøm som er det helt kritiske her.
47	M	Og det er mange ledd som er avhengige av strøm. Transmisjonsnett, altså fiberen, og du har basestasjonen, med antennene, det er flere steder strømmen kan gå, som vil være kritisk for kommunikasjonen. Og i dag så er det et krav i mobilnettet, om 2 tilmer reservestrøm, og gjennomsnitt på 4 timer i distriktene. Mens Nødnett har betydelig høyere krav, som er 8-48 timer. Det er nok derfor mobilnettet forsvant først, og Nødnett forsvant etterpå, i deres tilfelle også. Men begge baserer seg på de samme transmisjonslinjene, samme fiber, og samme grøfter. Sånn sett. Og det vil jo slå ut begge. Det jeg ser på er løsninger som ikke baserer seg på strømmettet, men for eksempel min yndlingsløsning så langt, noe jeg har valgt å kalle automobile basestasjoner, som er basestasjoner montert i et sett med utrykningskjøretøy, for eksempel et par ambulanser, innenfor hvert operasjonsområde, et par politibiler, et par brannbiler, som har mulighet til å kjøre ut både steder hvor dekningen har falt ut, men også steder som ikke har dekning i utgangspunktet. Det er bare 86 % arealdekning i Norge, både for mobilnett og Nødnett. Det er store områder som ikke dekkes av Nødnett og mobilnett. Og da kan man ha mulighet til å opprette et sånt lokalt nettverk med potensielt en kommunikasjonskanal tilbake til kjerne-nett eller operasjonssentral via satellitt. Det er en av de løsningene jeg ser mest på. Som jeg ser mye potensial i også.
48	I	Absolutt! Det har jeg ikke tenkt på, men det høres jo ut som en veldig god tanke! Å plassere dem på mobile enheter.



49	M	Da får du tatt med deg nettet overalt, likevel ha forbindelse. Da parkerer du bilen hvor den får kontakt med satellitten. Så flytter ikke den bilen på seg.
50	I	Det er selvfølgelig aktuelt at den bilen må gå hele tiden, drivstoff og sånt, men det er sekundærgreier. Det er det. Men det er interessant altså, og hvis du ser litt større på det. Nå sporer jeg litt av, men la oss si at vi tenker strømforsyning. Og hvis du tenker annet enn vind og stormer, tenk en terrorhandling eller krigshandling, som vi er vitne til nå disse dager, la oss si at Putin skulle finne på å slette bomber over Norge. Nå er ikke det realistisk, men si at de skulle skje, og den bomben skulle treffe en fordelingsstasjon, som på Rød Trafo i Skien, en kjempesvær Trafo-stasjon, det ville svartlagt halve sør-Norge. Da får du ikke opp det på en kveld. Jeg aner ikke hvordan beredskapen er for å sikre noe sånt, men det er virkelig samfunnskritisk det.
51	M	Det blir jo selvfølgelig utrolig interessant problemstilling det og, heldigvis litt utenfor mitt scope, men..
52	I	Ja, men jeg bare sporet litt av. Men, nei det er mange utfordringer i systemet. Det er mange ting som skal takles. Det er det. Jeg skjønner at du kan ikke ta for deg alt, kan ikke det.
53	M	[fjernet]. Jeg har jo lyst til å se på alt, men! Jeg vet ikke om du har hørt om det, men de har drevet med en KVVU i noen år, hvor de ser på sårbarhetene i Nødnett, og knyttet mot fremtidens Nødnett. Det er jo veldig mange flinke mennesker som har sittet og jobbet med akkurat dette som jeg jobber med nå. Men det er foreløpig unntatt offentlighet. Så det blir spennende å se hvor mye jeg treffer den spikeren på hodet, når den blir offentliggjort, i forhold til hva jeg finner ut. Det blir spennende å se.
54	M	Hvilke krav tenker du må stilles til den alternative kommunikasjonen for at den skal være gjennomførbar for dere? Først og fremst i forhold til opplæring, og hvor komplisert det er å etablere løsningen når den trengs i dekningsutfall.
55	I	I en gitt situasjon, så er det ikke noe vi bruker til vanlig. Det må være såpass enkelt å bruke, at du lett kan sette det i funksjon. Vi har mange funksjoner i Nødnett som vi knapt nok bruker. Det er en sjelden gang du skal bruke det, og hvordan gjør man det. Da må man ikke og sjekke menyen og guidelines for å finne ut det her. Det bør være veldig lett å komme i gang med en sånn nødløsning. Jeg har ikke en oppskrift på det, men enkelt må det være. Det er jeg overbevist om. Husk at mange av vi som er i bransjen, vi er ikke teknikere. Og det bør ikke være lagt opp for at vi skal være det heller. Det må være enkelt. Nesten så enkelt som å slå av og på en bryter. Kanskje litt flaut som sagt, men bortimot det tror jeg det må være.

56	M	Jeg har pratet med politi, og de sier at de har i bilene sine, så har de en funksjon i Nødnett i dag, at dersom man får dårlig forbindelse på radioen, så kan man flippe en bryter i bilen som forsterker signalet, sånn at man..
57	I	Det er riktig, det har vi også, det er noe som heter, hva er det igjen, det er ikke en knapp, det er noe mer. Vi bruker bilen som en basestasjon, så hvis du skal inn i et bygg der dekningen er dårlig, så kan du bruke bilen som en repeater. Da må den bilen stå rolig. Også, da får du forsterket sambandet for de enhetene som går via en repeater-stasjon. Hvis du spør meg hvordan jeg setter på den, så vet jeg ikke. Det har jeg knapt nok brukt selv. Det er andre som har brukt det før jeg har kommet til innsats. Så jeg må sette meg inn i det, på menyen. Men det burde vært en knapp på systemet, som heter repeater-stasjon, trykk på den så er den i drift. Sånn er det ikke per i dag. Ikke på våre radioer ihvertfall.
58	M	Er det sånn at vognfører har ansvar for å kunne sånt? Eller?
59	I	Ikke noe system på det i ambulansetjenesten i hver fall. Vi har felles lik opplæring. Så alle har lært det. Men vi bruker det så sjelden at når du må via en meny og gjøre diverse grep, stille inn hit og dit, så husker du ikke det. Jeg må være så ærlig å si det. Det må være såpass at det er å trykke på en knapp, som setter i gang den funksjonen.
60	M	Hvis ikke må man ha litt trening på det?
61	I	Ja, det har vi jo på alle andre plan, men ikke det faktisk!
62	M	Hva med krav i forhold til hvor løsningen oppbevares når den ikke er i bruk? Bør den være på stasjonen, eller må den være i bilen, eller? Hva er det beste?
63	I	Hva legger du i at løsningen ikke er i bruk?
64	M	Det er når Nødnett fungerer som det skal. Det kommer selvfølgelig litt an på hvor stor løsningen er, men rent beredskapsmessig, hva tenker du er det beste stedet å oppbevare en sånn løsning?
65	I	Jeg tenker det er i bilen. Plutselig inntreffer en sånn hendelse når du skal bruke den. Da må vi slippe å kjøre inn for å hente noe. Det må være innebygd i systemet som er i bilen hver dag. Eller i det utstyret som kommer. Ja, så det bør ikke være noe som skal ligge noe sted. Det kan være der til enhver tid, tenker jeg. Ja.
66	M	Det er jo kjedelig hvis man er ute, og dekningen faller ned, men sorry jeg kan ikke hjelpe deg, jeg må tilbake og hente den løsningen.
67	I	For å si det sånn. Uten sammenligning forøvrig, hvis du sammenligner med politi og bevapning. Det har vært mye diskusjon frem og tilbake. Politi har våpen

		i bilen. Før måtte de tilbake til stasjon for å hente våpen om de skulle inn i en væpnet situasjon. Det tar lang tid, og kan være ganske skjebnesvangert. Det må ligge tilgjengelig hvis det skal ha noe vettugt for seg. Det er min oppfatning i hvert fall.
68	M	Hva med i form av konfidensialitet og sikkerhet? Dere behandler jo ganske sensitive personopplysninger i jobben deres.
69	I	Det har jeg hatt inntrykk av at har fungert veldig bra. Det vi ble kurset opp i var at meldingene ble kryptert. Og krypteringen ble endret veldig ofte, som gjorde at om noen skulle greie å knekke en sånn kode, så ville det forandre seg i løpet av veldig kort tid. Jeg har ikke noe inntrykk av at det har vært noe problem. Og da skal vi i prinsippet ringe inn, om vi må komme med personopplysninger over lufta, som fødselsnummer og så videre, så skal vi ringe inn. Nå har vi fått egen talegruppe til det. Men jeg tror det er godt ivaretatt, som jeg kan vurdere det nå. Og det må fremdeles være godt ivaretatt i det som kommer. Kan ikke bli noe dårligere.
70	M	Siste kravet, i forhold til hvilken grad det påvirker hver enkelt bruker, hver enkelt nødetat, person, at det switches over til den alternative løsningen. Bør det skje helt sømløst? I et scenario, man er ute og behandler en pasient, og så faller dekningen ut, og noen oppretter denne alternative kommunikasjon. Til hvilken grad bør det påvirke hver enkelt radiobruker at den alternative kommunikasjonsmetoden opprettes? Bør man kreve at det er så sømløst at hver enkelt bruker slipper å forholde seg til det, eller kan det aksepteres at hver enkelt bruker må endre på noen innstillinger eller?
71	I	Hvis vi står i en hendelse, ute på skadested eller behandlende situasjon, så vil det være fryktelig stressende å måtte endre på innstillinger. Det må være så automatisert at det er sømløst. Om du er på en trafikkulykke, hvis det er mer enn to-tre knapper å trykke på, så får du det ikke til. Du er så fokusert på det du egentlig skulle gjort. Skal jeg snakke for meg selv, så tror jeg at jeg ville mistet fokus. Det bør være automatisert i alle ledd. Og så kan det ta tid før du oppdager at systemet er borte også. Hvis alt er stille plutselig og du ikke skjønner hvorfor, så tar det litt tid før du har sjans til å resonnerer deg til hva som har skjedd.
72	M	Bør du i så fall bli varslet om at du ikke har dekning?
73	I	I den grad det er mulig, vil jeg absolutt si det. Noen lyssignaler har vi forsåvidt i dag. Om du ikke har dekning, så lyser det rødt på en lampe. Men det er ikke noe som flasher opp. Det er det ikke. Men det er en god greie. Og som jeg sa i stad, Nødnett har fremdeles sine hvite hull. Når du kommer til et sånt hull, så lyser det rødt. Da har vi ikke kommunikasjon. Det er på det punktet der. Du må

		se etter, det er ingenting som forteller deg det uten videre, ingen alarm som går. Det er det ikke.
74	M	Det er jo noe å tenke på.
75	I	Et lyd- og lyssignal som forteller deg at du er uten dekning. Og så må det være en måte å få det på igjen, om det så er å trykke på en knapp for en nødløsning.
76	M	Nå har vi faktisk jobbet oss gjennom alle spørsmål jeg har forberedt her. Bare litt avsluttende. Hva tenker du om at Nødnett vil bli erstattet av det kommersielle?
77	I	Jeg har ikke tenkt igjennom det, bare så det er sagt. På en måte er det todelt. Det negative som jeg ser det, er at om det skal være i et kommersielt selskap for å kunne ha kommunikasjon med offentlige etater, at det kanskje der burde vært et helt eget system. Det er vel det Nødnett i dag er tuftet på. Men så har det kanskje andre aspekter igjen, med oppfølging og pris, ikke minst. Hvis det er flere som henger seg på, og det blir billigere og sånt. Jeg har ikke noe godt svar. Men bare det er sikret godt nok, sånn at vi vet at det fungerer i de aller aller fleste settinger, så har jeg vel ikke noen store bad feelings for det. Men det er min privatoppfatning, ikke noe annet. Jeg legger til at jeg har ikke tenkt igjennom akkurat det spørsmålet.
78	M	Er det noen andre ting du ønsker å legge til i forhold til min oppgave? Et eller annet du ønsker å si som jeg ikke har spurt direkte om, enten det er ekstremværet i fjor høst, eller Nødnett generelt?
79	I	Akkurat sånn som nå, på stående fot, så tror jeg at jeg har fått frem det viktigste. Det jeg har brent litt for, som jeg også nevnte, det er det at basestasjonene bli utstyrt med en alternativ strømkilde, så det ikke er avhengig av nettspenning i de timene fra batteribackup. Det er viktig å passe på. Men det er det på stående fot. Men det kan godt hende det er ting jeg kommer på etter jeg har snakket med deg, på et eller annet tidspunkt. Jeg skal godt komme med innspill etterhvert.
80	M	Hvis du kommer på noe må du jo bare sende meg en melding! Men det er interessant det du sier om alternativ strømkilde. Det er flere som har nevnt akkurat det. Enten det er vindmølle eller solcelle. Om du ikke får erstattet strømnettet, så får du ihvertfall forlenget levetiden til basestasjonene.
81	I	Det tror jeg er veldig sentralt for å få et system som er bedre enn i dag. Men Marius, kommer jeg på noen flere smarte ting skal jeg si ifra til deg. Og som sagt, det er bare hyggelig hvis du ringer og har mer å spørre om. Jeg skal svare på alt jeg kan, det er bare å komme gjennom om det dukker opp noe underveis!

82	M	Det setter jeg utrolig pris på! Tusen takk for at du ønsket å delta!
83	I	Jo det var bare hyggelig! Jeg synes det var veldig interessant å snakke om dette også. Det som skjedde den dagen da, det var jo når alt brøyt ned, så ble det improvisert løsninger som funket i større eller mindre grad. Men i hvert fall, hele beredskapssystemet var satt på en prøve. Vi løste det jo, på sett og vis. Du kan si at graden av dekning var mangelfull, men vi jobbet på høygir, det må jeg si. Det skal vi virkelig ha.
84	M	Man blir jo satt på prøve, og kommer man i en situasjon der det er snakk om liv eller død, så er det vel et uromoment at du ikke har de samme forutsetningene for å løse oppdraget, som du ellers ville hatt.
85	I	Ja, så det. Neida, vi var nok heldige, i hvert fall i mitt område, at det ikke var flere hendelser enn det som var. Jeg hadde personlig ingen kritiske hendelser, så lenge det pågikk. Men det er tilfeldig. Utrykningen og oppdragene våre kommer i store rykk og napp. Vi opplever det, når det er krise, også med Corona, når det brøyt ut så gikk antallet oppdrag voldsomt ned, over hele Norge. Pussige greier. Du kan lure på hva som skjer, men det er noe som skjer i befolkningen. Terskelen for å kontakte nødsystemer da er lavere. Av en eller annen grunn. Jeg har ikke noen tanker om hvorfor, men det er åpenbart at det er noe som skjer. Men det har normalisert seg nå. Det er mange rare effekter ute og går.
86	M	Nei men tusen takk at du ønsket å stille, det var kjempeinteressant og hyggelig!
87	I	Ikke noe problem, og skulle det være noe mer må du bare ta kontakt!
88	M	Takk for det!



# Appendix I

## Interview: The Air Ambulance Services

This appendix includes the transcript of the interview with a representative from the Norwegian Air Ambulance Service. The informant is now retired, but has close to 40 years experience within the emergency services. The informant sheds light on the importance of a common communication network between the different departments, and the value of Nødnett in contrast to the networks pre-Nødnett.

This appendix is written in Norwegian. The letter "I" indicates that the interviewee is speaking. The letter "M" indicates that the interviewer, Marius, is speaking.

ID	Speaker	Comment
1	M	Da setter jeg på lydopptak
2	I	Da skurrer jeg av mobilen jeg, sånn at den ikke begynner å- Den var av den.
3	M	Så bra. Yes, men da kan jeg ihvertfall starte med å presentere min oppgave. Jeg har jo også beskrevet den i den innkallingen du fikk, men jeg kan gjøre det bare for å friske opp.
4	M	Dagens Nødnett er basert på TETRA, og implementert gjennom en avtale mellom Motorola og Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap. Denne avtalen varer til 2026, og et valg må da tas i forhold til om man skal fortsette med TETRA, eller gå over til en annen løsning. Norske myndigheter har bestemt at fremtidens nødkommunikasjon skal baseres på kommersielle mobilnett, og derfor er det sannsynlig at 5G, med alt sitt potensial, blir arvtageren til TETRA. Det tradisjonelle Nødnettet er bygd robust, og laget med formålet å fungere godt nok i de fleste situasjoner. Min oppgave handler om det vi kaller fremtidens Nødnett, det 5G-baserte Nødnettet. Mobilnettet er ikke like robust som TETRA, og derfor kan fremtidens Nødnett være mer utsatt for dekningsutfall grunnet ekstremvær. Jeg ser på løsninger for å gjenopprette kommunikasjon etter dekningsutfall som følge av ekstremvær, og jeg undersøker derfor hvordan ekstremvær påvirker mobilnettet, hvordan alternativ kommunikasjon kan opprettes, og hvilke tjenester og funksjoner som er viktigst for brukerne.
5	M	Så til å begynne med tenker jeg vi kan begynne med en introduksjon av deg. Hvilken nødetat var du en del av, og hva var din stilling?
6	I	Jeg har, eller i Nødnett-sammenheng, så har jeg jobbet som redningsmann på legehelikopteret til Norsk luftambulansse.
7	M	Hva gikk den stillingen ut på? Hva var de typiske arbeidsoppgavene?
8	I	Redningsmann i Norsk luftambulansse er jo den som har ansvar for samband og kommunikasjon blant annet, siden det er det temaet vi jobber med, og jeg har da to radioer i helikopteret for å kunne kommunisere med AMK og de andre nødetatene og så videre. Det er i forhold til samband. Ellers så er jo jobben som redningsmann- det er jo tredelt. Jeg sitter i venstre sete foran på helikopteret, og er egentlig en annenpilot, for flygeren. Vi kan fly i sky og flyinstrument og så videre. Og så er jeg doktorens assistent når vi er fremme på ulykkesstedet og så er det jeg som får lov til å henge under i stropen når det trengs.
9	M	Hvor lenge jobbet du i Luftambulansen?
10	I	Jeg jobbet i ca 30 år som redningsmann, og før det så rakk jeg syv år som polititjenestemann i [sted].
11	M	Ja, så da har jo du vært med på hele den prosessen å utvikle nødnett og tiden før nødnett da det var egne radiosystemer?
12	I	Ja, altså det var jo en katastrofe for helsevesenet. Telenor la ned mobilnettet for deg og meg, for det var for dårlig for deg og meg, og det kjøpte helsevesenet, og så prøvde man å bygge videre på det, få helsekanaler og så videre, og det var egentlig en katastrofe. Slik at når nødnettet kom, så var jo det julaften, påskeaften, sommerferie på en gang.
13	M	Ja, så det var veldig-, det har kommet til nytte? Du har jo det som heter "nødnetteffekten", som man prater så mye om.
14	I	Ja, nei altså, jeg har jo gleden av å reise rundt i dag, jeg har jo blitt pensjonert



		redningsmann, og jeg reiser rundt i hele Norge og underviser legevaktpersonell, leger og sykepleiere, og helsesekretærer i akuttmedisin. Og der touches vi også innom Nødnett, og bruk av Nødnett og så får de lov til å bruke radioer, så de vender seg til å bruke nettopp radioene. Det hadde jeg ikke kunne anbefalt før Nødnett kom. Det gamle helsekanalsystemet det var altfor tungvint å bruke.
15	M	For det er vel viktig å ha noe som er lett i bruk. Så man slipper -
16	I	Ja det er man helt avhengige av, og det som skjedde før det var at legene tydde til mobiltelefon. Fordi at om du ikke jobbet med helsekanaler og radioer hver dag så klarte du ikke å henge med, for du måtte jo bytte og switche kanaler for hver 500 meter, mens Nødnett, da er du på en kanal, i en talegruppe, og da er du i mål.
17	M	Ja, eh. Hvilken erfaring har du med å rykke ut til hendelser i uvær og ekstremvær? Sånn som et helikopter er vel litt avhengig av værforholdene?
18	I	Ja, det kommer litt an på hvordan man definerer ekstremvær. Men det er klart at et helikopter, vi er sårbare, i forhold til ekstremvær. Vi kan ikke ut å fly i tåke, vi kan godt ut å fly i vind, der tåler vi nokså mye, både regn og vind og snø, det gjør ikke så mye så lenge sikten er okay. Og helikopteret tåler mer vind enn vi som sitter inni -
19	M	Okei!
20	I	Men jeg vet ikke om vi definerer det som ekstremvær. Da prøver vi å holde oss i ro vi.
21	M	Ja, jeg skjønner det. Men det kan jo komme hendelser der man må rykke ut til personer i nød, selv i ekstremvær.
22	I	Det er riktig, men da har vi veldig strenge kriterier på hva vi får lov til å rykke ut på og ikke. Slik at vi opprettholder de kravene, og møter på operasjonsrommet før en utrykning, de gangene vi er i tvil om vær og vind og slike ting, slik at vi da tar en runde, og hvor flygeren da har det avgjørende ordet på om vi skal kunne rykke ut eller ikke.
23	M	Hva er grunnene til at dere ikke kan rykke ut i så fall?
24	I	De aller fleste tilfeller er det rett og slett når det blir tåke.
25	M	Okei, når dere ikke klarer å se?
26	I	Ja, fordi at nå har vi jo utviklet denne tjenesten enormt. Og dette med å kunne fly i skya, og kunne ta oss ut av skyer, vi er ikke avhengige av flyplasser lenger og instrumentflyging, fordi det er laget GPS-innflyginger til en rekke sykehus og så videre. Og sentrale punkter, slik at vi kan fly i skya, og så kan vi gjennomføre en vanlig instrumentinnflyging sånn som flyene gjør til en flyplass, og så kommer vi da til en sånn decision høyde, som er relativt lav, og om vi ikke kan det, så må vi returnere. Men vi kan ihvertfall mye mer ut og prøve oss nå, enn for bare noen år siden.
27	M	Ja, du nevnte også at det var du som hadde ansvar for samband i helikopteret.
28	I	Ja, jeg har ansvar for all kommunikasjon med nødetatene, og andre samarbeidspartnere, mens flygeren har sine egne to radioer.
29	M	Hvilke funksjoner er det du brukte mest, i det daglige, sånn i Nødnett?
30	I	Altså, det er det å ha et samarbeid, at vi er på en platform, at vi er i en talegruppe. Slik at når vi rykker ut, vi skal ut på en alvorlig trafikkulykke, så vil jo både politi, brannvesen, legevakt og vi og de andre ambulansene være i samme talegruppe. Slik at vi kan

		kommunisere på vei til et skadested, og den som kommer først til skadestedet kan da kommunisere ut til oss andre, det vi kaller en vindusmelding, hva som møtte dem. For en ting er hva AMK oppfatter av hva innringer sier, noe annet er når en fra nødnetten kommer frem, og kan da meddele til oss andre, og det er der Nødnett var så genialt, for det fikk jo aldri vi til med helsenettet.
31	M	Nei, ikke sant.
32	I	For oss som sagt, så ble jo det en helt ny hverdag å få dette.
33	M	Ja, en helt annen situasjonsforståelse?
34	I	Jaja, noe helt annet. Men vi har jo, vi har jo sett sårbarheten også, fordi at nettet inn til AMK var det vel som ble gravd over, en fiberkabel, på et tidspunkt, og da var man plutselig litt uten en periode. Og da ble det litt armer og bein.
35	M	Og det var med Nødnett?
36	I	Det var med Nødnett.
37	M	Fungerte da, du har jo noe som heter LST i Nødnett, Local Site Trunking, sånn at basestasjonen kan fungere lokalt, selv om samband til kjernenettet ikke fungerer. Var det noe som ble brukt da?
38	I	Nei, fordi at problemet var at det var AMK som var satt ut av drift. Så vi måtte finne alternative løsninger, og det i forhold til den kunnskapen vi hadde så ble det mobiltelefon. For den korte tiden, det var ikke så lang tid det var, men dette er mange år siden, det er syv-åtte år siden. Jeg husker at da var det mange avisskriverier, mye styr, rundt det at det gikk an å kunne ødelegge Nødnett. Såpass enkelt som å grave over en fiber.
39	M	Ja, og det er jo på en måte såpass enkelt, og det er jo akkurat det min oppgave handler om og. Fordi i et 5G-basert nødnett, som da sannsynligvis blir i fremtiden, så ville du jo ikke hatt den muligheten til å gå over til mobilkommunikasjon dersom man mister Nødnett.
40	I	Riktig, for da tar du begge.
41	M	Ja, ikke sant, for da går jo begge i samme fiber, og samme basestasjon, og alt, så mister du det ene så mister du det andre. Hva tenker du om det? At man ikke har -
42	I	Umiddelbart for meg så er jo det svært betenkelig. Det er ikke noe å lure på i det hele tatt, det er svært betenkelig. Fordi at som sagt, den gangen, så var det jo mobiltelefon som reddet oss, det var at vi da kunne switche over til det, så det ble som sagt veldig mye armer og bein for en periode fram til vi da fikk etablert oss med hva skal vi kalle det, del to da hadde jo vi, på luftambulansen, vi hadde jo den gangen med det gamle helseradio-systemet da hadde vi faktisk basestasjoner som vi da kunne- Fordi den sto på basen alltid, så kunne vi fly den ut og sette den i terrenget ved behov. Nå ble det forsåvidt aldri noe behov for det.
43	M	Var det en TETRA Nødnett-
44	I	Nei det var før Nødnett. Så det er da spørsmålet litt sånn hva har du som alternativ, fordi min umiddelbare reaksjon på det du sier er at det der høres ikke bra ut det er min umiddelbare reaksjon.
45	M	På hvilken måte blir det vanskeligere å utføre oppdraget uten kommunikasjon.
46	I	Nei vi har ikke sjans. Alle våre oppdrag går gjennom kommunikasjon. Altså det som er med

		vi har jo data, da vil man jo måtte bruke det på en helt annen måte. Slik som, jeg jobber litt som vikar på ambulansen nå og har gjort det et par år og det er klart. Vi får i tillegg til Nødnettet også via dataskjerm i ambulansen. Vi får bare alarmen gjennom radioen i første omgang og så går vi ut i bilen og der vil vi ha et oppsett i bilen med kommunikasjon via data. Der kommer oppdraget opp i klartekst og adresse hvor vi skal hva det gjelder. Det er klart det ville være en nødløsning men man må ha en eller annen måte å tilkalle vår oppmerksomhet på og det er denne jeg lurer litt på. Det er ikke noe problem- Da vil det jo Ved bortfall må man jo nesten forlange at noen setter seg ned med datamaskina og sitter der standby, avhengig av hvor lenge dette nødnettet eventuelt vil være borte. Det finnes sikkert noen alternativer og det er man helt nødt til å tenke ut.
47	M	Og det er jo min oppgave ikke sant, jeg synes det er kjempespennende.
48	I	Ja det er klart det er kjempespennende! Det er rett og slett traumatisk. Altså å få et bortfall, og hvis du da som du sier, begge går, både mobil og nødnettet samtidig, og vi risikerer at begge ryker samtidig så har man rett og slett en utfordring. Man har jo noen år og se på hvordan løse denne utfordringen, og det finner man helt sikkert en eller annen løsning på. Hvis ikke så er det en katastrofe.
49	M	Det er vel Nkom som har drevet en konseptvalgutredning for å se på hvordan man kan gjenopprette midlertidig, eller alternativ, kommunikasjon. Den er ferdig nå men den er unntatt offentligheten så den får jeg ikke sett på. Min oppgave er også å se på hvilke løsninger som finnes når man ikke har mobilnettet. TETRA har jo en del innebygde funksjonaliteter allerede som skal dekke disse feilene som egentlig ikke skal være avhengig av mobilnettet. For eksempel så har man backup-strøm på opptil to døgn på basestasjonene. Det er mulighet for å prate direkte mellom terminaler med Direct Mode of Operation, og så har man den LST-funksjonaliteten som jeg nevnte i stad hvor basestasjonen kan fungere lokalt uten tilkobling til kjernenettet. Jeg prøver å finne litt inspirasjon i de styrkene Nødnett har, og 5G har også definert løsninger for disse forskjellige problemstillingene. Og så blir jo spørsmålet om de løsningene faktisk kommer til å brukes.
50	I	Ja, altså, det er jo det som er spennende med det prosjektet du holder på med da. Det er jo som sagt å finne en backup. Vi er 110% avhengig av å ha en backup. Vi blir altfor sårbare hvis man gjør seg avhengig av bare 5G isolert. Og så, du snakker om dette med direkte samband mellom baser og sånn. Jeg vet ikke hvordan teknologien er i forhold til avstander. For da blir man vel avhengig av line-of-sight, og at man har mulighet til, innenfor begrenset område, sånn som det gamle enfrekvente sambandet var. Eller er det mer avanserte løsninger, slik at det blir sånn langt av gårde dekning?
51	M	Det er rett og slett line-of-sight. Det er ikke noe lenger, på en måte, det er 5G- og 4G-signaler, de har veldig begrenset rekkevidde. Og det er jo også en av problemstillingen. Hvis man mister en haug med basestasjoner i et område, så er det ikke nødvendigvis mulig å sende 5G- eller 4G-signaler til nærmeste operative basestasjon.
52	I	Nei, det ser jeg, dette blir akkurat den samme problemstillingen vi hadde med det gamle tofrekvente som helsevesenet, som helsekanalen var. Og at vi da av og til måtte ty til det enfrekvente, altså line-of-sight som riksredningskanalen, som var den gamle samarbeidskanalen, og det hadde jo store, store svakheter. Fordi rekkevidden ble så veldig kort.
53	M	Ja, og du sier det jo selv, at det er katastrofe hvis dere ikke har noen måte å kommunisere på.
54	I	Ja, det er umiddelbart det. For jeg regner med at i prosjektet ditt, så skal du snakke med en eller flere AMK-operatører, det bør du inntilgjøre, for det er de som er kjernen i dette,

		og-
55	M	Ja altså i kontrollrommet til AMK?
56	I	Ja, altså akuttmedisinsk kommunikasjonsentralen i dag, sånn som for vårt vedkommende så er den i [sted]. Det vil si at knocker du ut det senteret, så er vi rimelig lost. AMKene, det er det samme politiets operasjonssentral, og brannvesenet, ikke sant, 110, 112, og 113-sentralene. Det er de jeg snakker om. De vil ha veldig klare meninger rundt disse tingene som du opererer med. Fordi at, den gamle kunnskapen om line-of-sight, så vil ikke AMK nå til [sted]. Vi begynner å snakke mange, mange mil. Og det er det som er hjertet. Også forgrener det seg ut fra det hjertet. I intervjuoppsettet ditt må du passe på å få med deg politiets operasjonssentral, eller brann, eller AMK. I forhold til dette. Der er det mye ekspertise rundt dette også. De sitter og jobber mye mer med dette her hver eneste dag. Og ser hvor sårbare man blir når man da får utfordringer.
57	M	Er det noen form for løsning i bunn. Hvis man står på bar bakke uten kommunikasjon. Er det noen felles plan for hva man gjør da?
58	I	Det kjenner jeg faktisk rett og slett ikke til. Hvordan det er nå. Men det formoder jeg jo virkelig. La oss si det sånn, hvis jeg hadde sittet og hatt ansvaret for en AMK-sentral, så er det jo plan B og C som hadde vært mine viktigste arbeidsoppgaver nesten. A-planen den funker. Så det formoder jeg, uten å ha noe kunnskap om. Det er derfor jeg synes du bør absolutt ta kontakt med en sånn sentral.
59	M	Ja, hvis jeg ikke skal snakke med dem allerede, så skal jeg ta å prøve å få kontaktinformasjon der også.
60	I	Ja det må du gjøre. Jeg har jo noen kontakter hvis du ønsker det. Da må du bare si ifra.
61	M	Ja, takk, da skal jeg bare rope ut! Det er helt konge det.
62	I	Ja, det må du bare gjøre.
63	M	Hvilke utfordringer kunne, eller, har du noen gang opplevd eller hørt om at mangel på kommunikasjon, enten nødnett eller mobilnett, har fått alvorlige konsekvenser?
64	I	Ikke sånn umiddelbart. Nå vet vi jo egentlig ikke fasiten forrige gang da sentralen var borte, da fiberkabelen ble gravd over, om vi gikk glipp av noe vi normalt ville ha kunnet eller skulle ha rykket ut på. Det har jeg ikke noe kunnskap om. For oss, så betyr jo et umiddelbart bortfall, la meg si i forbindelse med et oppdrag, så vil jo vi da måtte ty til B-planene våre, og for oss i helikopteret, på lik linje som i bil, så har jo vi også data, som gjør at vi har jo fått en GPS-posisjon, og får jo de ved utkall, slik at da, om vi skulle miste alt samband, så ville jo vi under et oppdrag kunnet ta oss frem til det stedet vi allerede har fått beskjed om. Men vi vil jo da være uten kommunikasjon med andre enheter, uten kommunikasjon med AMK. AMK har jo blant annet en viktig funksjon, og det er flight following. Det vil si at de har ansvar for å følge oss. Slik at hvis vi ute på et oppdrag skal være fremme klokken 10, og hvis vi ikke er framme og har gitt lyd fra oss innen 10-15, nei, enten så er det 15 eller 30 minutter, så skal de ta kontakt med oss. Om de ikke får kontakt med oss, så skal luftfartsmyndighetene inn i bildet. Så det er klart, vi er veldig sårbare for alt som har med kommunikasjon å gjøre. Og hva vi har som alternativ, det er jo flyradioene, som er et eget oppsett. Slik at en flyger ved bortfall av min kommunikasjon, som er med de andre nødetatene, så vil jo flygeren kunne kommunisere med flytårnet, og kunne meddele at ja, okei, vi lander der og der, kan du ringe dit og dit, eller gjøre sånn eller sånn, eller hvis du

		får spørsmål, så har vi det bra. For AMK sin jobb det er at hvis de ikke får kontakt, så er det nettopp flymyndighetene de skal ta kontakt med.
65	M	Ja, fordi de kanskje har mulighet til å ta kontakt med dere på annet vis?
66	I	Ja, de er ikke avhengige av nødnettet, de har sitt eget flyradiansystem. Så vi er godt gardert akkurat på det området. Det som er sånn krisemessig for vår del og for vår sikkerhet, er det det. Men ambulansen for eksempel, da må de kommunisere via data der også, i forhold til dette. Så det finnes jo, hva skal jeg si, vi har en form for backup i dag, men du er veldig avhengig av det å kommunisere litt direkte, for hvis jeg ikke da er i nærheten av bilen, så har jeg plutselig ikke den datakommunikasjonen. Bortfallet vil være kritisk uansett.
67	M	Når man tenker også, nå ser jo jeg på ekstremvær, så er kanskje også sannsynligheten for at liv og helse blir satt i fare også høyere.
68	I	Ja selvfølgelig, det er bare å ikke på Gjerdrum det, hvor vi har det skredet, og det bortfallet, du kan jo tenke deg hvordan den aksjonen der ville vært uten kommunikasjon. Den hadde ikke latt seg gjennomføre på den måten. Der hadde det garantert gått tap av flere liv. Der hadde ikke innsatspersonell jobbet på den måten de jobbet. Så vi er helt avhengige av kommunisere.
69	M	Der hadde man et eksempel på det du nevnte i stad, hvor man kan gi informasjon til alle med en gang. I gruppesamtalene. Der hadde man en brannbil som kom frem til en vei som var tatt ut. Første som kom dit, og da fikk han jo sagt til alle de andre at dere må ta en annen vei. Og da valgte de en annen vei med en gang, så slapp alle å kjøre bomvei først.
70	I	Riktig. Og da kommunikasjon mellom helikopter og bakke, for eksempel. I forhold til at man drev med underlegne operasjoner i mørket med Sea King og så videre. Man er 100% avhengig av å kunne kommunisere med omgivelsene. Hvis vi begynner å snakke ekstremvær, da øker jo faren for behovet for nødnet, og et bortfall i en sånn setting, det vil jo da være ikke bra. For å si det forsiktig.
71	M	Man skjønner det jo, men det er godt å høre det fra nødnetene selv og.
72	I	Ja, så det er, jeg prøver å, mens vi prater, tenke meg inn i situasjonen på at OK, der forsvant alt sambandet mitt, under en gitt setting. Nei, det ville ikke smake bra. I det hele tatt. Og det vil selvfølgelig influere på innsatsen. For vi blir nødt til å måtte tenke helt annerledes, og gjøre en del ting annerledes, fremfor å være effektive. Totalt bortfall å ikke kunne utføre oppdraget, ja det kunne jo skjedd hvis vi ender opp i en situasjon hvor AMK ikke får varslet oss. Jeg har ikke noen datamaskin i oppholdsrommet, eller noe som sier pling eller plang, hvis ikke radioen sier pling eller plang. Der må man ha en form for backup for å kunne varsle mannskaper. Så kan man som alternativ støtte seg til data. Men på en eller annen måte, så må du få tak i disse folkene, som skal ut og hoppe. At vi da ikke skal kunne kommunisere? Nja, vi kommuniserte jo ikke for 15 år siden. For det helsenettssystemet, det funket så dårlig, at det ga dem mer eller mindre opp å få til. For å si det sånn, jeg brukte 15 av mine år i Luftambulansen på å prøve å få politi til å komme på enfrekvent redningskanal. Jeg lyktes aldri. Det var bare - . altså, det var av og til da, at de kommuniserte der. Men det var unntakene. Så da nødnett kom, så var jo det halleluja-stemming med en gang, for da var vi plutselig der. Det var helt natt og dag. Fra da nødnett kom, og sånn vil det bli ved bortfall av nødnett i dag. Det vil komme, akkurat nå, veldig overrullende, for man er så vant med, der er radioen min, der prater det, der piper

		det når AMK vil ha oss ut, da snakker jeg med AMK, med ambulanse, med politiet. Bortfall av dette vil jo umiddelbart skape en svært uggen stemning.
73	M	For vanene dine blir jo å være avhengig av det. Så du blir mer avhengig av at det forsvinner. Vi kommer tilbake til det mer etterpå også, på fremtidige tjenester. Men bare snakk.
74	I	Det behøver ikke gå lenger, tenk på deg og meg, og mobiltelefonen ble skrudd av, og det neste døgnet skal du klare deg uten mobiltelefon, eller de neste fem timene. Altså, vi er jo på et nivå hvor en sånn type kommunikasjon for oss i dag, det vil jo være mange personer som får et nevrotisk sammenbrudd hvis mobiltelefonen skulle dette bort. Og sånn vil det nesten bli i nødetatene. Ikke nødvendigvis det nevrotiske aspektet, men det er klart det vil skape en stress-stemning, et uromoment i hverdagen, som er nesten ubeskrivelig.
75	M	Ja, du får ikke trygghet lenger?
76	I	Nei ikke sant. Alle de som jobber i nødetatene, vi er jo skrudd sammen sånn at vi skal ut og hjelpe folk. Og hvis du nå plutselig blir fratatt den muligheten, eller du føler på at her burde man vært i sving på en eller annen måte, men at kommunikasjonen gjør at man ikke får til det. Det er klart at det blir en mega stressfaktor i et system som i dag fungerer veldig bra.
77	M	Siste spørsmål angående uvær direkte. Har du noen gang opplevd at nødnett har falt bort grunnet uvær?
78	I	Nei, det har jeg ikke vært med på.
79	M	Du har det fiberbruddet?
80	I	Det fiberbruddet var en kabel som ble grav over nede i [by], som direkte influerte AMK og mulighet for utkall og sånn. Så da fikk vi se hvordan det bortfallet var. En tanke hektisk.
81	M	For der har du faktisk en hendelse i fjor. Det uværet som herjet sørover, i Bagndalen og Gudrbrandsdalen og Valdres, der var det et sånt voldsomt uvær i november. Det slo jo ut 80 nødnett-basestasjoner på grunn av strømbrydd i godt over et døgn. Og mobilnettet var jo nede, så her måtte de kjøre patruljer med ambulanse for å lete etter folk som kanskje var i fare. Der har du et eksempel på hvordan man må arbeide når man ikke har mulighet til å prate med hverandre. Samme med folk som også er ute i faresituasjoner, og ikke har mulighet til å ringe fordi mobilnettet har falt ut også.
82	I	Vi gjør oss veldig sårbare med dagens teknologi. Så den jobben du skal gjøre, med å tenke i de baner og hjelpe til i forhold til sikkerheten som alternativ 2 og 3, altså plan B og C, det er jo kjempeviktig. Da jeg jobbet i politiet i [sted], så sperret vi sambandet på grunn av en bagatell. Vi hadde en mikrofon som vi måtte trykke på for å prate, en avlang kulepenn, bare litt tjukkere. Også hadde jeg en trykknapp. Da jeg skulle sette den tilbake i hylsteret sitt, så hadde jeg vridd den slik at jeg trykket inn taleknappen. Vi sperret politisambandet i [sted] i 2,5 timer. Vi nøklet konstant. Alt vi to snakket om hørte alle de andre. Mens de fikk ikke snakket med noen andre.
83	M	Fryktelig irriterende.

84	I	<p>Dette var en søndag formiddag, [fjernet], men det som var, var at da måtte vakt sjefen vår få tak i patruljene. Dette var før mobiltelefonen sin tid. Da brukte de at man måtte innom disse rød telefonkioskene som var den gang. For å kunne ringe inn hvis man var ute på oppdrag. Man måtte holde seg inne, for å kunne rykke ut fra stasjonen, fordi man fikk ikke kommunisert ut til bilene. Så da fikk vi virkelig se hva det var for noe. Og jeg kan love deg at vi fikk høre det da vi kom inn til lunsj.</p>
85	M	<p>Der har du også en av utfordringene med Nødnett i dag, som er såpass, det er et ganske simpelt system i forhold til de kommersielle mobilnettene, og det er mange som mener at, selv om dere selvfølgelig mente at det var halleluja da det kom, men det var kritikere som allerede mente at det var utdatert da det kom også.</p>
86	I	<p>Det husker jeg. Jeg husker debatten, og jeg husker ikke minst milliardene. Som ble brukt for å få dette opp og gå. Det er litt typisk da at man dessverre er på etterskudd. Men det, akkurat den delen av det, sjokkerte meg ikke, for jeg hadde da hatt helsenett, og helsekanaler, og det var som sagt telenor sitt gamle mobilnett, som da helsevesenet kjøpte, når telenor syntes det ble for dårlig for deg og meg. Ikke sant, da skjønner du. Og hvilket nivå man lå. Og så måtte man bygge ut. Det hadde vært moro å se det regnestykket. For de måtte sette opp nye basestasjoner annenhver dag i hele landet, for det ble for lang avstand mellom stasjoner, for å i det hele tatt klare å kommunisere på helsenettet. Så det er synd at dette er kostbart, men dette er jo samfunnsikkerhet man snakker om. Og jeg klarer ikke å skjønne noe som egentlig skal henge så mye høyere enn det. Sånn at, hvis vi skal være akterut her, det blir helt feil. Det er nød- og nødete, så denne kommunikasjonen, det skal jo være state of the art. Vi skal ligge foran alle andre vi, ikke komme halsende etter.</p>
87	M	<p>Hvilke tjenester er det du kan se for deg at kan komme?</p>
88	I	<p>Hvordan da tenker du?</p>
89	M	<p>Nå er man jo ganske begrenset til korte datameldinger, SMSer over nødnett, og PTT tale, og alarmering og posisjon selvfølgelig, men det er fremdeles et veldig lavt tjenestespekter, i forhold til hva som er mulig med dagens teknologi. Det er selvfølgelig det 5G vil åpne for, fra og med 2026 sannsynligvis. For eksempel videostreaming og sånn. Er det noen andre tjenester du ser for deg kommer til å være aktuelle om 10 år?</p>
90	I	<p>Vet du hva, det har jeg ikke tenkt så veldig mye over, jeg har vært pensjonist i 5 år. Jeg har ikke vært så oppi det på 5 år. Men vi ser jo muligheten av å bruke teknologi, og vi er veldig interessert i å bruke teknologi. Et eksempel er jo da, hvis man er ute på nettopp sånn som Gjerdrum, hvis man er ute, tenk deg da å kunne videostreame det over til AMK, over til akuttmottak, live. Bør ikke være så stor ting en gang. En trafikkulykke. At vi kan få lov til å filme trafikkulykken med en eller annen dippedutt vi har lett tilgjengelig. Sånn som vi ser i USA, de har jo kamera på brystet, på godt og vondt. Det er klart at å utnytte god teknologi, det vil vi være veldig interessert i. Fordi, fokuset vårt er hele tiden pasientens ve og vel. Muligheten til å, vi er veldig avhengig av kommunikasjon, for noen skal ta imot pasienten for eksempel. Jo mer de vet på forhånd, jo mer kan de forberede seg. Da står de enda mer klar når vi kommer inn døra. De har på en måte sett mye av det vi har sett. I dag er det vi som er øynene, så når vi kommer inn må vi bruke noen minutter på å kommunisere hva vi har vært med på, slik at de som står inne skal kunne danne seg samme bilde, i hodet sitt, i forhold til alvoret og hvilke potensielle farer man må følge med på en pasient, som for</p>

		<p>eksempel kanskje ikke ser så skadet ut der og da, men på grunn av mekanismene som har vært involvert, og kreftene, energien, så vil de da måtte tenke litt videre, enn bare det kuttet som man ser på armen. Jo tidligere man får kommunisert det, jo bedre er det for de som skal ta imot. Vi har fortsatt den "golden hour". Det har jeg hørt om i hele mitt liv. I nødetatene, det er den første timen, det er der vi redder de livene som er kritisk satt ut. Og da, jo mer vi klarer å kommunisere, oss i mellom, jo bedre. Ja, bruke moderne teknologi, det vil vi ønske velkommen. Vi ser etter det hele tiden. Vi begynte i min tid forsiktig, vi hadde begynt å ta en del bilder, så da vi kom inn i akuttmottak fikk vi koblet oss opp på storskjerm med en gang. Og vi kunne vise bilder fra skadested. Det er klart det at når disse bildene blir levende i form av video, og liveoverført, streamet, det er klart det vil være en stor forbedring for mottaksdelen på et sykehus for eksempel.</p>
91	M	<p>Og da har du også mulighet, si det er politi som rykker ut først, til et skadested, og de ikke har ferdighetene til å vite hvordan de skal ta tak i skadene, så kan folk som er på vei i en ambulanse, eller luftambulanse, se på video hva det er som venter dem.</p>
92	I	<p>Det er riktig, og de kan til og med gi gode råd. Sånn fungerer til en viss grad, det er ikke TV-overført, men vi ser det i dag, at hvis du ringer til AMK fordi du har kommet over en hjertestans, så vil de i AMK drive veiledning for deg. Og det er klart det at hvis vi i nødetatene har kort tilgang til mulighet for å overføre streaming, så vil jo vi som sitter for eksempel i helikopter, legen sitter bak, han er ikke direkte influert i det flyoperative, og det er kanskje 25 minutter til vi kommer frem. Da kan han i fred og ro sitte med en laptop eller tilsvarende, og bli livestreamet fra stedet, og kunne si til politimannen eller brannmannen eller hjelpe ambulansen for den del, med OK, nå skal vi tenke litt sånn, nå skal du gjøre litt sånn. Og så må du se etter det. Så får man et samspill også, som knytter oss nødetater sammen. Nå er jeg veldig optimist, men jeg ser for meg at nettopp kommunikasjon her, vil kunne knytte oss nødetater enda mer sammen. Vi blir nødt til å stole på hverandre. Jeg er, jeg skjønner at vi har taushetsplikt. I forhold til en pasient. Men jeg har vært borti såpass mange rare episoder hvor jeg er litt i tvil om det er pasientens beste vi egentlig tar vare på med taushetsplikten. Og det er klart det, at det å komme tettere på hverandre, og kjenne hverandre bedre, jo lettere vil det være å kommunisere litt mer åpent om sånne ting. Jeg skjønner at helsevesen skal ta vare på, hva skal jeg si, en pasient, overfor politiet. Jeg har ikke trøbbel med å skjønne det. Allikevel, vi har så tette bånd, at politiet har også taushetsplikt. Men det skal ikke bli sånn at noen vegrer seg for å komme til helsevesenet, for at da kommer politiet også. Den delen ser jeg. Men i den utrykkende delen av dette, så synes jeg at nettopp sånn kommunikasjon vil jeg ønske velkommen.</p>
93	M	<p>Ja. Og, i kommunikasjon da, hva legger du i kommunikasjon? På hvilken måte?</p>
94	I	<p>Det er der jeg tenker videreutvikling. I dag kommuniserer vi på Nødnett, som da altså fra det helsevesenet til Nødnett ble halleluja. Da er kanskje neste skritt dette med livestreaming for eksempel. En annen type kommunikasjon som vil knytte pasient og behandler tettere på helsepersonellet som kanskje ikke har kommet frem enda. Akkurat i dag, så er det- . Brann er vel mer aktuelt. Politiet har en tendens til å komme litt senere. Og i bykjerner og litt sånn, så er det 50/50, men du skal ikke så langt utenfor bykjernen i dag, før det er lange avstander for politi og så videre. Mens brannvesen er det i hver kommune. Og det er derfor helsevesenet har gått inn for "first responder", med brannvesenet. Nå blir brannvesen rundt om kring i Norge, lært opp i ABC i førstehjelp, og de har med en defibrillator i forbindelse med hjertestans. Fordi det er brannvesen på hver en tue i Norge,</p>



		så vil det ofte være brannvesen som kommer først til et skadested. Å da kunne kommunisere med helse vil de sette pris på, for de storkoser seg sikkert ikke, når det begynner å brenne rundt ørene deres, når det gjelder alvorlighet for pasienters skade.
95	M	I dag gjelder dette gjennom tale?
96	I	I dag er det kun tale.
97	M	Men i fremtiden vil man kunne få god situasjonsforståelse uten å åpne munnen, og så kan man heller reservere talen til andre former for kommunikasjon, planlegging, koordinering osv. Da sparer man veldig mye tid i nødnettet, ved at man slipper å fortelle alt man ser.
98	I	Det gjør du også! Vi brukte jo lang tid da Nødnett kom, og de neste årene, brukte vi lang tid, for å få brannvesenet til å skjønne at nå er det ikke deres lokale samband lenger. For der var det spørsmål om hva gjorde du i går, er middagen klar når man har vært på utrykning, og så videre. De snakket jo sammen som vi gjør nå, og babler og prater. Man brukte jo litt tid på å få de til å, hva skal jeg si, komme inn i nødnettenes rekke i forhold til bruk av samband. Fraseologi og det meste. Bare det å kunne si over, for å skjønne at du er over med det du skal meddele. Men så hadde de altfor mye å meddele. Det er klart at når vi kommer i helsevesenet, så er vi avhengig av korte enkle beskjeder. Men nå han har PTT-knappen inne, og babler og prater, så kommer ikke vi andre til. Man brukte litt tid på å få strukturer de. For de var vant til å prate, og bruke sambandet sitt på en helt annen måte. Det tok ikke så lang tid, men det er jo alltid unntak på hvem som catcher fort og ikke. Men det ble en ny verden.
99	M	De hadde ikke skjønt at man hadde 1-til-1 samtaler som man kunne bruke utenom?
100	I	Det er akkurat det jeg sier når jeg er på legevaktkurs, at i forbindelse med bruk av radio, som de da gjør relativt sjelden, og kanskje spesielt sykepleier, men til en viss grad også leger, så forskjellen at okei, det er lov å tenke før du trykker inn knappen for å si noe. Men vi som er vant til å bruke dette hver dag, vi trykker og prater og lytter. Men de tenker at nå skal de si noe, så de trykker inn knappen. Men man trykker inn knappen, og vet ikke helt hva man skal si. "Eeeeeehh". Men forskjellen er at nå er det 23 andre som hører på "eeeeeehh". Så ikke trykk, før du vet hva du skal si. Men som sagt, det er, jeg synes det er en styrke uansett, at vi har et nødnett. De har gjort oss avhengig, føler jeg nå.
101	M	Ja, hvilke tjenester direkte har dere gjort dere avhengige av? Vi kan skille mellom i dag og i fremtiden. Men i dag, hvilke tjenester er de absolutt mest kritiske? En tjeneste er PTT, en annen er data, en annen er alarm. For eksempel.
102	I	Det som er den soleklare 100% faktoren der, det er utkall, altså alarm.
103	M	Alarm ja?
104	I	Altså, ikke, vi har jo et system som gjør at vi har vår egen sikkerhet. Ikke sant. Så vi har den nødknappen vår. Det er ikke den jeg tenker på. Jeg tenker på utkallet. At AMK får tak i meg. Det er 110% det som er det mest kritiske i dette. Sånn at, som jeg sa, har vi først fått oppdraget, så vil vi faktisk kunne gjennomføre oppdraget uten kommunikasjon. Satt på spissen. Vi ønsker det ikke, men det klarer vi å få til. Men hvis vi ikke får informasjon om oppdraget, da sliter vi.

105	M	Men når du sier alarm, mener du nødnettfunksjonen som heter alarm, eller tenker du på-
106	I	Nei, jeg tenker på oppkall via PTT.
107	M	Okei, så da er det tale?
108	I	Ja, da er det ren tale. Det er klart det at alarmfunksjonen, det er også, det ble et stort fremskritt for oss, enormt bra. I det gamle helsenettet, der hadde vi også det, men det funket ikke. For der var det altfor mye, for mange basestasjoner involvert, for å få det til å funke. Så alarmknappen i dag, med det samfunnet vi lever i, som blir stadig mer voldelig, og trusselsituasjoner dukker opp til stadig. Vi bruker mye energi på disse kursene, forteller om egensikkerhet og så videre, og hvor glad vi er i denne oransje knappen oppå som vi kan holde ned i 2 sekunder. Og så står den radioen åpen. At man da kan høre alt som blir sagt. Og som jeg sier, innlede en dialog med gjerningsmann, men la det være en dialog, men at den inneholder hvorfor peker du på meg med en kniv? Skal vi ikke gå ut fra badet og sette oss i stua istedenfor. Det er slik at man kan kommunisere med omverden, hvilken situasjon jeg er oppi. Der er vi også sårbare hvis man skulle komme i en sånn situasjon, og du da får et bortfall, så er det min sikkerhet som blir testet, for å si det sånn. Så alarmdelen er også viktig, men det er helt uten unntak oppkall og PTT, varsling om at nå har det skjedd noe. Det er det bortfallet som vil være 100% kritisk.
109	M	5G vil som nevnt flere ganger medføre veldig, et enormt potensial, i forhold til nye løsninger. Og tjenester. Og med all den teknologiske utviklingen, hvilke forventninger har du til fremtidens nødnett, selv om du ikke har jobbet på noen år?
110	I	Jeg jobber litt i ambulanse i dag også, selv om ikke jeg er veldig med. Men da jeg jobbet med redningsmann, så var jeg veldig opptatt av dette med kommunikasjon. Med samband. Som å få politi inn på sambandet som vi hadde i det gamle helsenettet og så videre. Og så kom utviklingen med Nødnett. Det er en rivende utvikling hver eneste dag, så her er det sikkert masse ting som jeg ikke har fantasi nok til engang, til å tenke på hva man kan få til. Men det jeg vet, det er at jeg føler at helsevesenet er veldig mottakelig for, hva skal jeg si, moderne hendelser, eller moderne utvikling, om muligheter og potensial. Vi ser nå eksempler, hvor man kan sitte og operere med robot, og kirurgen sitter et annet sted i verden, ikke sant. Å gjennomføre den operasjonen. Man ligger rett og slett på et operasjonsbord, og det sitter noen i England og gjennomfører operasjon via en robot. Hvor teknologien stopper, jeg har ikke fantasi nok en gang til å tenke hvor det skal ende. Men det jeg vet, er at helsevesenet er veldig mottakelig for sånne type endringer, som er positive for tjenesten. Det er jeg helt overbevist om. Så om 5G kan by på noe, så tror jeg det vil bli tatt i mot med åpne armer i nødnetten generelt.
111	M	Ja, for du har jo for eksempel droner, andre sensorer, videokamera, så man får en helt annen mulighet til å få veldig mange, la oss kalle det duppeditter på nett, til enhver tid. Og mye mer høyere overføringshastighet.
112	I	Det som er da, du sa ordet jeg bruker om dette, men kanskje ofte litt i negativ retning, at det kan bli for mye duppeditter og, så vi må passe på at vi ikke glemmer pasienten. Vi hadde en periode med veldig mye fancy utstyr eller en del fancy teknikker som vi skulle bruke på pasienter, men så glemte vi litt basisen. Det er ulempen med litt for mye dippedutter, i den settingen. Men jeg har vært på, jeg var jo med på søk, hvor politiet hadde selvfølgelig ikke drone, men pressen hadde det. Da kom [avis], og vi hadde et søk borte i

		<p>[sted], og da fikk politiet låne dronen til [avis], og så sto vi og søkte, for dette var ved sjø, så vi søkte langs land inn og ut av kroker, som ti mann ville brukt timer på, det gjennomførte dronen på et kvarter, ikke sant. Den var inne i alle kriker og kroker i bukter i det aktuelle området, for det var kombinasjon vann og is, men noe is var blitt borte, og det var ropt om hjelp, som noen hadde oppfattet. Det viste seg at det var noen som hadde en fest litt lenger ut, på en holme, og man hadde sett noen folk der som plutselig var borte. Men det var fordi de var på land. Men der brukte politiet dronen, spurte pent avisen om å få låne dronen deres, og da var personen fra avisen pilot, og så sa politiet, vi ønsker dit, vi ønsker dit, og vi ønsker dit. Det er klart sånt er bra. Jeg ser jo for meg, bare sånn i forhold til teknologi. Det er ikke lenge før det blir en hjertestarter via droner, istedenfor via brannvesen first responder. Og kommer den dronen. Vi ser sånn som i Oslo, så bruker man motorsykel på sommeren i finværet, blant folk. Det er enda lettere å komme frem med en drone, som er sterkt nok til å løfte en 3-6 kg hjertestarter, og løfte den opp til et sted hvor AMK kommuniserer med vedkommende, og driver instruksjon, om hvordan man skal drive hjerte-lunge-redning, og så kommer det en drone med hjertestarter. Vi vet at det er gode kompresjoner og defibrillator som redder liv i den settingen, og i dag så er statistikken veldig dårlig. Det er bare 17-18% som overlever hjertestans i dag, generelt. Men da vil man få den opp. For eksempel i Vegas, som har best overlevelsesrate, fordi i casinoene i Vegas, der har de 50% overlevelse, fordi hver cm i et casino er overvåket med kamera og skjerm. Det sitter folk i store rom og overvåker hver eneste millimeter. Når noen detter om i et casino, så har du et team der med hjertestarter. De har 50% overlevelse, mens vi i Norge har 17%.</p>
113	M	Da vil det jo hjelpe med teknologiske nyvinninger ja. For eksempel droner kan jo bli en del av nødnett.
114	I	Selvfølgelig vil sånne ting hjelpe til.
115	M	Hvordan ser du da for deg at man vil være enda mer sårbar om man mister Nødnett om 10-15 år?
116	I	Det kan du si. For meg nå, så blir dette, jeg er såpass gammeldags jeg da, at jeg ser på det som kommer som tilleggsfunksjoner. Fordi at uansett hvor mye du løfter på med ting, så må alltid basisen være der i bønn. Basisen for meg, det er at du som AMK-operatør, kan få tak i meg. Og A, B eller C, på en eller annen måte, det er fortsatt basisen i bønn.
117	M	At dere kan prate sammen i det hele tatt?
118	I	At vi kan prate sammen, få oppdragene våre. Alternativt, selvfølgelig, gjennom annen kommunikasjon enn å prate. Det er mulig. At alarmer går, så kommer videoskjerm, der vet ikke jeg hva man kan finne på av forskjellige ting. Men man må passe på, at ikke det blir overveldende. At det blir så mye av dippedutter at man til slutt glemmer pasienten, for eksempel. Vi skal nok utnytte teknologi ja, men du må nok finne begrensninger også. Og så, og, i verste fall, så gjør man seg enda mer sårbar, men hva skal jeg si. Fremskritt er alltid bra, og så er det at fremskrittet må ikke gå på bekostning av basisen i bønn. Den må alltid ligge der. Så kan du bygge videre, ja for all del, det må vi, men basisen må være der. Vi må kunne gjennomføre oppdraget vårt.
119	M	Så du ser ikke for deg at video kommer til å være et minimumskrav? Jeg må jo se på hvilke krav som stilles av dere som nødetater, til disse løsningene som jeg skal utforske. Fordi,

		det er jo et hav av muligheter, men disse mulighetene må jo for det første være gjennomførbare, enkle å bruke, raske å få opp på nett, men så må de også innfri deres minimumskrav. Og da er spørsmålet, hvor mye dataoverføring kreves i nødløsningen? Vil det være kun tale som er ytterst nødvendig i disse situasjonene hvor man trenger alternativ kommunikasjon? Eller vil man være avhengig av andre ting, siden man har vent seg til en annen type oppdragsløsning. Man har blitt så avhengig av video at man ikke vet hva man skal gjøre når den forsvinner.
120	I	Det er sånn jeg tenker. Det er derfor jeg sier det. Det må gjerne komme ny teknologi, gjerne i bøtter og spann for min del, bare det ikke går utover pasienten. Du skal aldri gå vekk fra at basicen er at du og jeg kan prate sammen.
121	M	Så, rett og slett -
122	I	Det mener jeg i dag ihvertfall. Basicen for oss er at vi kan bli alarmert, få et oppdrag, og så er vi plutselig i gang. Hva som da kommer av tilleggsfunksjoner, det er nice. Det blir litt sånn som vi må gå gjennom "nice to have". Sånn som helikopteret. Vi klarer ikke å ha med oss, det er jo enkelte doktorer spesielt, om de skulle fått viljen sin, så måtte vi hatt en svær Sea King i hverdagen, for å få med alt de ville ha med seg. Men vi måtte skrumpe det inn til et lite helikopter, for vi skal kunne lande nærmere og så videre, og da blir det sånn, en del ting. Der har du skal-krav, bør-krav, og nice to have. Jeg ser for meg litt sånn bygging av det du skal lage, det blir et sånt skal-krav i bønn. Det kan være det enkleste, mest basic, slik at du også kan finne alternativer også. La oss si at fiberen ryker, men jeg kan opp i det tårnet, så kan vi prate på en eller annen måte. Så kan man bygge på det skal-kravet med bør, og nice to have og så videre. Jeg ser at man gjør seg avhengige av ting, men aldri aldri fjerner basicen i bønn. Du skal ha tak i meg, du sitter i en sentral. Noen roper etter hjelp, og du skal meddele det ut til x antall enheter. Den må aldri vekk.
123	M	Og det er viktigere da å ha mulighet til å bli alarmert, og ha kontakt med AMK, enn andre operatører i området? Hvem er viktigst å prate med, mener du?
124	I	For oss vil det være AMK. For AMK kan kommunisere med de andre sentralene. Hvor man ikke er avhengige av nødnett. Der vil vi kunne få, selv om det ikke er det optimale. I dag er det trippelvarsling og sånne ting, men på Nødnett så har du BAPS, vi samarbeider med politi og brann i kommunikasjon. Men hvis de faller bort, så vil vi likevel klare oss dersom vi har basicen i bønn. Nemlig at du og jeg, du sitter på sentral, jeg er utrykkende enhet, at vi to kan kommunisere, uansett hva annet som ramler ned rundt oss. Det, helt uavhengig av at det finnes utall av muligheter, det skal-kravet, det må ligge i bønn. Og det er der du må finne en god løsning, ved at en fiber blir revet over, strømbortfall. At du allikevel kan klare å finne en måte å kommunisere med meg på. Og så kommer alt det andre, som i mine øyne i dag, litt nice to have, men som kommer til å være med på utviklingen, selvfølgelig, og som kommer til å bli ønsket velkommen, og som vil gjøre tjenesten vår enda bedre. Men aldri aldri glemme basicen i bønn - at du og jeg kan kommunisere. Og den enkleste måten å kommunisere, er antageligvis tale. Men det er ikke sikkert.
125	M	Nei, og det er derfor jeg også prater med dere. For er det tale som er den enkleste måten?
126	I	Nei det er ikke sikkert. Det er ikke sikkert.
127	M	Det vet man kanskje ikke heller?

128	I	Vi er jo noen råskinn, altså, selv en voksen mann som meg, jeg sender SMSer rimelig fort jeg altså. Jeg er nokså kjapp på tomlene, fordi jeg sitter med denne mobiltelefonen altfor mye. Det jeg er ute etter da, ikke nødvendigvis tale, men at du og jeg skal kunne kommunisere, helt uavhengig av all annen flott teknologi.
129	M	Ja, for da er det jo, men når det virkelig brenner, da er det jo ikke nice to have-tjenestene som er kjempeviktige. For de er sjeldent -
130	I	Har ikke bruk for dem engang, for at du og jeg kan kommunisere. Og det synes jeg er viktig å få frem, og det er en viktig ting du skal ta med deg. Uansett hvor mye flotte ting, aldri gå vekk fra konseptet om at du og jeg må kunne kommunisere på en eller annen måte, hvis ikke dette fra hverandre. Det blir ryggraden i bånd. Så må du gjerne bygge på dette i massevis, det blir tatt imot med åpne armer. Så lenge har jeg jobbet med dette, jeg vet at folk er glad i dippedutter, nyvinninger og så videre. Og jeg er, bare pass på basicen, så er det helt okei. Det er kanskje litt lettere å starte såpass banalt som med det jeg kaller basic, at man der finner en sikker måte som alternativ 2. La oss si nå at den strømkabelen eller fiberen ryker, at det er likevel et alternativ, for det krever ikke så mye, med all denne teknologien, at vi finner en god løsning, at du og jeg kan kommunisere. Så tar vi det andre etterhvert. Det tror jeg bør være måten å tenke på. Fordi at det er fort gjort at man blir revet litt med, og så blir det så fint og fjongt, at, men så er det bare et lite knips, så er det borte. Og da klapper hele tårnet sammen. Sånn må det ikke bli. Vi skal ha solid betong, plattform i bånd, så kan du bygge så mange skjeve tårn oppå som du bare måtte ønske.
131	M	Okei, så etter vi har pratet om dette, hva er dine generelle tanker rundt at 5G vil bli basert på, eller at dagens Nødnett vil bli basert på 5G i fremtiden?
132	I	Ja, så, det gjør meg ingenting. Helt på generelt grunnlag, så er det ikke noe trøbbel med det, for jeg regner med at det blir sikkert det de skryter av til deg og meg av vanlig mobilbruk også, for det er jo fremtiden. [fjernet]. At den teknologien skal rase videre, jaja, for all del, det tar jeg imot med åpne armer, men jeg bare retter pekefingeren, ikke la det ta så overhånd at man glemmer basicen. Det er akkurat det samme med hjerte-lunge-redning for meg, basicen er at noen faktisk komprimerer dette hjertet. Du kan ha så mange dippedutter rundt det du vil, men hvis ingen komprimerer dette hjertet, så dør pasienten. Det er det samme med Nødnett og sikkerhet også. Basicen må ligge i bånd, men du må finne en måte slik at du og jeg kan kommunisere, selv om noen kapper en ledning. Og så tar du alt det andre etterpå. Det er min generelle oppfatning til det. Jeg føler at hvis man først blir litt gira, i moderne teknologi, og ting som kan skje, så kan det ta litt av. Og da er jeg av den skolen som holder igjen littegrann. Jeg tar gjerne imot moderne teknologi, ja, men jeg holder litt igjen på ikke glem hjertekompresjonene. Det er en god måte å tenke på, i forhold til, vi snakket akkurat om det, legene på luftambulansene har fått ultralyd. Da må vi inn å se, da må du føre proben oppunder hjertet. Noen ganger er det vanskelig å gjøre samtidig som hjertekompresjoner. Okei, skal da doktoren få lov til å leke med ultralyd, på bekostning av at vi bør komprimere hele tiden? Ja, da blir det en tidstuv. Det er sånn jeg tenker med moderne teknologi også. Den må ikke bli så moderne at vi glemmer basicen.
133	M	Okei, så når jeg skal se på løsninger som kan gjenopprette midlertidig kommunikasjon etter et dekningsutfall, så må heller ikke jeg bli revet av gårde av teknologien og potensialet, og komme kun med løsninger som er flotte og fjonge og funker skikkelig bra, men har høyere risiko for ikke å funke i det hele tatt.

134	I	Akkurat, du har skjønnet poenget. Det må være helt banalt, basic i bønn. Du og jeg må kunne kommunisere, når alt annet raser rundt oss.
135	M	Og det tror du også vil være tilfellet om 10 år?
136	I	Det tror jeg vil være tilfellet om 10 år. Uten den kommunikasjonen, så sliter vi uansett. Fordi at vi snakker om tid her -
137	M	Golden hour.
138	I	Ja, tid er det essensielle i hele dette her. Det er at i det jeg får mitt hjerteinfarkt her, så er det, så går, så drepes det hjerteceller hvert sekund. Samme med en cerebral hendelse i hodet, så dør det 2 millioner hjerneceller per minutt. Hvis du klumper igjen en blodåre til hodet. 2 millioner hjerneceller i minuttet. Og så har vi noen milliarder av dem, ja, men de replantes ikke, ikke sant. Slik at, da for hvert minutt som går, og da driter jeg i dippedutter. Da vil jeg ha at det kommer en bil på tunet mitt, så fort som bare det. Du skjønner poenget mitt. Vi kan bli så flotte og fjonge som vi bare måtte ønske, men hvis du og jeg ikke kommuniserer, så sliter vi. Og da sliter pasienten, og det er den som skal ha hjelpen.
139	M	Det er interessant å høre.
140	I	Ja, og det er utrolig, kanskje vi skal til trehjulssykkelen. Istedenfor å rase rundt på en vannscooter. Det kan hende at det er trehjulssykkelen som kommer frem, og ikke vannscooteren.
141	M	Og den som redder livet.
142	I	Ikke sant. For nødetater, så er tiden essensiell. I forhold til hva som skal gjøres. Det er nice to have, nå gjentar jeg meg selv, men nice to have, for all del, video og alt annet flott, og droner og you name it. En drone som i det ene øyeblikket henger over skadestedet, ikke sant, og som faktisk filmer, vi driver der og jobber, som blir direkteoverført til en svær 75-tommer i et akuttrom, selvfølgelig, kom med det. Men hvis ikke du og jeg kommuniserer, så kommer ikke dronen dit heller. For da vet vi ikke at det skjer noe.
143	M	Nei det er veldig interessant. Jeg vet ikke hvor mye jeg hadde sett for meg at et så enkelt svar som det faktisk er et ganske realistisk svar på oppgaven også. Det blir spennende å høre med andre nødetater også, som har andre måter å operere på. Og som kanskje også er litt, nå er ikke du uerfaren med teknologi du heller, men som kanskje har vokst mer opp med teknologi også, og har et annet forhold til det. Det blir også spennende å høre det fra dem.
144	I	Nei der er jo jeg den generasjonen som ikke henger med i svingene lenger. Vi klarer ikke engang. Har ikke sjans. Og sann skal det være. Så det lever jeg helt fint med. Jeg ringer sønnen min når det er et eller annet som slutter å funke. Derfor er jeg en god motvekt, i forhold til det du og mange andre tenker. Hvis du ikke har den sementgrunnmuren der, så klapper tårnet sammen. Finn en god løsning på det du!
145	M	Det skal jeg finne en god løsning på!
146	I	Ja, så skal du gjøre så mye teknologi du bare vil oppå det. Bare ikke glem grunnmuren.

147	M	Ja, og det er grunnmuren som blir min oppgave. Det er rett og slett det som er mitt forskningsspørsmål nummer 3. Hvilke minimumskrav stilles.
148	I	Det er at du og jeg kan kommunisere på en eller annen måte. Jeg er ikke opptatt av det nødvendigvis må være tale. Men du må finne en løsning når de andre tingene blir vippt av pinnen. Så skal vi to allikevel kommunisere.
149	M	Og da helst, deg i felt, meg i sentralen?
150	I	Ja, det er det jeg er ute etter. Og det viktigste er faktisk deg i sentral, og meg med beina på bordet. For har jeg først fått oppdraget, da er jo vi i gang. Da kan vi i stor grad løse dette og hjelpe den pasienten. Så kan det jo hende det ryker en annen pasient fordi det kommer en samtidighetskonflikt, men helt i bønn, så er det det at fra vi sitter med beina på bordet, vi i nødetatene sitter med beina på bordet, til å kunne komme og hjelpe. Og det er den som er den essensielle helt i bønn.
151	M	Desidert førstepr?
152	I	Ja, får noen hjertestans hjemme, og den meldingen er kommet til meg, så kan jeg rykke ut dit, helt uavhengig av kommunikasjon med deg, og alle mulige andre dippedutter. Da kommer jeg meg dit, så kan vi hjelpe den pasienten der og da, og vi kan forflytte den pasienten til sykehus uten å få sagt noe til sykehuset, og så blir det litt overraskende for dem at vi kommer, men det er også sånne ting som går bra. Men hvis jeg ikke får alarmen, så dør pasienten.
153	M	Og det gjelder jo i slike enkelte situasjoner som ett hjertestans. Men Gjerdrum for eksempel, blir jo et litt annet.
154	I	Jaja, da blir det enda verre. Ikke sant, altså, alle disse tingene blir jo bare enda verre. Størrelsen på det, uværet, sårbarheten som du jakter på, det er klart ekstremvær som vi ser mer og mer, og det blir antageligvis enda mer, så da må man jo finne seg et system, som gjør at grunnmuren står der, så kan det regne og tordne og lyne og blåse så mye det vil, men grunnmuren får du faktisk ikke flytte på.
155	M	Og i et tilfelle som Gjerdrum, så er det fortsatt sentralen, og ikke de andre operatørene, det er viktigst å prate med?
156	I	Der og da? Ja. Får ikke jeg alarmen, så vet ikke jeg om at det skjer noe på Gjerdrum. Altså litt enkelt fortalt. Jeg aner ikke at det skjer noe der.
157	M	Hva hvis du allerede er der, og det bryter mens du er der?
158	I	Det håndterer jeg mye bedre, enn hvis jeg ikke får alarmen. Fordi at da er jo vi tilbake til basic også, da blir det som når jeg henger under helikopteret. Da har jeg et samband, men det sambandet vi bruker der, det er bare i tilfellet nød eller hvis jeg må kommunisere på en spesiell måte. Fordi at vi ønsker å trene på bortfallet av sambandet. Derfor bruker vi aldri sambandet. Vi bruker håndsignaler. Jeg vil opp, jeg vil ned. Vi har en 5-6 sånne signaler, som gjør at vi kan operere underhengende. Jeg kan henge 60 meter under det helikopteret, og bare bruke armene. Jeg har radioen hvis jeg vil, men jeg bruker aldri den som hovedmiddel. For ved bortfall, så er jeg da i en kritisk situasjon. Derfor trener vi på å bruke vanlig basic, så kan jeg, hvis det topper seg, så kan jeg gå inn på radioen og si ifra.

		Så vi har allerede der tenkt motsatt. Vi tar det banale, og så bruker vi det banale, så lenge vi kan, så kan jeg støtte meg til radioen. Det er den andre ytterligheten da. Men ikke noe dårlig løsning. Det er ikke noe hyggelig å henge 60 meter under det helikopteret uten noen kommunikasjon med han som skal dirigere meg i døra. Da blir det litt det samme. Gud hjelpe meg, ta imot teknologien og fremtiden kommer sikkert til å bli suveren og så videre. Aldri glem grunnmuren.
159	M	Dette er geniale innspill, faktisk. Nå er spørsmålene jeg har forberedt, de er jeg gjennom. Det her synes jeg var kjempenyttig. Allerede nå.
160	I	Det kan være lurt å snakke med noen gamle slu rever også vet du, ikke bare de ungdommene som vil ha mer dippedutter og alt mulig. Jeg har jo levd lenge nok til at jeg vet hvor skoen trykker.
161	M	Jeg setter veldig lyst til at du ønsket å delta.
162	I	Selvfølgelig, det er kjempegøy det! Jeg har holdt på 35 år jeg, ute i gata. Det har vært livet mitt.
163	I	Nå sitter jeg bare for moro skyld nå som vi har begynt å prate om det. Vi har jo mulighet for eksempel på base. Du bare trykker på en knapp, så går alle TVer på, eller en alarm i huset, som gjør at nå må du finne frem den radioen eller den dippedutten. Nå prøver AMK å få tak i deg, men Nødnett er borte.
164	M	Ja okei, for du sitter der og venter på at radioen skal ringe. Men om de ikke får tak i deg på den radioen, så får de varslet deg på en annen måte.
165	I	Ja noe så banalt som at man trykker på en knapp, så går alarmen i huset, så må jeg gå til plan B. Om det er å hente radio, om det er å skru på data.
166	M	Eller å kjøre til basen?
167	I	Ja, kjøre til, møte der. Så kan nødetatene møte der. Det er masse muligheter, det får noen tenke ut. Men som sagt. Kommunikasjon sentralt og ut for å kunne varsle, vil alltid være viktig.
168	M	For når du vet hvilken situasjon du rykker ut på, så vet du i stor grad hvordan du skal løse det. Men hvis du er ute og det plutselig er noe annet du må bli bevisstgjort på, enten det gjelder deres egensikkerhet, eller det er en annen situasjon, -
169	I	Da har du en utfordring!
170	M	Ja, altså bli varslet om endringer i situasjon.
171	I	Ja, det kan jo være, og da er vi tilbake til det jeg snakker om i bønn. Den plattformen i bønn, fundamentet vårt, grunnmuren våres. Det er at på en eller annen måte å få tak i. Men absolutt viktigste er det å varsle om, altså det er ikke så ofte man får samtidighetskonflikt, men det kan også skje. Men det kan hende at du finner en grunnmur, som vi kan bruke både fra sentral til base, men sånn sitter med beina på bordet, men også fra deg og ut, for å kommunisere på en måte på et alternativ. Så man kan finne en eller



		annen teknologi på, som gjør at man kan jada, grunnmuren har vi. Uansett hvor [navn] er, så får man tak i han. Uansett hvor jeg er. Når man er på vakt.
172	M	Ja det er interessant det der!
173	I	Du kan si hva du vil om gamle tekstmeldinger, vi gjorde jo det, gikk med gamle mottakere hvor det peip.
174	M	Personsøkere?
175	I	Ja, bare en dippedutt som gikk i lommen som peip. Nå må du ta kontakt. Med telefonnummer som kom opp eller, så du kan jo ha en helt enkel liten bertbert, som du bare har i lomma. Eller som opererer inn under huden til alle i nødetaen. Det kommer jo. Det er ikke langt fram i tid, før jeg har hele helsejournalen som en liten brikke i huden.
176	M	Ja, eller tatovert QR-kode.
177	I	Ja da har jeg hele sykehistorien min. Ja det er ikke langt frem det. Og det er sånn jeg tenker, den grunnmuren, den i bønn, på en eller annen måte, så må du få tak i de som er på jobb.
178	M	Eller ute -
179	I	Under huden eller, hva som helst for meg. Men grunnmuren er alltid det viktigste.
180	M	Og hvordan man løser grunnmuren, det å ha kommunikasjon, det kan løses på mange måter. Satellitt for eksempel, er ikke avhengig av basestasjoner. Men så kommer man til hvorvidt det er gjennomførbart.
181	I	Det er veldig lett å skjære av gårde, med moderne teknologi. Det en voksen mann har tilført deg nå, det er, glem ikke grunnmuren.
182	M	Veldig spennende. Nei men takk for at du ville være med!
183	I	Bare hyggelig, det er kjempegøy! Så får du ha lykke til videre.
184	M	Takk skal du ha! Ha det bra!
185	I	Ha det godt!



# Appendix J

## Interview: Mobile Network Operator 1A

This appendix includes the transcript of the interview with a representative from one of the three mobile network operators in Norway. The informant has many years of experience with coverage and network failure, and shares interesting opinions and views on NGN and the importance of prioritizing communication.

This appendix is written in Norwegian. The letter "I" indicates that the interviewee is speaking. The letter "M" indicates that the interviewer, Marius, is speaking.

ID	Speaker	Comment
1	M	Da er opptak i gang.
2	I	Ja, altså det er jo et veldig komplisert tema, og så får vi diskutere litt underveis. Dette blir jo mine tanker rundt det, og ikke nødvendigvis noen fasit, selv om det var veldig rettet mot Nødnett. Så var jo første henvendelse litt mer om kriser og Lærdal, som er en litt annen greie. Jeg har ikke fire streker under et svar, men jeg kan i hvert fall gi noen tanker. [fjernet] Bare så jeg forstår det innledningsvis, [fjernet], da er det egentlig 5G, altså Nødnett over 5G som er tema.
3	M	Det stemmer.
4	I	Mer enn hvordan man håndterer kriser og kommunikasjon under kriser. Det er egentlig to forskjellige ting.
5	M	Ja. Oppgaven min ser på Nødnett som implementert i 5G, og så ser den på de situasjonene hvor man må komme opp med alternativ kommunikasjon når det 5G-baserte Nødnettet har blitt slått ut på grunn av ekstremvær.
6	I	Og da er du inne på noe sånn overordnet som er veldig interessant, og så får du strukturere hvor vi skal ta tak i dette her, men om jeg får lov til å bruke to minutter på det her først, siden du sa det var sånn semi-strukturert. Etter Dagmar, som er noen år siden nå, så reiste jeg rundt og besøkte mange kommuner, og fylkeskommunene i daværende Sogn og Fjordane, Møre og Romsdal, for å stille dem, egentlig, et veldig enkelt spørsmål. Hvilken form for kommunikasjon er viktigst for dere som kommune og fylkeskommune å få først i drift igjen? Eller sagt på en annen måte, er det viktigst for dere å ha tale, over fastnett, er det viktigst for dere å ha SMS, er det viktigst for dere å ha bredbåndsløsninger på mobil, eller er det viktigst å ha fiber? Egentlig et ganske enkelt spørsmål. Det sprikte i alle mulige retninger. Det var på det tidspunktet, og min påstand er at det er heller ikke mulig å få det her entydig i dag. Og det gjør det så vanskelig, når vi kommer til en del av dine spørsmål, å si hva som er viktigst i morgen. For man er nødt til, enten man vil det eller ei, å tørre å prioritere. Prioritere betyr å dytte noe frem og dytte noe tilbake. På samme måte som jeg må prioritere deg foran noe annet nå, på en måte. Skal man da få en kommunikasjon til å virke under en krise, så må man faktisk på forhånd ha tatt et valg, om det er data som er viktig. Og får du altså data, så får du også tale. Men det betyr også at alle kommunene, alle nødetater og alt, må ha en plattform som er basert på det vedtaket vi fatter. Og der er vi, det er så langt unna i dag, at det er skremmende altså.
7	M	Ja, det er ikke lett å vite hva som er det viktigste. Ihvertfall ikke hva som er det viktigste om 10 år.

8	I	Nei, og noen sier SMS. Det ser vi jo under Covid-19 nå, det hagler jo inn med SMS-er når du beveger deg inn i et område som enten da har spesielle regler, eller når det er vaksine, eller hva det måtte være. Og så ser vi at når vi skal legge ned kobbernettet vårt, at det faktisk å ta en telefon og ringe til de eldre, det er det som funker, så vi er ikke noe bedre vi. Mens andre sier at får du mobilt bredbånd, så har du VoLTE, da har du tale over 4G-nettet, og du har i tillegg bredbåndet oppe, da er det det viktigste. Men så sier kanskje apotekene at det går ikke, fordi hos oss, så får ikke lov til å bruke mobilen som bærer, inn i et sikkert system, det må være lukket fiber. Så, dette blir ikke lett altså.
9	M	Nei, jeg gleder meg.
10	I	Det var litt sånn, bare sånn innledning før du begynner på spørsmålene dine.
11	M	Ja, supert, men det er bare å spore av på de måtene der, det er helt genialt. Og så ønsker jeg bare å nevne at om jeg stiller spørsmål om temaer du ikke har tillatelse til å snakke om, så har jeg full forståelse for det, da er det bare å si ifra. Og så må du gjerne påpeke hvorvidt konsepter du nevner er krav som er pålagt fra myndigheter, eller om det er egne valg som [operatør] har tatt selv.
12	I	Og da tror jeg det er viktig for meg, allerede nå, å understreke at det jeg sier nå, er ikke nødvendigvis [operatør] sin offisielle holdning, for da hadde jeg måttet gå en helt annen runde for å få klarlagt om hva og hvordan vi skal uttale oss i forhold til 5G som en bærer for et nødnett.
13	M	Absolutt, og det er også litt av grunnen til at jeg anonymiserer intervjuet, og legger tydelig frem at dette ikke er de offisielle uttalelsene til selskapene jeg prater med, men at det er individuelle meninger. Og erfaringer. Da kan jeg først, eller nå har vi vært litt inne på det, men introdusere meg og min oppgave. [fjernet]. Jeg skriver masteroppgave for DSB hvor jeg da ser på hvilke løsninger som eksisterer, eller kan eksistere i forbindelse med Nødnett over 5G, dersom det blir slått ut av ekstremvær. Så kan vi jo starte med at du forteller litt om din egen erfaring, og på hvilken måte din erfaring relaterer til mobilnettet generelt, og mot Nødnett, hvis du har erfaring der og.
14	I	Altså, ansvaret mitt i dag er jo å være [stilling] i [operatør], og egentlig ikke noe direkte mot Nødnett. Men jeg har vært med så lenge, at jeg har vært med gjennom mange kriser, mye uvær og mye ekstremvær, og også ekstremvær som varer over tid, og ekstremvær som kommer hver eneste helg. Og i den forbindelse så har vi en ganske tett og strukturert dialog mot Nødnett, og det betyr at er det helt spesielle ting, så tar jeg også kontakt med [person i DSB] for å avklare med han, og stemmer dette, er dere ute eller er dere ikke ute, sånn at vi har en felles forståelse av hva som er situasjonen, når det gjelder Nødnett. Men så er det, det kanskje jeg synes er det vanskeligste i dette, det er at folk flest har et litt sånt, litt rart forhold til hva Nødnett er, for de omtaler, når du

		ringer mobilen din, så ringer du 110, 112 og 113, så tror de at de ringer på Nødnettet, men det gjør de jo ikke. Så man må være veldig tydelig her, på at Nødnett er jo blålysetatene sitt nett, og en del andre utvalgte, og har ingenting med når du selv ringer etter nød. Og dette ser jeg blir blandet, og skaper mye opprydningsjobb både for DSB, og for operatørene, når det er uvær som varer.
15	M	Fordi det var vel i høst, i uke 46 var det vel, så var det vel noe uvær nede i Innlandet, som slo ut både mobilnett og Nødnett, slik at ambulanser måtte kjøre patruljevirkosomhet og folk ikke kom i kontakt med nødnettene, og så videre.
16	I	Ja, det har vel skjedd etter det og, flere steder, men det er klart. Nødnett har, de skal ha, dobbel kraft, og de skal ha dobbelt samband, men av og til så går jo også deres redundante løsning i samme grøft i samme kabel. Og, da er det litt sånn med, hvor mange redundante løsninger skal du ha for den redundante løsningen? Skal du faktisk ha tre, fire, fem ulike veier som [operatør] har på sitt mobilnett for eksempel, mellom nord og sør, eller skal du si at vi, du klarer deg på to bein, og hvor stor sannsynlighetsberegning er det for at begge nettene går ned. Men dette handler jo bare om, at for Nødnett sin del, så er det så enkelt som at hvor mye penger er Stortinget villig til å legge ned, og hva velger Stortinget at man skal ha av redundante løsninger.
17	M	Da kan vi gå videre til mitt første forskningsspørsmål. Prate litt om dem. Det første forskningsspørsmålet mitt handler om hvor stor påvirkning ekstremvær vil ha på overlevelsesnivået til et 5G-basert nødnett, og så har jeg noen spørsmål rundt det. Hva mener du er den største årsaken til dekningsutfall i forbindelse med ekstremvær, og hvor lang tid tar det normalt å gjenopprette driften igjen, dersom dekningsutfall har forekommet?
18	I	Kraft. Kraftutfall er definitivt hovedårsaken. Utfall nummer to er trær, som blåser over ende, og hvis ikke de detter over strømkablene, så kan de dette over fiberkablene. Og det siste eksemplet der, er jo et ekstremvær som ikke fikk et navn en gang, det var vel et uvær, som gikk fra Vestfold og Buskerud, oppover til hele Valdres-regionen, Bagn ble, var det 80 000 trær som lå veltet, nesten opp til Beitostølen, og videre oppover Gudbrandsdalen. Det opprydningsarbeidet kommer til å ta måneder. Jeg sier måneder.
19	M	Ja, det var det uke 46-uværet.
20	I	Ja, kanskje det var uke 46? Men du sa Innlandet, det var veldig mye større enn Innlandet, for det gikk fra Buskerud, Vestfold, Skien, og så gikk det oppover Bagndalen spesielt, og videre oppover til Gudbrandsdalen. Så det gikk egentlig over tre fylker. Det kan godt hende det var i uke 46, jeg har ikke det i hodet. Men der var det jo strømmen som egentlig var det aller verste. Og vi har en batterbackup i dag på mobilnettet, på to timer i byene, og fire timer hvis tettstedene har mindre enn 20 000 innbyggere. Og så har Nkom noen midler i

		forsterket ekom som gir tre døgn. Og så kjenner ikke jeg til, jeg husker ikke i hodet nå, hva Nødnett har av batteritid på sine basestasjoner, men jeg tror ikke det er sannsynlig at du kan ha batteribackup som går over dager på 8 500 basestasjonen rundt om i Norge. Der er vi ikke.
21	M	Det er ikke økonomisk forsvarlig kanskje?
22	I	Nei, i uvær, så er definitivt kraft og samband, i den rekkefølgen, de to største årsakene til at ting tar tid.
23	M	Og når vi er inne på dette med uvær da, så har jeg også nevnt Jølster-skredene, og Frank og Gyda, for eksempel, hvilke utfordringer var det som oppsto som følge av disse dekningsutfallene, som du kan huske? Da mener jeg sånn rett etter dette hadde skjedd.
24	I	Jølster synes jo ikke jeg var noen sak i det hele tatt. Den synes jeg er blåst totalt ut av dimensjoner. Jølster var et skred, eller to eller tre. Ingen basestasjoner ble tatt, selv om Justisministeren gikk ut og sa det, men fiberkabelen ble tatt. Sambandet til og mellom basestasjonene ble tatt. Og det som er litt viktig, og dette gjelder egentlig ikke Jølster, men nesten ved alle andre hendelser i forbindelse med moderniseringen av mobilnettet til 5G, så er meg bekjent, så er [operatør] den eneste operatøren som har tatt en beslutning rundt det vi kaller Dual Homing. Det betyr at 80% av alle basestasjonene våre, vil få en bedre driftsstabilitet når vi er ferdige med 5G-utbyggingen vår. Det er litt fordi at har du det uværet som, la oss si at det var i uke 46, så var det jo mange basestasjoner som ble slått ut av samme årsak. Men når vi nå bygger 5G, så bygger vi litt enkelt sagt, ferre basestasjoner inn på samme cluster, sånn at konsekvensene ved en kraftfeil eller en fiberfeil blir mindre, og da skal det et veldig stort område, før du egentlig ser samme konsekvens. Dette er en ting vi gjør som koster mange, altså det koster enormt mange 100 millioner kroner, jeg husker ikke om vi er på en milliard engang, det er enorme summer. Og det gjør at mobilnettet blir mye mer robust, og mye mer egnet i forhold til et Nødnett. Og så tror jeg jeg kan si at det å få Nødnett på toppen av dagens 4G og 5G-struktur, det vil være kjempeviktig for oppetiden på mobilnettet. For nå har jeg ikke satt meg inn, Marius, i hvordan, hva er kravene på oppetid, hva er kravene på gangtid, hva er kravene på reservekraft. Det er ingen tvil om at dette vil gjøre mobilnettet mye mer stabilt, men så er vi tilbake til den samme diskusjonen vi hadde før vi startet, det er jo at i en krise, hvor kraften er gått og vi går på reservekraft, hvordan skal man prioritere. Skal vi da tørre å si at, vet du hva, nå stenger vi for streaming, nå får du ikke lov å se på Netflix. Teknisk er det mulig. Og si at vi ønsker å si at tale og enkle datatjenester, er det nå som skal få lov til å virke. Skal vi stenge n35, altså 3,5 og 3,6 GHz-båndet, for å gi mer batteri-backup, det betyr mindre båndbredde. Det betyr sannsynligvis at du

		kan øke batteri- og gangtiden med ganske mange prosent. Det er temaer man må tørre å diskutere, men som det ikke er tatt noen beslutninger på.
25	M	Jeg har jo noen spørsmål om akkurat det her senere også faktisk. Kan jo ta de med en gang. Det har jo med minimumkravene til, altså hvilke minimumkrav som stilles, og hvilke prioriteringer som bør tas. Der har jo det første spørsmålet mitt på mitt tredje forskningsspørsmål, dersom alternativ kommunikasjon må opprettes, hva er minimumskravene til nødnetatene. Der er det første spørsmålet mitt, hvilke minimumskrav bør stilles til midlertidige løsninger, i dag og i fremtiden, sett hver for seg. Er det tale, er det video, båndbredde, sikkerhet. Har du noen tanker rundt det?
26	I	Hadde jeg hatt det, stå tror jeg jeg kunne spart [operatør] for mange 100 millioner kroner. Altså, dette er jo ting vi diskuterer. [annen operatør] gikk jo ut med miljøhatt, og sa at 5G tar mye strøm, og i et grønt perspektiv, så vurderer de å stenge enkelte basestasjoner på natta som ikke har noe trafikk. Men det er et annet spor, men la oss tenke dette sporet inn i en krisesituasjon. I en krise så trenger du neppe 1000 Mbit på nedlink. Da kan man tenke seg, at man setter begrensninger uten at man har gjort det i dag, men det er noe man ihvertfall må diskutere. Jeg er skeptisk til, men her er det ikke tatt noen beslutning, men noen mener at kanskje skal vi da stenge 2G-nettet, og bare bruke 4G, men så er problemet at det er faktisk en del ambulanser, som har enkel kommunikasjon 2G-basert. På den annen side, så skal Nødnett over 5G, det er jo ikke i morgen, og 2G har vi sagt at vi skal slutte med innen utgangen av 2025, men så kan det hende at det tar noen år til. Og da er det kanskje enklere å ta den beslutningen. Men det er en del hjemmesykepleie i kommunene, som også er veldig helsereelatert. Alarmsystemer i heiser, som også går over 2G-nettet. Ergo så er jeg skeptisk, før vi har stengt det nettet, til å stenge 2G-nettet. Jeg sa noe om det innledningsvis, så det blir et langt svar på spørsmålet ditt, men her må de som bruker det, nødnetatene sine løsninger selv mene noe om hva som er kritisk. Og så kan det hende at slicing og 5G-nettet gjør det enklere, men jeg vil tippe at mobilt bredbånd, med VoLTE, er noe som etter min mening bør være det aller første som kommer opp. Og da får du også SMS på plass.
27	M	Nå er jo også, som du sier, de som faktisk bruker det, kanskje har mer formening om hva som bør være kravet, så det er derfor jeg har litt færre spørsmål om dette her til deg da, jeg tenker også å spørre mer brukere angående disse tingene, men spørsmål nummer to vedrørende dette forskningsspørsmålet her, det er at i tillegg til nødnetater, så er det jo også berørte sivile i de utsatte områdene, som vil forsøke å nå sine kjære, eller til og med vil forsøke å nå nødnetatene selv. Hvordan bør da prioritering av trafikken bli håndtert i en midlertidig løsning. Bør det gjøres en prioritering der for å prioritere nødnetatene fremfor brukerne, for eksempel?



28	I	<p>Altså, det har vi jo løst per i dag, ved at man har såkalte prioritetsabonnement. De prioritetsabonnementene per i dag, fungerer bare på tale. Ikke på data. Men dette pågår det et arbeid på, styrt av Nkom, slik at prioritetsabonnementene også skal gjelde på data. Og det betyr at, nå har ikke jeg prioritetsabonnement lenger, for jeg vil ikke ha det, for da får jeg ikke testet egentlig for å se hvilke operatører som virker der og der, men det betyr jo at da blir du kastet ut, hvis jeg skal ringe, eller motsatt, og dette kan enkelt styres gjennom prioritetsabonnement, og da er det å melde inn, nå husker ikke jeg om er det 1000 eller 10 000 brukere totalt sett, men dette styres av departementet gjennom Nkom, og det er der det må løses. Ikke av deg eller meg eller brukerne.</p>
29	M	<p>Forståelig. Et spørsmål til angående det med overlevelsessevne og konsekvenser, dersom dekningen faller ut. I dag har nødnetten mulighet til å benytte mobilnettet dersom Nødnett faller ut, siden det er to helt forskjellige infrastrukturer. Det vil ikke nødvendigvis lenger være en løsning, dersom Nødnett baserer seg på mobilnettet, og mobilnettet faller ut og det blir ekom-dødt. Har du noen tanker rundt akkurat det?</p>
30	I	<p>Det tror jeg [person i DSB] har langt større meninger om enn meg. Men det er jo en sannhet med modifikasjoner det du sier da. Fordi at mye av infrastrukturen til dagens Nødnett går jo gjennom eksisterende fiberløsninger, i eksisterende mobilnett. Og det skal det jo fortsatt gjøre. Jeg mener at dette, man skal ta vare på de løsningene som finnes sambandsmessig fram. Og så må man bare dimensjonere de i forhold til 5G. Så jeg kan egentlig ikke se at det skal bli et reelt spørsmål altså. Jeg håper og tror at det må vi teknisk sett klare å løse, ved at man tar vare på eksisterende kommunikasjonsløsninger, og får de over på ny plattform.</p>
31	M	<p>Ja, interessant. Jeg har også gått gjennom, og kommet opp med et sett potensielle løsninger for å gjenopprette midlertidig kommunikasjon. Både under og etter ekstremvær, det vil jo være to forskjellige forhold som råder når uværet herjer og i opprydningsarbeidet. Det første jeg har sett på er autonome basestasjoner. Er dette en løsning som vil være reell i 5G?</p>
32	I	<p>Hva legger du i autonome basestasjoner?</p>
33	M	<p>Autonom basestasjon er jo noe som finnes i Nødnett i dag, dersom en basestasjon skulle miste backhaul, så kan den fortsatt fungere på egenhånd lokalt slik at den kan støtte deg og meg, slik at vi kan kommunisere med hverandre, men vi vil ikke ha tilgang til kjernenettet.</p>
34	I	<p>Vet du hva, den delen der vet jeg at vi har, eneste vi har diskutert dette for, men ikke implementert det for, er Svalbard. Den ble litt aktualisert hvis du leser avisen senest i dag vel, så går politiet ut og sier at det muligens er en</p>

		menneskelig årsak bak at den ene stangfiberen opp til Longyearbyen var ute av drift ganske lenge. Og vi har sett på hvordan vi kan bygge en sentral i Longyearbyen sånn at om den blir død mot fastlandet, så kan man snakke sammen internt nesten som en slags walkie-talkie om du vil innenfor selve Longyearbyen. Men det er ikke implementert eller vurdert den løsningen, meg bekjent, men det kan hende dette er håndtert i det prosjektet som ser på 5G mot Nødnett, men det har ikke jeg isåfall noe kunnskap om, så det kan jeg egentlig ikke svare på.
35	M	Hva med mobile basestasjoner? Der har jo dere i dag Cells on Wheels vet jeg.
36	I	Vet du hva, jeg kan nesten ikke huske sist vi brukte det i en krise. Vi brukte det på Åstad-ulykken, så mange år siden er det. Og en av årsakene til det, det er at den skal fraktes inn i et område, den skal få strøm, og den skal få samband, og den er nesten bare, jeg vil si så sterkt som at, der du får en krisesituasjon og du skal bruke en mobilvogn, så må det være der den basestasjonen er knust eller brent opp, men det er ikke det som er en normalsituasjon for et uvær. En normalsituasjon er at kraften til en basestasjon er tapt, eller at fiberen er ødelagt, og det hjelper egentlig ikke med en mobil basestasjon. I dette scenariet her, så kan man godt ha, vi har jo beredskapsvogner. I Lærdal så fraktet vi inn en mobilvogn, når brannen tok hele sentralen vår, men den måtte likevel kobles med strøm og samband.
37	M	De har ikke aggregat, eller noe sånt?
38	I	Altså, nei, det er om den har aggregat da, så løser det i såfall kraftproblemet, men du løser ikke sambandsproblemet. Og sambandet må du enten ha fiber, eller radiolinje, og når du nå går inn på 5G-verden, og du kanskje skal ha 10 eller 100 Gbit/s, skal du da etablere det sambandet med radiolinje, det betyr at du må jo ta det i begge ender, eller få tilkoblet fiber, så dette vil ta tid. Vi bruker nesten bare mobilvogner vi nå på noen store festivaler i Norge, ellers så bruker vi det ikke lenger.
39	M	Så når dere bruker det, så er det stort sett planlagt?
40	I	Planlagt ja.
41	M	Men du nevner radiolinje og fiber som sambandsløsninger her, hva med satellitt? Vil lavbanesatellitter ha noen rolle i fremtidens 5G- og nødnett tror du?
42	I	Du skal aldri si aldri, men per i dag så har vi ikke det i vår portefølje. Jeg kan ikke nok om det. Vi har basert oss i all uoverskuelig fremtid på å bruke mesteparten 80-85% fiber, og resten radiolinje.

43	M	Og radiolinje er som jeg forstår det ikke noe du bare kan sette opp til enhver tid. Det krever vel også litt nøye planlegging?
44	I	Altså det betyr at du må ha fri sikt, fra A til B, der du skal skyte radiolinja, og du må ha pent vær når du gjør det. Vi hadde en situasjon i Melhus i helgen, hvor vi har vært ute i egentlig en hel måned og vi har slitt og slitt, og det er to meter snø, kjempevanskelig å komme dit. Vi kommer ikke inn med helikopter på grunn av været, radiolinje er helt ødelagt. Og når vi nå skal prøve å sette opp en beredskapslinje, radiolinje, så er det så snøvær at vi klarte ikke å stille den inn fordi vi ikke fikk line of sight. Så, radiolinje er ikke det optimale å bruke, men vi bruker det der det ikke er mulig å få fram fiber, og det er i hvert fall ikke enkelt i en krisesituasjon å etablere radiolinje. Når været herjer så kan man det egentlig ikke. Det må gjøres i godvær.
45	M	Hva med droner? Jeg tenker, det blir jo da primært i fase to av et uvær, når uværet har sluttet å herje, men si at basestasjonen er slått helt ut, og du har et område som ikke har noe dekning. Jeg vet at AT&T som har ansvar for nødnettet i USA, FirstNet, de har noen prosjekter i de tornadoherjede områdene i sørstatene, hvor de fyrer opp en drone som fungerer som en basestasjon, tilkoblet en vogn, tror jeg de gjør.
46	I	Dette har jo vært prøvd i ulike steder. Man har etablert det på redningshelikoptre for å skape dekning over et rasområde eller andre områder der det befinner seg folk som ikke får ringt, for det er jo ikke dekning. Vi har i all hovedsak brukt droner, altså droner er jo en ganske ny teknologi når du ser på hvor lenge vi har holdt på, for i dag har vi brukt mer droner til å få en oversikt over hvor stort er dette rasområdet, hvor stort er det området som strømmen er gått i, med trær som ligger på kryss og tvers. Meg bekjent, så har vi ikke gjort noen forsøk på droner med basestasjoner, da skal du ha droner med en helt annen løftekapasitet enn det jeg har sett tilgjengelig. Det finnes helt sikkert, det finnes sikkert droner som kan ta 5-600 kilo, men det er en annen type droner enn hva vi bruker for å filme et område for å se om vi kommer oss inn i området.
47	M	Ja, hva med droner som, hvor mye vekt ville det kreve for å ha en midlertidig basestasjon ombord i en drone?
48	I	Nå gjetter jeg bare. I hvertfall 100 kilo. Det kan være 50, og det kan være 150, men det er i den størrelsesordenen. Men så skal du allikevel ha fri sikt til den dronen, for å klare å skaffe deg kommunikasjon da. Men jeg er ikke kjent med at vi har kommet veldig langt i den type. Nei, jeg kan ikke huske at jeg har sett noen dokumenter på det.
49	M	Men det kan det selvfølgelig hende at det blir mer av også inntil den dagen Nødnett vil implementeres over 5G da, det er vel tidligst i 2026 det vil skje. En løsning til som jeg har sett litt på, som de har brukt en del i Frankrike, det er å

		ha mobile basestasjoner montert i utrykningskjøretøy. Nokia har også en løsning der man kan bære en mobil basestasjon i en ryggsekk. Hva ser du på som de største utfordringene ved å implementere en sånn løsning, som en alternativ kommunikasjon dersom dekningen i seg selv faller ut.
50	I	Da må du ha samband til den basestasjonen. Det hjelper ikke å ha en basestasjon hvis ikke du har samband til den. Det forutsetter at den har strøm. Jeg har aldri sett en sånn en, så nå er jeg på litt tynn is her. Men den må jo isåfall ha en kommunikasjon med lavbanesatellitt, eller sånne ting. Hvis du tenker det et tradisjonelt sykkelritt, Tour de France, sånn som det fungerer i dag, så er det litt av det samme. Der har du et kamera på en motorsykel eller bil, som sender opp til et helikopter, som sender det til et småfly, som sender det til en satelitt, som sender det til studio. Så ser vi på hvordan vi kan droppe hele den biten der, spare en halv million per dag, og bruke bare mobilnettet som bærer. Det skal vi kanskje gjøre under Artic Race i Trondheim. Skal du ha en basestasjon i en ryggsekk, så må du ha en løsning som gjør at den er en slags sentral, som kan ta kommunikasjonen direkte ned, eller du må kjøre den opp i satelitt. Der tror jeg kanskje [person] kanskje kan mer om den delen, [person] sitter jo også i Trondheim, enn det jeg kan altså.
51	M	Nettopp. Videre så er jo noe som har eksistert i 4G, eller ihvertfall vært definert av 3GPP, noe som heter ProSe, eller Provisional Services, D2D-kommunikasjon som ikke baserer seg på basestasjoner i det hele tatt, men litt mer sånn walkie-talkie-lignende teknologi. Den ene veilederen min, som jobber i DSB, han var i et internasjonalt møte i forrige uke hvor det var noen som nevnte at sannsynligvis vil ikke ProSe være en løsning i fremtidige nett, litt på grunn av frekvens-allokering og så videre. Har du hørt noe om det?
52	I	Altså dette var jo noe som kom ganske tidlig i specen for mobilnettet, jeg tror det kom i 2G i sin tid. Vi har aldri tatt i bruk den teknologien i Norge. Og jeg har heller ikke hørt at den er vurdert i 5G. Men nå er det ut i fra hva jeg opplever at vi har snakket om. Så jeg tror det er riktig det du sier der.
53	M	Det vil altså sannsynligvis ikke være en løsning.
54	I	Nei, med mindre man har noe teknisk sett som jeg ikke er kjent med i dag. Men man må jo likevel løse den 1-til-1-kommunikasjonen da, den må på en eller annen måte løses. Har du en politimann, som skal snakke med en annen politimann, eller en brannmann som skal snakke med en ambulansesjåfør utenfor, så har du jo den PTT-funksjonen. Den må jo være der hvis den skal sette opp en samtale. Om det kan løses gjennom den teknologien, det forutsetter jeg, men det er jeg ikke noe inne i for jeg kan svare på det.

55	M	Har du noen tanker rundt hvordan man kan gjenopprette midlertidig kommunikasjon, dersom det skjer lokalt eller regionalt dekningsutfall? Hvilke løsninger som finnes, eller kan finnes, om 5-10 år?
56	I	Altså, erfaringsmessig, som vi sa i stad, det aller viktigste er å få gjenopprettet kraftsituasjonen. Å få gjenopprettet samband. Klarer du å få gjenopprettet samband, og eller kraft, så har du løst det. Jeg tror ikke du behøver å gå 10 år frem i tid, men nå er det kanskje litt kontroversielt, og ikke veldig gjennomtenkt det jeg sier nå, og denne kan slå veldig tilbake på oss selv også. Det er jo diskusjoner som pågår på om skal nødnett foregå gjennom en operatør? Skal [annen operatør] få hele Norge? Skal [opertør] få hele Norge? Skal vi dele Norge i flere deler, eller hvordan skal man gjøre det? Jeg kan godt mene hva jeg mener man skal gjøre, men det er ikke veldig relevant akkurat nå, men gitt at man er i et område, hvis det teknisk er mulig, og strømmen er gått, så handler det igjen om å prioritere. Og om man klarer å få en slags slicing, eller at nødnett-terminalene gis prioritet, så kan man faktisk i en ytterste konsekvens, hindre at alle annen kommunikasjon foregår, men at det kun er Nødnett som skal foregå, inntil man har fått, la oss si at det bare er en time strøm igjen på en basestasjon da, at man har verktøy der man kan se det, det gjør vi jo ikke i dag. I dag ser vi at det går en kraftalarm, og så ser vi ingenting før den plutselig er død. Men hvis man får til dette da, gitt at man gjør det, at nå har man igjen 25%, eller X prosent, så utelukker man alle brukere, annet enn Nødnett-brukere, da vil du kunne få, ihvertfall teoretisk sett, en mye, mye lenger oppetid for Nødnett!
57	M	Okei, men det er jo interessant!
58	I	Men, dette skal teknisk sett utvikles, og derfor så tror jeg at jeg er i tvil om det klarer å bli gjort innen man skal få dette på lufta altså. Og grunnen til at jeg sa at det kunne slå tilbake igjen, det er at det er jo mange steder hvor [operatør] og [annen operatør] deler samme batteribank, samme hydrogenløsning, og da må man se på, skal man være så upopulære da, og si at i en virkelig krise, og nødnettene er der, så skal nødnett sine brukere ha alt tilgjengelig. Det betyr jo da at en eller flere av operatørene må stenge for sin kommersielle del.
59	M	Men vil det da også påvirke kunders mulighet til å kontakte nødnetter?
60	I	Ja, det er, ja, for du klarer ikke, det er ingen løsning per i dag på at mobiltelefon bare kan ringe 112, og ikke kan ringe 02800. Og det er jo baksiden. Da er det i så fall et lukket nett, på samme linje som det er i dag.
61	M	For det er jo mulig å ringe 112 med et stengt simkort, men det er jo noe annet.
62	I	Ja, det er mulig å ringe 112, ikke 110, ikke 113, hvis en operatør har dekning, Hvis BaneNor, Ice, Telenor eller Telia har dekning, så kan du ringe 112. Du kan ikke ringe 110, eller 113, du kan faktisk ringe 911, for 911 er 112.

63	M	Ikke sant, jeg skjønner! Jeg må virkelig si at du har veldig mange gode innspill her! Er det noe mer du ønsker å legge til her, i forhold til den oppgaven jeg skriver, er det noen hensyn jeg burde ta, eller noen andre ting jeg burde se på, enn hva jeg har nevnt så langt i dag?
64	I	<p>Altså, det som er det politiske, nå snakker jeg med min hatt, den operatøren som får Nødnett-kontrakten, vil jo få en kjempefordel i forhold til å få subsidiert sin del av redundante løsninger. Det verste som kan skje, tror jeg, er at man ikke tør å ta et valg, basert på hvilke som er det beste, og hvilke som er det mest sikkerhetsmessige nettet, og at man sier at man må ha flere aktører, nettopp av samme grunn. Hvis man da for eksempel hadde latt en aktør få alle områdene med mye befolkning. Nå befinner jeg meg i gamle Finnmark i dag. Og la oss si at [operatør] hadde fått gamle Finnmark, som egentlig bare er kostnader men ingen inntekter, så hjelper det ikke noe hvor robust nett vi har her oppe, det vil egentlig bare gi tap for oss. Man på på en måte tørre å gå for en løsning som er teknisk sett den beste. Samtidig så må ikke dette bli en situasjon hvor man velger en dårlig løsning fordi den skal være populistisk. Fordi man må ha nødnettet i panna si, hele tiden og si, hva er det beste for nødnettet. Og, hvis man skal ha, sett at nå glemmer jeg [annen operatør], for de er i det store og det hele en ganske liten aktør. Hvis man hadde sagt at teknisk sett så får man til at både [operatør] og [annen operatør] skal ha et fullt Nødnett, tror jeg det hadde vært det beste. Men det betyr jo hele tiden at du hele tiden skal få det teknisk sett til å funke på de to nettene, og da er du tilbake til nasjonal roaming, som vi har diskutert mange ganger, men som jeg er sterk motstander av. Igjen, hadde det vært nasjonal roaming, så hadde jeg ikke bygget en basestasjon i grisklendte strøk lenger, null. Det har ingen hensikt. Da vinner du ikke en eneste kunde på det, for du vinner ikke den kunden ved at du bare har den basestasjonen, de velger den operatøren fordi den har det beste nettet totalt sett, som også dekker der. Med det tankesettet, hvis du da skal ha nasjonal roaming som skal, i en nødsituasjon, så skal plutselig den eksisterende operatøren håndtere dobbel trafikkmengde i nettet sitt. Da sitter du med dobbel kostnadsbase for da må du dimensjonere for alle landets kunder i en normal situasjon, for å plutselig ta inn den hvis en annen får en stor feil.</p>
65	M	Ja, da må den muligheten alltid ligge der.
66	I	Ja, og det er det ingen som er villig til å ta kostnaden for. Nødnett blir en annen situasjon, for Nødnett har ikke 300 000 brukere. Men nødnett er ikke bare blålysetatene. Vi begynner å nærme oss Birken nå. Birken bruker Nødnett.
67	M	Ja, Nødnett har vel 1000 ulike brukere, utover nødnetatene. Det er jo veldig mange.

68	I	Ja, du har idrettsarrangører, og røde kors, og mange andre, som også bruker det. Så hvordan skal man teknisk sett klare å implementere dette i et 5G-nett. Man må ikke undervurdere den kompleksiteten.
69	M	Det er ikke så enkelt som Dual SIM akkurat.
70	I	Nei, og jeg vet ikke om Dual SIM heller egentlig er så enkelt jeg. Det er litt avsporing fra denne debatten, men da skal du også huske på hvilket telefonnummer bruker du når du ringer ut, og hvilken skal du bruke når du svarer, og så blir det full forvirring så sender SMS fra den ene, og i tillegg så har du kanskje til og med satt på iMessage som aldri skulle vært funnet opp, som gjør at SMS ikke kommer til devicen du har med deg, men som kommer til iPaden hjemme i stua når ikke du er der. Og det viser litt av kompleksiteten her da. Men at nødnettet via 5G-nettet vil være et kjempe-fremskritt, det er jeg ikke i tvil om. Nødnett i dag er jo, det ble jo foreldet nesten før den første samtalen var tatt.
71	M	Ja, det er jo kun, sånn jeg har forstått det, utelukkende fokus på tilgjengelighet, ikke tjenester.
72	I	Nei, og kun tale.
73	M	Ja, de kan vel sende 1 kB datameldinger.
74	I	Det er jo egentlig ingenting.
75	M	Og posisjonsdata og alarmeringer, men det er jo også tjenester som vil være forholdsvis greie å implementere slik jeg også forstår det. Men det er jo spennende å se på hva som vil være minimumskravene til brukerne om 5 år, hvis de tillegger seg en måte å løse oppdraget på som er helt vant til og derfor helt avhengig av streaming, video streaming, så vil det jo være en hindring for dem å ikke kunne bruke det i en nødløsning lenger fordi båndbredden blir såpass lav.
76	I	Ja, du kan si det sånn som denne samtalen her, den er på Scandic Hotel i Alta, her er det et eget WiFi-nett, og det har jeg aldri brukt. Jeg tar samtale med deg på 4G nett nå. Det eneste stedet jeg bruker WiFi-nett, det er hjemme i min egen stue, i mitt eget hus. Og kanskje på [kontoret]. Kanskje. Ellers bruker jeg alltid mobilnettet, hele veien. Og dette er jo tankesett man skal ha med seg i en diskusjon over 5G-nettet. Jeg tror at man skal ikke låse til å si at Nødnett bare skal fungere på 5G. Det må fungere på mobilt bredbånd på 4G og 5G. Også fordi, og det er en ganske viktig presisering. Vi har, ingen operatører har de samme frekvensene tilgjengelige i hele Norge. Jeg kan ikke snakke så mye om hva jeg gjorde i forrige uke, men jeg var i Sør-Varanger. I Sør-Varanger kommune, i øst-Finnmark, så er det jo begrensning på hvilke ressurser, hvilke

		<p>frekvenser vi kan bruke, på grunn av vår nabo mot øst som er litt anspent for tiden. [Fjernet]. Det er mange områder der som vi ikke kan bruke 5G-frekvensene våre på. På grunn av Nkom sin begrensning på, vi får ikke lov til å bruke 3.6GHz-båndet omtrent øst for Tana bru, vi kan ikke bruke det på Tana bru engang. Det er begrensninger på antall stasjoner på lav-bånd. Det betyr at vi må løse mye av dette på helt andre frekvenser, og egentlig litt enkelt sagt, gi deg 4G, men dytte 5-tall opp. Eller så må vi finne helt andre type løsninger. Så jeg er veldig opptatt av at 5G-nettet kan godt være den primære med slicing, for det det må bli. Men du må også ha en funksjonalitet når du får på plass 5G RAN som gjør at du også har et 4G-nett som også fungerer, som Nødnett kan bruke som bærer. Og da har du litt av den redundante løsningen, som Nødnett egentlig, du sa vi mangler ett bein når man går inn i den mobile verden, kanskje skal da det nettet være 4G som blir det redundante for 5G. Men så er det den samme fiberen da, så det blir en annen diskusjon, men der har du teknisk sett to løsninger.</p>
77	M	<p>Ja, tusen takk for gode svar! Jeg har dekket det jeg hadde forberedt, og vel så det. Har du noen øvrige tilbakemeldinger?</p>
78	I	<p>Nei, jeg tror du bare får fortsette å ha lykke til med oppgaven din, og så hadde jeg nok forberedt meg litt mer på den andre tematikken som vi ikke rakk å komme inn på, men det er liksom mer hvordan har man håndtert kriser og den typer ting, men spiss den tydligere når du henvender deg, sånn at man hele tiden vet at dette oppdraget er gitt gjennom DSB, og relaterer seg til Nødnett over 5G. Og ikke bland inn for mange kriser som har vært fra gammelt av. Det er ikke da så relevant. Nå ble jeg veldig glad da, for at jeg slipper å ta opp Lærdalsbrannen igjen.</p>
79	M	<p>Ja, og tusen takk for at du ville delta her!</p>
80	I	<p>Ja, okei, ha det godt!</p>



# Appendix **K**

## **Interview: Mobile Network Operator 1B**

This appendix includes the transcript of the interview with a representative from one of the three mobile network operators in Norway. The informant works in a group responsible for looking at NGN, and shares experiences and opinions on NGN from the perspective of an MNO.

This appendix is written in Norwegian. The letter "I" indicates that the interviewee is speaking. The letter "M" indicates that the interviewer, Marius, is speaking.

ID	Speaker	Comment
1	M	Velkommen, og tusen takk for at du ønsker å stille på intervju.
2	I	Bare hyggelig!
3	M	Da kan vi starte med deg. Hva er din stilling, og hva går stillingen ut på?
4	I	Min stilling, jeg har akkurat begynt ny jobb internt i [operatør]. Frem til 1. Februar har jeg vært ansvarlig for regulatorisk og myndighetskontakt i [operatør]. Det har jeg vært i mange år. Gjennom mitt arbeid der, i kraft av den stillingen, var jeg også kontaktpunkt med DSB og Nkom i forbindelse med RFI-prosessen, men også før det, i forbindelse med vurderingen av om 700 MHz-båndet skulle gå til mobiloperatørene eller være et dedikert spektrum for Nødnett. Jeg har ledet disse prosessene internt, sånn som myndighetsansvarlig og regulatorisk ansvarlig. Fra 1. Februar har jeg fått en ny rolle hvor min jobb er å koordinere interne og eksterne aktiviteter knyttet til fremtidens Nødnett. Jeg er ansatt i en avdeling som stort sett jobber på wholesale-siden, mot alle grossist-kundene. De andre store offentlige anskaffelsesprosjekter ligger typisk i en divisjon som håndterer business-segmentet. Enn så lenge er det ikke en kunde, eller bestiller, det er ikke tydelig krav-spesifikasjon, så vi håndterer det som et område hvor vi vet at det vil komme forespørsler til oss. Det vil være krav til interaksjon, krav til at vi har innsikt i kompetanse til det som er spesielt for Nødnett, altså Mission Critical-type tjenester. Som ikke vi har i tradisjonell kommersiell virksomhet per i dag.
5	M	Da blir det jo litt mindre faste rammer, ettersom man ikke helt vet hva man går til?
6	I	Ja, de har ikke kommet ut med sine egne vurderinger, det ligger fremdeles hos regjeringen, denne konseptvalgutredningen, og kvalitetssikringsrapporten, er unntatt offentlighet. Vi vet ikke hvilken modell de ser for seg å implementere.
7	M	Ja, dere skulle sikkert veldig gjerne sett denne dere og, denne KVUen.
8	I	Ja ikke sant. Det kommer vel snart får vi håpe.
9	M	Hva er din generelle erfaring med Nødnett, og på en måte kunnskap om det? Altså dagens Nødnett.
10	I	Jeg jobbet i konsultentselskap som het [navn] for mange år siden. Da var jeg engasjert konsulent inn i å jobbe med TETRA-nettet, før det ble besluttet at det skulle være offentlig anskaffet, så var jeg med på å se på hvordan man skulle -. Både teknologivalg, hvordan interaksjon med brukerne skulle være, så skulle jeg se på Nødnetteffekten som vi har nå, synergien mellom de ulike etatene.

		Jeg var med litt i begynnelsen, og så har jeg fulgt ganske mye med opp gjennom årene også. I forbindelse med RFlen så har jeg lest alt som har kommet fra dem, og vært med på å svare opp ut ifra [operatør] sin side. Jeg har en generell god innsikt i det meste rundt Nødnett, men jeg husker ikke alle detaljene, med krav til oppkoblingstid og sånne ting.
11	M	Spennende, da har du ihvertfall litt erfaring med Nødnett i seg selv. Det er jo bra. Jeg vet ikke hvor mye erfaring du har med det med dekningsutfall, som forårsaket av ekstremvær, men jeg kan ihvertfall stille et spørsmål om du vet om noen situasjoner der mobilnettet har vært utilgjengelig, hvor det har forårsaket noen farlige situasjoner. Du har for eksempel i høst, dekningsutfallet i Vestfold-Telemark, kjenner du til detaljene rundt det?
12	I	Nei, det rapporteres ikke i min slynge i det hele tatt. Du sa også innledningsvis at du skal se på dekning og dekningsutfall og re-etablering av dekning. Hvis du etter samtaler med meg ønsker å snakke mer med de som jobber mer direkte operasjonelt, så kan jeg godt se om jeg kan finne en kontaktperson for deg internt i [operatør] for deg altså.
13	M	Det kan også absolutt være relevant! Men da skal jeg ihvertfall ikke stille de spørsmålene direkte om dekningsutfall. En annen ting som er relevant, i og med at dere jobber med fremtidens Nødnett, og fremtiden generelt, 5G, og så videre, hvordan ser du for deg at ekstremvær vil spille en rolle i fremtiden? Har du noen tanker rundt det?
14	I	Jeg tenker at det er veldig, det vil spille en rolle. Vi ser at klimaendringene setter nettet på prøve mye hardere enn tidligere. Jeg ser at noe som definitivt må taes hensyn til i design og videreutvikling i nettet. Både det med å finne rotårsaken til utfall, og sette inn tiltak for å sikre videre drift, eller å ha redundante løsninger som kan ta over for utfall av en basestasjon. Kanskje en annen basestasjon kan ta over for den, med overlappende dekning. Så det er definitivt, vi ser jo også at samfunnet er mer og mer avhengig av mobil kommunikasjon. [operatør] har også hatt programmer de siste to-tre årene hvor vi fjerner kobber, som er basert på mange år gammel teknologi. Veldig mange av disse husstandene som har kobberaksess ligger veldig grisklendt til, de har ofte fått etablert fiberbasert tilknytning til husstanden. Noen få steder, noen butikker, har fremdeles en kobberaksess frem til seg som hovedforbindelse for de applikasjonene de har eller tjenestene de bruker. I forbindelse med at kobber forsvinner, så ser vi at vi bygger erstatningen ofte er en mobil løsning, istedenfor. Det medfører igjen også forventninger om at mobilnettet skal være oppe til enhver tid.
15	M	I dag så er det krav om 2-4 timers reservestrøm i mobilnettene. Du har også forsterket ekom som har enda mer reservestrøm i de mest strategiske områdene, men generelt, så har jo ikke mobile basestasjoner, eller

		basestasjonene i mobilnettet, samme krav til reservestrøm som TETRA har i dag, som er på 8-48 timer. Vet du om det kommer til å gjøres noe med denne reservestrømmen i fremtiden, med tanke på at Nødnettet vil være basert på det mobilnettet?
16	I	Jeg tenker det er en av de tingene som kravstiller til mobiloperatørene ved å kjøpe tjenester i mobilnettet må rette til operatørene. De må selv gjøre seg vurderinger på hvor det er behov for mer enn 4 timers reservestrøm. Gitt overlappende dekning. Og hvis de ser at det er mange lokasjoner hvor de mener at her må det være mer, så er det noe de må stille krav om, tenker jeg. Til mobiloperatørene, som da igjen må kunne prise dette tilbake til dem, og si at dette kan vi stille opp med, for deres behov, og da koster det så mye.
17	M	De kommer med det i anbudet.
18	I	Ja.
19	M	Det er ikke krav dere forholder dere til helt enda?
20	I	Nei, for ut ifra kommersielle behov og krav, så er ikke det noe som vi ser på som veldig tvingende nødvendig.
21	M	Det er forståelig. Vi kan gå videre til hjertet av oppgaven min, som er det med å gjenopprette alternativ kommunikasjon, dersom mobilnettet først har falt ut. Og da kan jeg starte med, har dere gjort dere noen tanker om hvordan brukerstyret til Nødetatene vil se ut og fungere? I fremtidens Nødnett.
22	I	Jeg skjønnte ikke helt spørsmål A og B på spørsmålstillingen din.
23	M	Har dere noen tanker om hvordan brukerstyret til nødetatene vil se ut og fungere? Vil det være en helt vanlig smart-telefon?
24	I	Men hva hadde det med første halvdel av spørsmålet å gjøre, at mobilnettet faller ut?
25	M	Åja, i forhold til hvilke løsninger som er mulige, hvilke løsninger som, er det en helt vanlig mobiltelefon med vanlig mobildekning, så må man ha frekvenser som kan fungere med en sånn mobiltelefon. Men dersom du har satellitt-kommunikasjon i mobilenheten, så har man en helt annen mulighet. Litt sånn innledningsvis hvordan de vil fungere, og hvilke tjenester som er mulige.
26	I	Vi ser jo for oss at de terminalene som nødetatene vil bruke vil være samme type terminaler som man ellers bruker i et vanlig 5G-nett, men de vil være spesialtilpasser for deres behov, med kanskje mer ruggedized, mer robust, mer varmebestandig, tåler mer vann, og hard medfart. Det er klart at de er avhengige av samme kommunikasjon med basestasjonene, for å kunne

		kommunisere innover i nettet. Så hvis basestasjonene slutter å sende signaler, så vil de miste kommunikasjon innover. Men så har du igjen de spesial-løsningene som er for Nødnettsbrukerne, direct mode, proximity services. Det gir dem en helt annen løsning for å kommunisere seg i mellom. Det ligger mer i funksjonaliteten og utstyret selv da. Som ikke har noe med gjenopprettelse av mobilnettene å gjøre. Men det er det som er fordelen ved at man benytter seg av 5G og LTE, er jo akkurat at de får en skalafordel på terminal-produksjonssiden.
27	M	Ja ikke sant. Og du nevnte proximity services, det er også definert for 5G i dag, men vet du om det kommer til å bli tatt i bruk? Om det kommer til å bli implementert i 5G-nettet?
28	I	Jeg tenker at det vil være noe som nødnetatene vil ha behov for. Det er noe, når de stiller krav til, eller går ut med anbudsforespørsel til mobiloperatørene, så vil det være krav de har for at mobilnettet skal levere. Skal vi levere, og det er kommunikasjon som vi ellers ikke har tatt inn, det vil være kostnader forbundet med det også, ikke sant.
29	M	Og så har du det som heter, det blir kanskje det samme svaret, men IOPS, det finnes i LTE i dag, men er ikke definert for 5G enda. Det vil også være en viktig funksjon i likhet med LST i TETRA. Som gjør at du er ikke avhengig av forbindelse fra basestasjon til kjernenett for å levere lokal dekning til brukerne. Hvordan ser du for deg at en sånn løsning kan gagne brukerne i fremtidens Nødnett?
30	I	Det er jo som du sier, at de vil kunne kommunisere lokalt dersom kommunikasjon i aksessnettet eller bakom mot transportnettet, blir brutt. At de da vil kunne håndtere kommunikasjon internt i et område hvor de er på et skadested. Så det er jo en fordel for dem å ha den muligheten. Og det blir noe som vi må levere på, for å kunne være en relevant aktør som kan ivareta Nødnetatenes behov.
31	M	Er det mulig å opprette en sånn løsning, dersom det ikke blir spesifisert av 3GPP?
32	I	Jeg tror det meste er mulig teknisk, men jeg tror det er lite ønskelig for noen å fravike 3GPP-standardiseringen. Da blir det plutselig fort en veldig, du introduserer mer kompleksitet som igjen introduserer mer kostnader, som igjen gjør det vanskeligere å dra nytte av fordelene av å være på et standardisert nett, når det kommer til innovasjon, breddefordeler, skalafordeler, på utstyrssiden og terminalsiden. Og videre også hvis det er sånn at det vil være flere aktører som har delleveranser i totaliteten av Nødnett-prosjektet. Hvis ikke det er standard grensesnitt, så vil det være vanskeligere å sikre at du har den ende-til-ende-kontrollen på tjenesten som leveres.

33	M	At det blir litt skummelt å introdusere en helt annen teknologi?
34	I	Ja, eller at du kan åpne for en større angrepsflate ikke sant, som gjøre at du kan kompromittere større deler av nettet som du ellers hadde gjort om du sikret at du hadde hatt kontroll på alle grensesnitt hele veien.
35	M	Dere har jo i dag noe som heter Cells on Wheels i mobilnettet. Er dette noe dere ser for dere å fortsette med å fortsette i 5G-nettet for å kunne understøtte fremtidens Nødnett?
36	I	Ja, absolutt, vi har det jo fordi vi har sett at vi har et kommersielt behov for det, og det behovet vil bli enda større når DSB skal benytte seg av vårt nett, ikke sant. For Nødnett fremover, så det jeg tenker, det er også noe som vi helt sikkert bør stille krav til, hvor mange sånne Cells on Wheels, eller hvor lang utrykningstid skal man kunne ha for å komme frem til et skadested hvor man har behov for å re-etablere dekning.
37	M	Hvor mange skal man ha, hvor skal man ha dem?
38	I	Ja enten det, eller om du skal se på en tidsdimensjon. Det skal ikke ta mer enn tre timer for eksempel, uansett hvor ulykken skjer, skal det ikke ta mer enn tre timer å komme seg dit. Da har du med med hva slags type reservestrømslager, og avstand og deployables.
39	M	Ikke sant. Hvis du kombinerer det med reservestrøm, så har du kanskje mulighet til å sikre kontinuerlig tjeneste uten noen avbrudd, hvis du rekker å få ut en sånn tjeneste før strømmen går. Spennende. Har dere noen andre tanker om hvordan kommunikasjon kan gjenopprettes dersom det forekommer et lokal eller regional dekningsutfall? At man mister en større cluster av basestasjoner.
40	I	Vi har noen piloter på droner. Basestasjoner i droner, for å fly opp. Det har vi noen piloter på, men hvor langt de har kommet i, at man har nærmet seg noe som kan være kommersialisert, det vet jeg ikke. I Forsvaret, så er det også noen piloter på det. Forsvaret ligger jo litt foran DSB på å pilotere på funksjonalitet i de kommersielle nettene for å dekke Forsvarets behov også. Der har vi flere co-creations-prosjekter. Der er det også noen sånne piloter på å re-etablere dekning i områder som har mistet dekningen.
41	M	Forsvaret er jo ganske kyndige på dette med kommunikasjon selv. Både det å få satt opp releer, og det som er. For å få dekket områder hvor det ikke er dekning ellers. En annen ting jeg også ser på, det er mulighet for å bruke satellitt som backhaul til kjernenettet dersom det er fiberen som ryker, eller basestasjonen i seg selv har mistet strøm og ikke fungerer. Har dere sett på bruken av satellitt som en alternativ kommunikasjonskanal?

42	I	Det tror jeg de har sett på på Svalbard, på sånt backup-scenario. Der er man avhengig av at fastlandskabelen som ligger i Nordsjøen ikke ryker, men om den ryker, så ser man på muligheten med backupløsning med satellitt. Det har vi også noen piloter på.
43	M	Det som kanskje er litt utfordrende med Svalbard, er at det bli såpass langt nord, at hvis du skal bruke geostasjonære satellitter, så blir det kanskje litt vanskeligere å få tilkobling med den satellitten.
44	I	Ja, og så går det kanskje ikke akkurat på utfall av en basestasjon, men utfall i fastlandsfiberen.
45	M	Ja ikke sant. Men har dere radiolinje til Svalbard?
46	I	Nei.
47	M	Også på Svalbard har dere kanskje også sett på dette med at Svalbard har sett på løsningen for å ha et lokalt og autonomt nett, dersom fiberen skulle falle ut. Vet du noe om det?
48	I	Det er vel et krav. At det lokalt autonome nettet fungerer på Svalbard, om fastlandsfiberen skulle ryke. Men da har du mistet muligheten til kommunikasjon til fastlandet.
49	M	Jeg har sett på en annen løsning, som jeg har valgt å kalle automobile basestasjoner, som er en kombinasjon av autonome og mobile basestasjoner, som for eksempel kan kobles opp på en brannbil, for eksempel, litt likt DMO i TETRA. Da har du muligheten dersom basestasjonene er helt utilgjengelige i et større område, å kjøre ut utrykningskjøretøyene som i seg selv kan fungere som mobile basestasjoner med potensielt satellitt som backhaul. Har du noen tanker om en sãnn type løsning? Er det gjennomførbart, eller hva er de største utfordringene med det?
50	I	Altså, det er ikke noe som vi har diskutert det, men jeg ser for meg utfordringen med det, at det vil være typiske nettoperørers utstyr som plasseres på offentlig etats transportmiddel. Det kan skape litt uklart ansvarsforhold. Hvor ofte bruker man det, hvordan sikrer man at det er konfigurert med siste programvare, så når det er behov for å ta det i bruk, så er den interoperabel med resten av nettet på en tilstrekkelig måte. Jeg ser for meg sãnne typer utfordringer som kanskje ville være litt vanskelige å ha god nok kontroll på. For [operatør] sin del, så er det viktig at, vi tar gjerne ansvar for en total løsning, men det kreves også at vi har kontroll fra ende til ende, på utstyr og tjenesten som leveres.

51	M	Det er et godt poeng. Et alternativ til det, det er hvis det er basestasjonen eller repeateren som er montert på kjøretøyet, er nødetatene sitt eget, som også har forbindelse med satellitt, og deretter inn til kjernenettet til [operatør]. Da vil ikke utstyret til operatøren være montert. Det er en annen løsning å se på. Men det er et veldig godt poeng, akkurat det der, dersom det skulle vært deres eget utstyr på utrykningskjøretøyet. Enten det er politisk konflikt eller ansvarskonflikt.
52	I	Det er nok mye mer sånn at vi måtte hatt en mye tettere dialog eller avtale med etatene som er der ute. Enn så lenge forholder man seg stort sett med DSB, så er det DSB som har dialog med brukerne. Jeg tror vi ville hatt en mye mer integrert avtale mellom leverandør av nettet og brukerne av utstyret.
53	M	Videre til minimumskravene til kommunikasjonen. Fra brukernes perspektiv. Hvor viktig er det å prioritere vanlig kommersiell trafikk, i forhold til nødetatenes trafikk, fra deres perspektiv? Dersom man må komme opp med noen alternative løsninger i et område.
54	I	Hvis vi blir tildelt ansvaret for å være Nødnettet, så vil det ha førsteprioritet. Da vil det være det som er viktigst. Da trumfer det alt.
55	M	I forhold til, la oss si at det er såpass begrenset at man kun har nødetatene som har kommunikasjon gjennom disse kanalene, går det an, hvordan kan man få prioritert disse som forsøker å ringe 110, 112, 113? Det er jo viktig for dem også å kunne be om hjelp, sånn at nødetatene kan gjøre jobben sin.
56	I	Det kommer jo an på, la oss si at kapasiteten var sprengt, slik at man ikke i utgangspunktet har mulighet til å sette opp talekanaler. Det har jeg vanskelig for å se for meg at vi kommer til, i forhold til kapasiteten. Den er stort sett veldig, veldig god. Men skulle det være tilfellet, så er det å ringe nødetatene nett-uavhengig. Er du kunde av en operatør, og alle radioressurser er beslaglagt for nødetat, hvis du da ringer 112, så vil du da kunne gjøre det på en annen operatør sitt nett. Da har du redundans på den måten der.
57	M	Det er kun 112?
58	I	Jeg tror det, jeg er litt usikker på akkurat det, om det er alle eller bare 112. Men det er fort gjort å finne ut.
59	M	Det er sant. Og hvis du kommer til 112, så er vel ikke verdens vanskeligste oppgave å sette over til riktig etat.
60	I	Nei, men det er litt å gjøre med brukeropplæring, ikke sant. Om det kommer en situasjon og du ikke får kontakt med eget nett. Men, du får ofte opp på display at, for eksempel, hvis du tar ut simkort, så kan du fortsatt ringe. Det er også mulig at det finnes noen måter å prioritere den slags trafikk på. Da må jeg grave



		ned i spesifikasjonene på 3GPP-standarden på en måte, i forhold til prioritering av trafikk. Men for å være helt ærlig, så har jeg vanskelig for å se at det skal være kapasitetsbegrensninger som gjør at man ikke får nok taletrafikk. Da er det vel begrensninger på mottakssiden. Det så man på Utøya. Da var det operatørene som ikke var mange nok.
61	M	Ja at de rett og slett var for få på jobb der.
62	I	Da gikk all trafikken til det mottaket på Sundvollen. Der var det bare en som satt og skrev ned ja.
63	M	Det var vel virkelig første testen for Nødnett også det. Utøya.
64	I	Da var det ikke ferdig utviklet, ikke sant. Det var utbygget i Oslo, så der kunne nødnetatene samvirke. Men i Hole kommune, så var det ikke ferdig utbygget, så der brukte man de gamle, isolerte nettene?
65	M	Helsenett, og sånn?
66	I	Ja.
67	M	Ettersom dere jobber med fremtidens Nødnett, hvilke funksjoner anser dere som mest kritiske for brukerne, ved utrykning? Er det tale? Man har MCX -
68	I	Det er vanskelig for oss kanskje å ha den helt gode innsikten, for vi har ikke vært i så tett dialog med brukerne enda. Men jeg leser jo, jeg har lest at fremdeles, aller aller viktigst, ved utrykning, er muligheten til å kunne kommunisere tale. Snakke sammen. Det er det aller, aller viktigste. Men jeg ser også, jeg var med på disse Nødnettdagene rett før jul, og ser hvor mye det snakkes om det å kunne skaffe seg situasjonsforståelse. Hva er det som skjer, hvor skjer det, hvem er det? Det å kunne ha gode verktøy for å få situasjonsforståelse av hvor utfordringen ligger, det er veldig viktig. Det har både med hvilke ressurser som er på stedet, og hvem som er på vei. Men også ha oppdaterte kart-applikasjoner, kart, slik at for eksempel ved Gjerdrum-caset, slik at man blir rettleidet til å kjøre den veien så man faktisk kommer frem, og ikke veien som ligger på Google Maps, fordi veien har rast ut.
69	M	Ja, det var den brannbilen. Jeg så Nødnettdagene selv, det var veldig interessant. Brannbilen som kom til en ødelagt vei.
70	I	Og dette med kartapplikasjonen, ikke sant.
71	M	For det er også mange som sier at tale er det viktigste. Men igjen, så kan det være fordi det er tale de er vant med i dag. At det er måten de skaper seg situasjonsforståelse raskest i dag, med løsningene vi har i dag. Det er klart, med 5G, og MCX i fremtiden, og de mulighetene man får gjennom et 5G-basert

		Nødnett, så får man en helt annen forutsetning for å raskere skaffe seg situasjonsforståelse. Har du noen tanker rundt de løsningene der? Hvilke forventninger som kan komme i tillegg til MCX, for eksempel, i fremtidens Nødnett?
72	I	Nei, men jeg tror nok at det er alt det som kan være med på å skape best mulig bilde av situasjonen. For eksempel dette med droner, ikke sant, som kan fly, flere droner kan være i luften samtidig, og kunne belyse området fra ulike vinkler, med ulik informasjon som går tilbake til dem som skal gå inn i et område, og gripe inn. Også dette med augmented reality, virtual reality, røykdykkere som går inn i bygninger som kanskje er helt tette av røyk, og ikke kan navigere ut ifra det visuelle. Det vil komme mer typer hjelpemidler som gjøre det mindre farlig for de som er ute i skarpe oppdrag.
73	M	Og det kan også endre hele, det vil selvfølgelig endre måten nødnetten utfører oppdragene sine på. For eksempel, hvis de blir vant til videostreaming av pasienter på ulykkessted, så blir det kanskje enda mer kritisk om de mister den formen for kommunikasjon ved dekningsutfall. Det blir enda mer, de blir enda mer i mørket.
74	I	Ja, det er akkurat det, ikke sant. Det er litt det samme som, ungdom i dag, som ikke kan kart og kompass, fordi man alltid har Google Maps på telefonen.
75	M	Nettopp! Hvis de ikke har telefonen lenger, så kommer de seg ikke hjem. Det er veldig interessant å prate med flere brukerne også, fra de forskjellige nødnetten i forhold til hva som er den viktigste funksjonen deres i dag. Det er tale. Og så prater vi om hvilke løsninger som kommer i fremtiden, og hva blir det aller mest kritiske om 10 år. Da kan de ikke svare lenger, da må de tenke litt. Det blir jo en helt annen, man blir mer sårbar hvis man mister nettet i fremtiden også. For min del, som skal se på alternative måter å gjenopprette kommunikasjon på, så må jeg ha et bevisst forhold til det. Det er ikke nødvendigvis nok å få på plass en løsning som støtter tale. Det kan hende de vil trenge mer enn det.
76	I	Ja. Personlig så har jeg veldig tro på å ha en sånn satellitt-backup også.
77	M	Ja du har det?
78	I	Ja, det er personlig. Det ser vi også med krigen i Ukraina. Hvor viktig det er å ha den muligheten til å kommunisere når det på bakken blir skutt sønder og sammen.
79	M	Det er et veldig godt poeng. Tidligere i dag snakket jeg med Nkom om akkurat dette her. Vi hadde en lenger prat om satellitt, og det virker som det er mye potensiale i akkurat det. Det blir nok et tema jeg kommer til å bruke mye tid på

		fremover også, å se på mulighetene som er der. Det er klart, den største utfordringen med mobilnettet i dag, det er strømutfall, som etterhvert fører til dekningsutfall, i form av at basestasjonen ikke har strøm lenger. Da må man få muligheten til å prate med operasjonssentraler via andre kanaler.
80	I	Jeg tenker det å, du kjenner til kanskje til [person], jeg vet ikke om det var han du snakket med i Nkom.
81	M	Nei.
82	I	Fordi, de har laget en rapport basert på Olav Lysnes tidligere vurderinger om sårbarhet i nettene, hvordan de ser på alternativer for å opprettholde kommunikasjon, spesielt i transportnettet. Noen av våre innspill som jeg tror er viktig for samfunnet som helhet, det er å prøve å unngå at strømmen faller ut, både i transportnett og til basestasjonene. Det er det beste forebyggende tiltaket man kan gjøre. At man kommer i gode avtaler med lokale kraftlag, og at -. For eksempel, rydder traseene langt linjene, som strømførende linjer, slik at ikke trær velter ned.
83	M	Det var jo det som forårsaket dekningsutfallet i Vestfold-Telemark i fjor høst. Det var jo trær.
84	I	En ting er at det er veldig fint å ha backup for å re-etablere dekning dersom det faller ut, men det aller beste er å forebygge mest mulig slik at dekningen ikke faller ut.
85	M	Jeg er jo helt enig, forebyggende tiltak er jo det viktigste, og jo mer forebyggende tiltak, jo mindre relevant blir løsningene som jeg ser på, men i utgangspunktet må man ta høyde for at alt likevel kan skje. Er det Nkom-rapporten du tenkte på, Robuste transmisjonsnett for Norge mot 2030? Ja, den har jeg sett en del på. Det er kjempespennende. Generelt, hvilke fordeler ser du for deg, i forhold til å ha et 5G-basert Nødnett, kontra å ha dagens TETRA-nett?
86	I	Det er jo store fordeler på kostnadssiden. De får dra nytte av synergien det er ved at du har eksperter på alle nivåer, som både driver innovasjon og videreutvikling, kontinuerlig oppgradering, slik at tjenestene hele tiden ikke stagnerer, men blir bedre og bedre. De norske mobilnettene, definitivt [operatør] i særdeleshet, er blant verdens beste når det kommer til dekning, men også kapasitet og hastighet. Det skal store investeringer for å ha et nett i verdensklasse, som [operatør] har. Man skal ha en helt oppdatert kompetanse for å sikre nettene så godt som [operatør] nå gjør. Den sikkerhetsorganisasjonen som vi har bygget opp, [fjernet], at nettet er robust, ikke bare for fysiske angrep eller ekstremvær, men at man har den motstandsdyktigheten innenfor cyber-domenet. Det tror jeg ville vært veldig

		ressurskrevende å ha det på et dedikert privat Nødnett, som ikke kan nyttegjøre seg av den kompetansen som vi har. Det er veldig begrensede ressurser. Det er vanskelig å få tak i de kloke hodene der.
87	M	Ja, og du har ikke kundene på den samme måten som man har i mobilnettene heller. Mobilnettene totalt sett har jo 5,5 millioner kunder. Det er et helt annet volum enn hva Nødnett har. Pluss at man kan være med på utviklingen videre også, den dag 6G kommer for eksempel, så er man oppdatert med en gang.
88	I	De er på innovasjonstoget med en gang. Det er det man har sett med TETRA. De har stagnert på innovasjon. De er gode på det de har, men de har ikke klart å videreutvikle seg i takt med behovet til brukerne.
89	M	Ja det har jo fått litt kritikk underveis, at det var utdatert allerede da det kom for eksempel. Det vil ikke være tilfellet med 5G.
90	I	Nei. Men man skal ikke undergrave kompetansebehovet altså. Å ha den sikkerhets-kompetansen for å kunne jobbe hele tiden for motstandsdyktighet i forhold til cyber-attacks, det er krevende. Det kreves mye, og det er veldig få kunder som er villige til å betale for det. Bortsett fra den dagen de ser at de har blitt attackert, at det hadde lønt seg å være litt mer forebyggende.
91	M	Det blir jo litt som å investere i noe du aldri ser, kontra å investere i noe som er nytt. Man investerer i noe som forhåpentligvis aldri har en synlig effekt. Men man ser jo at det blir viktigere og viktigere fremover det også. Personlig også, jeg synes det er veldig gøy å være med på den utviklingen der. Det er informasjonssikkerhet jeg spesialiseres i selv. Det er utrolig spennende og viktig.
92	I	Ja visst er det det.
93	M	Vet du hvor jeg kan finne noen rapporter på utilsiktede hendelser i mobilnettet? Er det Nkom-rapporter primært?
94	I	Ja, det tror jeg faktisk det er.
95	M	Er det noe annet du ønsker å legge til, i forhold til oppgaven jeg skriver?
96	I	Jeg tenker bare på det vi snakket om i stad. Det er mye billigere å sikre det som ikke skjer, enn å reparere det som har skjedd. Jeg tenker at forebyggende, at det er ut ifra Nødetatenes perspektiv, så er det lurt å tenke sånn. Det å ha beredskap å kunne gjenopprette når det er bortfall, det krever også sitt, men det. Det vi ikke har snakket om, det er alternative strømkilder og sånn. Du har offgrid-løsninger, du har løsninger som ikke baserer seg på elektrisk strøm, men som kan gå enten på vindmølle, solcellepanel, alternativ fornybar energi.

97	M	Så man ikke er helt avhengig av transmisjonsnettet? Eller strømmnettet?
98	I	Strømmnettet ja. Det er også noe som kan være en løsning, eller som kan være en redning, enkelte steder, hvor strømmen går. Men det er også en sånn teknologi som er i utviklingsfasen. Det er tidlig i utviklingen, så det kan kanskje være interessant for deg å bore litt mer ned i det, hvilke løsninger finnes der. Og når vil de være modne for å -. La oss si i områder vil det være et krav om at det skal være en viss andel off-grid-løsninger som da ikke vil være berørt at et strømutfall i området. Det kunne kanskje vært interessant for deg.
99	M	Om det ikke 100% hindrer strømutfall, så kan det ihvertfall forlenge oppetiden, mens man venter på en nødløsning. At om man istedenfor å ha 4 timer reservestrøm, så får man 6-7.
100	I	Man kunne kanskje sett for seg at man skal ha dieselaggregat fløyet ut. Men det er det miljøaspektet også. Det er ikke akkurat en ønsket situasjon å ha masse store dieseltanker overalt. Noe annet som også er interessant, er at dersom du har et strømutfall, og du har begrenset reservestrøm, så er det om å gjøre å være effektiv om bruken av den strømmen, så dette med at hvilke tjenester kan du koble ut for å sikre at de viktigste tjenestene kommer gjennom, eller at det varer lengst mulig? Jeg vet ikke om du ser noe som helst på det.
101	M	Det er andre som også har nevnt det. Jeg skal absolutt se på det. Da handler det om å skru ned effekten, eller koble ut enkelte frekvenser. Det er kjempepoeng. Har du noen siste generelle tilbakemeldinger til meg?
102	I	Nei, men hvis du vil bore litt mer om dette med transportable Cells on Wheels, og du tenker at du gjerne skulle snakket med noen som sitter mer konkret og jobber med det, så må du bare komme tilbake til meg, så kan jeg sette deg i kontakt med dem.
103	M	Tusen takk, det er mulig det blir aktuelt ja! Da sender jeg deg en mail, hvis jeg får behov for det. Men tusen takk for at du ønsket å stille til intervju.
104	I	Bare hyggelig, og du må ha masse lykke til med oppgaven!



# Appendix **I**

## **Interview: Mobile Network Operator 2**

This appendix includes the transcript of the interview with a representative from one of the three mobile network operators in Norway.

This appendix is written in Norwegian. The letter "I" indicates that the interviewee is speaking. The letter "M" indicates that the interviewer, Marius, is speaking.

ID	Speaker	Comment
1	M	<p>Da er opptak i gang. Jeg kan jo begynne med å introdusere meg selv og oppgaven min. Jeg heter Marius Aune, skriver masteroppgave for DSB på NTNU, innen kommunikasjonsteknologi og digital sikkerhet. Jeg skriver oppgave om fremtidens Nødnett, og hvordan dette kan gjøres med robust, eller hvordan man kan finne alternative løsninger til kommunikasjon dersom mobilnettet i seg selv får dekningsutfall. Dagens Nødnett er basert på TETRA-teknologien, og implementert i en avtale mellom Motorola og DSB som går ut i 2026. Da skal man ta et valg om man skal gå videre til en ny teknologi eller fortsette med TETRA. Går man videre så er det sannsynlig at 5G blir arvtageren med alt sitt potensial. Oppgaven min handler om dette fremtidens Nødnett, det 5G-baserte, og ser på det faktum at i dag er ikke mobilnettene like robuste som TETRA, i og med at TETRA er bygd robust. Jeg skal se på hvorvidt fremtidens Nødnett kan være mer utsatt for dekningsutfall som følge av ekstremvær. Jeg ser da på løsninger for å gjenopprette kommunikasjon etter dekningsutfall, og vil derfor vite litt om hvordan ekstremvær påvirker mobilnettet, hvordan alternativ kommunikasjon kan gjenopprettes, og hva som er minimumskravene til denne kommunikasjonen. Hva disse løsningene må kunne bære. Da kan vi starte med deg, hvem er du og hva jobber du med?</p>
2	I	<p>[Navn], chief network architect for [operatør], på norsk blir det vel noe i retning sjefsarkitekt. Jeg har ansvar for mobil- og fastnett-arkitektur i Norge, for [operatør]. Jeg har vel 25 år erfaring fra mobil, startet med det i 1997. Da 2G var hot. Før du hadde pakke-data på 2G. Jeg var med på innføringen av GPRS i 2001. Jeg har en bakgrunn som er ganske mobiltung, kan du si.</p>
3	M	<p>Har du noe erfaring med Nødnett også?</p>
4	I	<p>Jeg var den som var med på å skrive [operatør] sitt svar på RFI for det som var fire år siden. Ja. I forhold til løsning på neste generasjons Nødnett, med [operatør] sitt løsningsforslag. Jeg har brukt mye tid på å kikke på standardisert funksjonalitet i 3GPP-regi, det som går i det kommersielle mobilnettet, for å gjøre det samme som TETRA gjør. Feature-parken, med tilleggstenester, som kommer som følge av at du har høyere overføringskapasitet, video og den type ting. Nyvinninger i QS-strukturer i nettet, for å støtte dette. Både hva som er standard, og hva som faktisk må legges til, for det er en ting. Bare fordi det finnes i standarden, betyr det ikke at du får kjøpt utstyr som kan det. Det må implementeres. Det betyr at leverandøren må prioritere å implementere det, og da må det være en etterspørsel. Det er den første usikkerheten vi har, i forhold til Nødnett i 5G. Og du innledet med at neste generasjons Nødnett vil være 5G-basert. Men vil det det? I Norge har man basert seg på at det skal gjøres i det kommersielle mobilnettet. Per i dag, finnes ikke Nødnett i 5G. Standarden</p>



		<p>støtter ikke det i 5G, egentlig. Nødnett-funksjonaliteten trenger støtte av et IMS-core, et SIP-core. På toppen av pakke-datanettet du velger å bruke. Det du har i dag, er tilstrekkelig funksjonalitet i 4G-nettet for å støtte alt Nødnett trenger. Merverdi av 5G, som det ser ut nå, er tvilsom. I forhold til 4G. 5G bringer ikke så mye mer. Enda, enda er viktig. Men vi forventer at standardiseringen vil gå videre, at vi vil få mer funksjonalitet for lokal overlevelse, lokal autonomi, i 5G-nettet. Basert på det 5G legger opp til, at du kan skyve kjernenett-funksjonaliteten lenger ut. Det vi ser er at lokal overlevelse, altså håndsett til håndsett-kommunikasjon, håndsett-til-håndsett-kommunikasjon assistert av basestasjon, det er ikke implementert i chip-settet til leverandørene. Da spiller det ingen rolle om du bruker 4G eller 5G.</p>
5	M	Snakker du da om Sidelink?
6	I	<p>Ja, både det at du kan bruke, som TETRA gjør i dag, håndsett-til-håndsett som rele, eller at alle under samme basestasjon kan snakke sammen. Den funksjonaliteten er spesifisert, men ikke implementert. I det kommersielle nettet. Men det er spesifisert i 4G, ikke for 5G. Enn så lenge. Men vi forventer jo at 3GPP-standarder vil utvikle seg i den retningen, at alt som finnes i 4G vil få sin tilsvarende støtte i 5G, pluss kanskje litt til.</p>
7	M	Ja de jobber vel med ProSe i Release 18, så vidt jeg har sett?
8	I	<p>Ja, det gjør de. Det er den ultimate overlevelsessevnen, både ved linjebrudd, bortfall av basestasjoner, og forsåvidt for å dekke der du ellers ville hatt dekningshull. Enten det er i grotter eller tunneller. Dette er ting man mister per i dag. Å gå fra TETRA til kommersielle nett, basert på dekningsfunksjonalitet. For det resterende som må på plass for å sørge for at mobildekningen blir like god for å si det sånn, og like robust, som TETRA-dekningen er i dag. Tetra har den fordelene i dag på grunn av frekvensbåndet den opererer i så kan du klare deg med litt færre basestasjoner for kapasiteten den tilbyr gjør at du kan ha færre basestasjoner. Fordelen med det kommersielle nettet er at det bygges innendørsdekning i by, i tunneler, og så videre. Hyppigste årsak til utfall er typisk strømbrytning og linjebrudd. Der har TETRA-nettet en batteribackup og har posisjoner, citer, der de har aggregat-drift. Eller tilknytning til aggregat er mulig, altså opp til 72 timer. I det kommersielle nettet er det fra 2 til 8 timer, i det vanlige. Og litt etter hvilke krav, myndighetskrav, så i tettbebygde strøk er det typisk 2 timer, siden du har en god overflatedekning, og ellers 8 timer. Så har du det som heter forsterket ekom-citer som har aggregat-drift og sånt. Typisk kommunesentre, og den type ting. Det er lagt opp sånn at du har redundante transmisjonsveier. Hvis du skal få samme type robusthet i radionettet, for det kommersielle mobilnettet, så må du velge deg ut ikke alle basestasjoner må ha dobbel transmisjon, men du må ha dekningsstasjoner. I by så er det sjelden et</p>

		<p>problem, for det er så mye overlappende dekning. Det er billig og enkelt å lage redundant transmisjon. Problemet oppstår når du kommer i mindre tettsteder, der du kanskje bare har 2-3 basestasjoner som dekker, da må du bygge ringstrukturer. For å gi basestasjoner en robust transmisjon. Hvis du ser på 5G, som du skal kikke på, 5G krever mye høyere transmisjonshastighet, de legger opp til mye høyere hastigheter. Hovedleveranse-metoden er fiber. Fiber til basestasjon. I dag så er det ganske utstrakt bruk av radiolinje. Hvis du ser opp mot ekstremvær så er radiolinje utsatt for pakketap og denslags, når det blir tett regnvær, sludd, snø, den type ting, og sterk vind som kan få svai. Nå er det ganske god radiolinje-teknologi som overlever, men du får en tjeneste-degradering. Ikke riktig så høy linjehastighet. Men nok til å opprettholde kommunikasjon. Og hvis du ser på hva som er nødvendig for å opprettholde kommunikasjon for nødtjenester, hvis vi forutsetter at Nødnett er implementert i det kommersielle nettet, vil det være en prioritert tjeneste. Det betyr at hvis du får problem med enten strøm, eller transmisjon, konnektivitet til citen, så vil de prioritere nødnett-brukerne. Det du trenger er først og fremst kapasitet for tale. Det er det viktigste.</p>
9	M	I dag ja.
10	I	<p>Ja, men det vil fortsatt være, hvis Nødnett-etater må velge mellom en videostream, eller at alle kan prate, så tror jeg de velger at alle kan prate. Det er need to have, og nice to have. Så kan need to have endre seg litt fremover, men du må ihvertfall kunne prate. Og det er igjen veldig beskjeden kapasitetsbruk. Hvis du ser på kravet til, kall det backup-link, link 2. Link 1 vil typisk være minimum 2,5 Gbit over fiber. Gjerne 10 Gbit over fiber. Backup-link kan tenkes da å være radiolinje for å få diversitet, eller en annen fiberlink, at du har redundant overføring i forskjellig grøft, eller lavbanesatellitt.</p>
11	M	Har du mye erfaring på lavbanesatellitt? Eller tanker om bruken av det i fremtiden?
12	I	<p>Det er dyrt. Skrekkelig dyrt å legge til rette for ute på basestasjoner. Satellitt har så stor forsinkelse, også lavbanesatellitt. Du vil ikke kunne opprettholde normal tjeneste. 5G-nettet er veldig avhengig av en nøyaktig synkronisering, tids- og fase-synk, der vi bruker TDD-bånd. Det er det vi bygger mest av. Vi bygger også i FDD-bånd på 700, og det vil komme mer av det. Da er du ikke riktig så avhengig av så nøyaktig tids-/ fasesynk, men fortsatt er synken viktig del av broadcast. For Nødnett vil måtte basere seg på broadcast av kanaler. Og broadcast innebærer at du må ha synkronisert mellom nabobasestasjoner. Så du ikke forstyrrer noen. Det å oppnå nøyaktig nok synk over lavbanesatellitt, så der. Det betyr også at utstyrsleverandører må støtte satellitt-link. Hvis du ser historisk på det, i 2G så er det støtte for satellitt-link, fordi kravet til forsinkelse ikke er så hårete, og det er laget spesielle implementasjoner for å tillate den</p>

		lange roundtrip-delayen du får på satellitt, men da er det den tradisjonelle satellitten, med 500 ms delay. Og det har vi forsåvidt brukt for mange år siden. Blant annet til Svalbard.
13	M	Ja, når fiberen ryker ut der?
14	I	Ja, men i 3G så ble det borte, og i 4G så har vi det ikke. 4G-backhaul over satellitt? Nei. 5G har heller ikke det sånn åpenbart. Men det vil nok komme. Men kanskje mer andre behov, fordi man ser det at, hvis du går litt utenfor Europa, i litt mer rurale strøk, der dekning er vanskelig å bygge fordi man ikke har strøm eller fibernet, eller den slags ting. Strøm kan alltså løses med solceller og den type ting, men kommunikasjon til kjernet? Ja, kanskje satellitt er det mest økonomisk fornuftige. Sånn in the middle of nowhere. Men det er selvfølgelig en teknologi vi kan dra nytte av, også for å lage en backup for typisk Nødnett-bruk. Hvis du ser på kapasitetsbehovet, så er det relativt beskjedent hvis du skal støtte kun tale. Hvis du legger på video, så blir det selvfølgelig, hvor mange videostreamer skal du broadcast og støtte samtidig, og så videre. Men hvis du ser for deg kapasiteter opp til kanskje 0,5 Gbit, så har du plenty. For Nødnett-brukere. Forutsatt at man bruker prioriteringsmekanismene, slik at Nødnett-brukerne som får bruke nettet, ikke den gemene hop. Og det har vi gode mekanismer for. Både 4G og 5G, der du stenger ut ordinære brukere. Kanskje tillate kun tale, for ordinære brukere. Og selvfølgelig nødansrop.
15	M	Ja, og det er et av spørsmålene mine akkurat det. Hvor viktig det er å prioritere vanlig mobiltrafikk, fremfor den balansegangen der. Prioriteringen mellom nødnetter og vanlig mobiltrafikk. Å oppdatere Instagram er ikke nødvendigvis så fryktelig viktig, men hvis du sitter der i et hus som holder på å falle sammen og trenger hjelp, så er det jo greit å få ringt etter hjelp.
16	I	Det skal du vite, at når du ringer nødnummer, så blir det aldri behandlet som et vanlig samtaleoppsett. Det er en egen radiobærer-type som har en helt annen håndtering i nettet, enn et vanlig samtaleansrop. Det er prioritert i dag, over andre samtale typer.
17	M	For alle? 110, 112, og 113?
18	I	Yes. Det standardiserte er 112, eller 911, alt etter hvor du er i verden. Alt det virker i Norge, men er implementert sånn at nettet sender ut informasjon om hva som er nødnummer i Norge. Og det betyr at alle tre nødnummer i Norge, telefonen vil da ikke- hvis du skriver 110, så slår du ikke nummer 110, men den setter opp en emergency-bærer med et flagg "helse". Nei, brann er det selvfølgelig, hehe. 110 er vel brann det. Det er en spesiell bærertype, men nummeret er ikke med. Og det flagges om det er brann, helse eller politi. Forsåvidt også eCall, det du har i bil, automatisk når du krasjer. Så dette er en

		egen klasse i nettet, som håndteres helt spesielt. Og det kan ringes uten SIM-kort, og fra låste telefoner. Det håndteres helt spesielt i nettet. Men det finnes også en, det radionettet er mest sårbar for, er hvis det er veldig mange personer på et sted, hvor alle prøver å ringe. Det skaper uplink-sperr. Du kommer ikke gjennom til basestasjonen. Da kan du heller ikke implementere prioriteringsmekanismer. Det er det verste som skjer i et radionett.
19	M	Okei, for du kommer ikke til det punktet hvor det prioriteres?
20	I	Nei, du blir ikke hørt av basestasjonen på grunn av uplink-sperr. Men det finnes en mekanisme som er felles, helt fra 2G til 5G, for å løse det problemet. Det heter Access Class Barring. Alle SIM-kort tilhører en aksessklasse. Fra 0 til 9. Også finnes aksessklasse 10, som brukes for nødandrop. Også finnes klasse 11 til 15, som enten kan ha kun nettverks-intern eller nasjonal betydning. Det betyr at nettverket kan si at nå er det så mye last i nettet, at nå skal alle som har aksessklasse 0, 1 og 2 være stille. Dere får ikke lov til å forsøke å få aksess i nettet i de neste 40 sekundene, for eksempel. Så kan det rotere. Der du kan ta en klasse, eller alle klassene. Det er sånn eskalerende. Sånn som vi har implementert det, så skjer det basert på et visst last-nivå i cellene, så starter det en dynamisk nedtrapping av lasten. Ved å be enkelt-telefoner være stille. Men så kan man si, dere må være stille, men dere får lov til å ringe. Samtaler får dere lov til, men man holder databærerne unna. Her finnes mange mekanismer, slik at man kan prioritere lasten. Man styrer det fra nettet, men du får tildelt en aksessklasse som er SIM-kort-basert. Det er liksom siste skanse det. Det betyr at i en ekstremværsituasjon, der du har kommet i en situasjon der du enten går på batteri og vil spare kraft, så kan du stenge ned frekvenser. Stenge ned radioen. Da stenger du bare så du sikker igjen med en frekvens i drift. Og på det viset strekkes batteritiden mye lenger. Du kan regne litt på det, og du kan doble batteritiden på en basestasjon. Rett og slett ved å ta ned radiokapasiteten.
21	M	Og vil du ha nok radiokapasitet for at alle nødnetter kan drive tale på den frekvensen?
22	I	Ja. Og video. Jaja. Men det går litt på hvordan 5G-nettet bygges, men også 4G-nettet. For de bruker samme radio. Og det alle leverandører som bygger i Norge tilbyr, det er radio som dekker 700, 800 og 900 MHz spektrum, det er en radio. Så har du neste som dekker 1800, 2100, 2600. Det er en radio. Og så har du det som er spennende akkurat nå, som er 3,5 GHz-båndet, der du har massive MIMO. Der har du forsterkeren bygget inn i antennen, i en egen radio. Så du må skru av radioen, for det er den som bruker strøm. Og da tar du hele frekvensbånd. Men det betyr at hvis du skrur av alt, bortsett fra 700, 800 og 900, som gir best dekning, så har du fortsatt veldig mye spektrum tilgjengelig for Nødnett-etatene.

23	M	Og da har du de lavere båndene som også bærer bedre og lenger?
24	I	Yes, som gir god dekning og god penetrasjon. Så det er en sannsynlig strategi, for å si det sånn. Når du får strømutfall, så går du kanskje den første tiden med full blast, betjener alle. Men når du observerer etter en halvtime at strømmen fortsatt er borte, da kan du trappe ned. Hvis du ser på strømutfallslengde, så er det kort, eller så er det veldig lenge. Da snakker vi mer enn 6 timer. Så det er litt sånn interessant. I forhold til måten man dimensjonerer. Hvis man ser på ekstremvær, det fører ofte til strømbrydd. Altså, rett og slett at trærne detter over linjene og så videre. Og det tar lang tid å gjenopprette strøm. Det er det typiske. Og da faller basestasjonene ut, de går tom for strøm.
25	M	Ja, det som skjedde i Vestfold-Telemark i høst for eksempel.
26	I	Ja, og det er det erketypiske som skjer. Det som ofte dessverre skjer, det er at gatene der strømlinjene går, der det er skog rundt, der går gjerne fiberlinjen i den samme stolpen. Så når trærne faller, så tar de både strøm og transmisjon.
27	M	Fiberen henger også i lufta faktisk?
28	I	Ja. I hvert fall der du har greenfields, som står ute i terreng, som typisk er de vanskeligste områdene. Hvis du kikker på byer, i Oslo for eksempel, så står det en sendere på annenhvert hus. Det er ikke noe problem. Og de blir ikke slått ut av ekstremvær.
29	M	Det er mer ute i distriktene det er problemet?
30	I	Ja, når du kommer utenfor de største byene, og ser på da over 60,000 som det er en 5-6 av, så er det ikke noe reelt problem. Så hvis den basestasjonen som står utenfor hos deg, så har du sannsynligvis restdekning fra en annen basestasjon. I byer er dette et mindre problem. Det du må sørge for i by, er det at du fortsatt kan ha graveuhell, ikke sant. Så du må bare sørge for at du har men i byer så bygges det ringstrukturer i transmisjonsnett som er, ikke fra basestasjon til basestasjon, men at et antall basestasjoner henger på et knutepunkt som er i en ring. Men det betyr også at du kan i teorien miste en bydel, sånn at du blir uten dekning. Fordi du mister et knutepunkt. Så det er kanskje det mest sårbare. Men det er ikke veldig utsatt for ekstremvær. Og da ligger fiber i bakken, det som står i bygg. Da er det snakk om langvarige strømutfall. De er så lange at disse knutepunktene ikke har batteri lenger. Men da handler det mest om å dimensjonere det opp, slik at de går minst like lenge som basestasjonene. Men fiber er veldig lite energi-kravende. Så det å bygge god batteritid som kan holde liv i fiberutstyret, det er ikke det som er den største løsningen. Det er det å ha nok til å holde liv i basestasjonene. Selve radionettet. Det er det som trekker strøm. Fiber bruker rundt 120 Watt, men radio har mange hundre kiloWatt.

31	M	Det er jo det som er det interessante ute i distriktene. Du er mer sårbar for strømutfall der ute, områdene er gjerne litt mer utsatt generelt for ekstremvær siden det er mer åpent, pluss at selve infrastrukturen står litt mer sårbart plassert.
32	I	Ja, og ofte er det sånn at når du kommer ut i distriktene, så er det få fremføringsveier, selv om mobiloperatørene, vi søker å stå kolokert i samme-hvis noen bygger en hytte og mast, da er det ikke vanlig at nummer to kommer og bygger en hytte og mast 50 meter bortenfor. Du søker innplassering i samme hytte og mast. Og det er et offentlig pålegg. Vi skal søke å være i- vi skal ikke pepre med unødvendig infrastruktur. Vi er nødt til å innplassere oss. Og det veldig mye sånn at vi står i samme punkt. Kanskje en operatør har en basestasjon i tillegg, for å bygge kapasitet nok, så alle har ikke like mange basestasjoner. Men veldig mange punkt er felles. Så det å belage seg på flere nett er en god ide, og det er noe man definitivt bør gjøre, for du kan få andre typer problem som slår ut ett nett, og da kan du selvfølgelig bruke ett av to andre nett som fremdeles fungerer. Med nasjonal gjesting. Så det er også en ting som jeg fra [operatør] sin side, foreslo ganske kraftig, insisterte på, at det ville være galskap å ikke ta i bruk alle tre radionett.
33	M	Man får jo redundans bare der.
34	I	Og du får spesielt redundans i forhold til kjernenettutfall, systemutfall lenger inn i nettet. Det er bare dumt å ikke gjøre det. Vi har den type abonnement allerede i dag, for sivil beredskap, prioritetsabonnement, som har nasjonal gjesting. Og prioritet. Det ville være dumt å ikke la Nødnettet ihvertfall bruke den. Jeg bare tenkte på, nå prater jeg meg ut på vidden, men det vi egentlig skulle prate om var ekstremvær, og 5G, hehe.
35	M	Og primært situasjoner hvor nettet i seg selv er utilgjengelig.
36	I	Men da er det i første rekke vær, alt fra lynnedslag som slår ned i masten, og tar ut elektronikken. Men hyppigst forekommende er strømutfall, og utfall av transmisjon, altså kommunikasjon til kjernen. Det er det som skjer. Det er det som er volumet. Også skjer det noe lenger inn i nettet av og til. Men volumet er liksom på det. Og jordskred er vanskelig selvfølgelig. Men det finnes, vi forutsetter at når Nødnett skal bæres av kommersielle nett, at de kommersielle nettene må robustifiseres. Og det betyr nettopp det at man skal skaffe to transmisjonsveier, uavhengige. Ikke bare en føringsvei inn til basestasjonen. Hvis det kommer et jordskred, eller noe detter over, så har du den alternative veien. Og som jeg sa, vi kan bruke- sannsynligheten for at lavbanesatellitter kan taes i bruk, er stor. Men kosten rår, samtidig.

37	M	Spesielt hvis du skal ha den satellittmuligheten i alle basestasjoner. Og så er ofte problemet at basestasjonen ikke funker i seg selv på grunn av strømmen, og hva skal du gjøre med satellitt-forbindelse hvis strømmen har gått?
38	I	Ja, men det er klart, du kan forsterke og sørge for at strategiske punkter i nettet har kapabiliteter. Men det er rimelig å anta at, altså ikke alle basestasjoner, men en god porsjon av basestasjonene, sånn at vi ihvertfall har to basestasjoner som dekker det. Uansett hvor du er hen. Som er uavhengige. Hvis du mister en, så mister du ikke begge samtidig. Og måten man gjør det på er at begge to har to transmisjonsveier, så enkeltfeil ikke tar dem ut. To strøm-veier er vanskelig å få til, fordi kraftselskapene er så små, at de har ikke muligheten til å legge ut to veier. Det er viktigere at strømselskapene hugger trær langs kabelgatene. Det gror for tett på, og detter over. Kommunene er for grådige og tar ut utbytte istedenfor å drifte nettet rett og slett. Det er stort sett kommunene som eier disse kraftselskapene. Men det pågår faktisk dialog nå mellom vår regulatør, Nkom, og el-bransjen, sammen med også operatører, om å få prioritert retting av strømutfall. Og det er et veldig bra tiltak, for å heve oppetiden i mobilnettet. Som igjen vil hjelpe i en Nødnett-sammenheng.
39	M	Du ser altså for deg at ekstremvær vil spille en litt mindre rolle i fremtiden enn hva den gjør nå, dersom dette gjøres?
40	I	Såfremt at kraftselskapene- en ting er om de hugger mer langs linjene, men når du får strømutfall, når du retter strategiske punkt først, så betyr det at du i vesentlige flere tilfeller vil klare å spare den batterireserven vi har, frem til strømmen kommer tilbake. Veldig mye ute i distriktene vil vi komme til basestasjoner som har 4 eller 8 timer batteribackup. De som har 8 vil jo da kunne leve opptil 16 timer, om vi gjør et sånt regime, og da er sjansen for at strømmen er gjenopprettet ganske stor. Men det er klart, i virkelig ekstremvær, som vi har sett, det som egentlig forårsaket at vi har batteribackup rundbaut. Når det går dager, da holder ikke Nødnett i dag heller. Selv de som har 72 timer.
41	M	Ja, og Nødnett har bare opp til 48.
42	I	Men det er rimelig å anta at kravet til kommersielt nett som skal bære Nødnett vil være ihvertfall 48 timer på strategiske punkt. Og så kan det løses selvfølgelig, ikke bare på ren batteri, men ved å benytte hydrogen brensel-celle, trollstigen, den går på sol og hydrogen, og hydrogen kan da gi lenger gangtid. Du kan fylle. Som alternativ til agregat. Og aggregat-tilkobling på basestasjoner gjør at du kan sende ut personell med bærbart agregat, koble på, og holde stasjonen i drift. Det er mer lavterskel tiltak enn å sette ut to tonn med batteri.
43	M	Eller sende ut mobile basestasjoner, cells on wheels.

44	I	<p>Og det finnes det nå beredskap på, hvor man kjører det ut, men det tar tross alt litt tid. Det tar gjerne et døgn. For det er en hel henger med agregat og mast. Og så må du få tak i et transmisjonspunkt. Kommunikasjon et sted. Har det skjedd jordskred, sånne type ting, der infrastrukturen er borte, der gjør vi det. Da klinker vi ut mobile basestasjoner. Eller hvis lynet tar hele basestasjonen, og vi klarer ikke å fikse den, fordi alt er ødelagt, da kan du kjøre ut den mobile basestasjonen, koble på fibertampen, og være oppe og kjøre mye kjøpere, enn ellers. Så den type mekanisme finnes allerede i dag. Og du kan si det sånn, den er relativt sett teknologi-uavhengig. Det som er spennende, som det snakkes mye om rundt, hvis vi ser på det å, ja vi kan skaffe oss mer strøm. Via agregat-tilkobling, lenger batteritid, eller alternative energikilder, det vil løse strømgangtiden. For å holde basestasjonen i drift. Gitt at du har kommunikasjon. Kommunikasjon forutsetter da to transmisjonsveier, to føringsveier inn til basestasjoner, ihvertfall på en andel av sentrale punkt, det kan skape dekning. Så du opprettholder dekning i området. Om ikke kapasitet, så opprettholder du dekning. Det er det du kan gjøre for å sikre det mot ekstremvær på mobilside. Det å få kraftleverandører kabelgater, sørge for at færre trær faller over strøm- og transmisjonsnett, er også et viktig tiltak. For å holde mobilnettene oppe, i ekstremværsituasjoner. Da får du ikke utfall i utgangspunktet. I strøm og transmisjon. Kall det gjerne siste vei, via lavbanesatellitt eller den slags mekanismer. Det vil være tilstrekkelig kapasitet for å vedlikeholde Nødnetskommunikasjon.</p>
45	M	<p>Okei, men det er jo veldig godt å høre! Det er jo forskningsspørsmål 2 for meg, er måter man kan gjenopprette alternative kommunikasjonsveier, både lokalt der uværet herjer og nødetater må prate med hverandre, men også hvordan man kan få kontakt med kontrollrommene, AMK og så videre. Og selvfølgelig, hvis basestasjoner i seg selv er slått ut på grunn av lyn, eller strømmen har gått, eller fiberen til basestasjonene er kaputt, så må man ha andre måter å kommunisere på. Og jeg har tenkt på en måte som også baserer seg på satellitt. Det er noe jeg selv har valgt å døpe til automobile basestasjoner med satellitt-backhaul, som monteres i utrykningskjøretøy, der du har en form for basestasjon eller repeater med satellitt-forbindelse, som også kan skape et lokalt nettverk rundt seg selv. Potensielt også en form for mesh med andre utrykningskjøretøy, slik at man har stor lokal dekning, og satellitt-forbindelse til kontrollrom. Er det noe som er mulig å lage?</p>
46	I	<p>Ja. Ja og nei. Ja, det er mulig. Det er det beste. Vi jobbet faktisk med den type konsept sammen med Forsvaret. For plassering i militære kjøretøy. For å skape dekning, der man trenger det. Ikke bare basestasjoner, men fullverdige mobile kjernenett. Hele mobilnett. Med tjenester. Utfordringen er at hvis du skal tape en basestasjon i komplekst radionett, så kan det være at du skaper mer forstyrrelse enn godt er.</p>



47	M	Fordi man gjenbraker frekvenser?
48	I	Ja, alt går i samme frekvensbånd, ikke sant. Men gitt at du har et fullstendig dekningsutfall, så er det uproblematisk. Hvis du har bare stykkevis dekningsutfall, så må du faktisk passe på hvilken frekvens, og hvordan du planlegger å ta opp radiocellen for at det skal virke. Det er kanskje en undervurdert problemstilling. Vi har diskutert mye rundt det de bruker i USA, med droner. Da sender du opp droner for å generere dekning. Det er absolutt en mulighet for å generere lokal dekning, basert på at du har det kjøretøyet som du sier, der du har med deg satellitt-utstyr, kan skape den backhauen. Det er absolutt en mulighet. Du må bare systematiseres, lage et system for det. Forsvaret har vist konseptet, sammen med [operatør], i dette Fudge-prosjektet. Det er det de kaller det, i Forsvaret. Det er egentlig knyttet opp mot EU-prosjektet 5G-VINNI. Der har de bygd et fullstendig kjernenett med radiodekning i henger. På hjul. Det er det konseptet Forsvaret skal jobbe både med oss og [annen operatør] om, i parallel, for å videreutvikle, gjøre mindre. Få det mindre. Men da snakker vi faktisk om hele kjernenett. Helt autonomt mobilt kjernenett, med radiodekning. Og det er den ultimate overlevelses-strategien. Du tar med deg et fullt mobilnett.
49	M	Som da ikke henger sammen med kjernenettet, i det originale nettet?
50	I	Du kan klare deg selv, men som også kan være tilknyttet makronettet, altså hovednettet. Avhengig av om du har kommunikasjon bakover, eller ikke.
51	M	Blir det en form for edge computing det eller?
52	I	Det er mer enn det. Hovedutfordringen med distribuerte nett er at du må kunne autentiseres i nettet. Den informasjonen ligger i sentral AUC, og nøkkel-håndtering og sånn. Det er et mindre antall brukere, så kan du dra med deg hele det systemet. Med alle kunder, alle abonnenter ferdig i systemet. Om du har et system med 10,000 brukere som trenger dette, som er typisk, eller 100,000. Så kan du ha fulle kjernenett, som inneholder fulle kjernenett som inneholder full informasjon om alle abonnenter, så du når som helst kan bytte til det nettet, bli autentisert og så videre, og gjøre tjenesteproduksjon. Du kan da ha full PTT-tjeneste, du kan ha hele tjenesteoppsettet kopiert, inn i et lokalt core. Det er den ekstreme varianten. Men da er du fortsatt i din lille boble, der du genererer den dekningne, og henger på det nettet. Men det er klart at i krisesituasjoner, dette vil fungere for en militæroperasjon. Som har sine kommandoposter, ute i felt. Litt mer utfordrende når du skal snakke Nødnett, du skal snakke med og koordinere med nødsentralene og så videre. Du trenger den linken til omverdenen. Rett og slett. Du skal ikke operere i en boble bare. Så jeg tror at for Nødnettskonseptet, så er det bedre i de linjene du skisserer, du har veldig mobile basestasjoner, som kan benytte seg i området med

		satellitt-backhaul. Til hovednettet. Og det krever, en viss systematikk i måten man tar det opp på, når man trenger det. I forhold til hvordan man planlegger det med denne radioen. Men da kan du raskt generere lokal dekning. La oss sette det på politiet sin kommandobil, for eksempel. De har den kapabiliteten. Liten basestasjon, satellitt-uplink, kommer ut på hendelsessted, her har vi ikke dekning, *knipser* skru på. Så må man se på hvor lang tid det tar å få opp dekningen. Kanskje skjer det ikke *knipser igjen*. Men kanskje du klarer det på 15-30 minutter.
53	M	Og hvis du klarer å bli varslet om at dette må skje før, hvis det er strømmen som er problemet. Du vet at strømmen om to timer vil være borte på basestasjonene, så har du tiden til å komme ut, altså beredskap er god nok til at du får erstattet det før det forsvinner.
54	I	Men hvis du vet det, så har du mulighet til å springe opp et aggregat, for å opprettholde den ordinære dekningen. Det er flere parallele løsninger du kan ha på plass. Noen ganger blir hele basestasjonen borte, hvis det kommer et jordskred og tar med hele. Da hjelper det ikke med agregat. Så absolutt, den type konsept for å generere lokaldekning når mobilnettet er borte, det tror jeg absolutt vil være nødvendig. Fordelen med det, er at det tar vekk at behovet for ProSe. Altså, som det er dårlig chipset-støtte på. Men jeg ser ikke bort ifra at når flere land tar i bruk Nødnett basert på 3GPP-standard, at håndsettleverandører vil se seg tjent med å implementere funksjonaliteten.
55	M	ProSe? Ja, får dere har jo et helt annet kundebylde i dag, for hva skal mobilkundene med ProSe egentlig? De har jo BlueTooth om de trenger det på en måte, fra device til device. Men man får et helt annet marked når nødnetten kommer inn.
56	I	Ja, og vel så lenge er det få land som bruker 3GPP-varianten, det er mye TETRA. Men etter hvert som flere og flere land skal implementere dette, så tipper jeg at ihvertfall aktører som motorola som er tungt inne i TETRA, og har dette markedet, at de vil se seg tjent med å ta frem håndsett som støtter det. Fordi for nødnetten snakker vi uansett om spesialiserte håndsett. Du skal ha alle knappene, og robustifisere det, og alt det der. Jeg er vel kanskje sånn forsiktig optimist, om at det faktisk vil komme.
57	M	Det er jo godt å høre at noen er optimister på ProSe også!
58	I	Det er dette med tilbud og etterspørsel. Hvis behovet er der, og selvfølgelig betalingsvilje, så tror jeg- og så er det nå selvfølgelig mulighet til å påvirke standardisering. Til å sette sterkere krav. Til syvende og sist er det leverandørene som må implementere dette.

59	M	Jeg tenker å snakke med noen av dem også, det blir interessant å høre hva de tenker også om ProSe i fremtiden.
60	I	Absolutt! For det er kanskje det som er minst synlig for oss operatører. Hva ligger i chipset og håndsettleverandører sine planer? Ofte vil de ikke prate om dette. Til oss liksom. Det er kanskje konkurransesensitivt og så videre.
61	M	Tror du det er aktuelt for mobilsettene i seg selv å ha satellittforbindelse? Eller blir det for komplisert og for dyrt? For nødetatene altså.
62	I	I håndsettene? Godt spørsmål. Det vil nok bli kraftig dyrt. Det er en ting. Og så er det sånn at man må befinne seg ute, da. Så liksom, nja, vil det faktisk gi nytte? Sånn for å forsvare kosten. Da har jeg nok mer tro på satellitt og lokal dekning.
63	M	Ja, satellitt ned til en mobil basestasjon eller repeater? Det er interessant! Hva med andre 4G/5G-teknologier, sånn som IAB for eksempel? Integrated Access and Backhaul. Hva er dine tanker om det, for å erstatte fiberbrudd, for eksempel? Går det an å ha det som standby, og aktivere det når det trengs?
64	I	Å bruke mobilfrekvensene til backhaul? Bruke andre basestasjoner, hvis du når dem? Utfordringen da, la oss si at du har dekning fra en tilstøtende basestasjon da, og du ønsker å bruke den som backhaul. Da skal basestasjonen bruke veldig mye av nabobasestasjonen sin kapasitet, gjerne helt i kanten av cellen. For å generere nok båndbrenne for å skyte sin dekning med en viss kapasitet videre. Det betyr at vi befinner oss i randsonen, cellene krymper nå. Det gjør dette. Hvilken tradeoff blir det? Det er klart, du generer jo ny dekning, det som var i randsonen blir nå nærmere den nye basestasjonen man får opp igjen. Det er tenkbart som konsept, spørsmålet er hvor nyttig det er. Du kan se nytten hvis du har en basestasjon som dekker ett område, og så ser den akkurat en annen basestasjon som dekker et helt annet område. Eller tilleggsområde, så genererer du den tilleggsdekningen. Det andre tilfellet som gjerne skjer da, er at du har ganske overlappende dekning der folk bor. Rest-dekningen er skog og hei. Kanskje. Men det kan være det er der hendelsen skjer da. Ute i redningsaksjoner og den type ting. Jeg vil si, jo, absolutt interessant, og raskt å ta opp, forutsatt igjen, at utstyrsleverandører har det ferdig utviklet og tilgjengelig.
65	M	Ja, godt poeng. Man er ganske begrenset av hva de velger å gjøre.
66	I	Det er det som er. For å si det sånn, jeg synes det er veldig mye bra ting i standarden rundt nødkommunikasjon, en fullstendighet. Og så blir man litt sånn, ja dette er kjempebra, hui! Men så er det ingen som lager det. Så, men det er litt sånn høne og egget. Man snakker om tidsrammen 2026, som nå kanskje egentlig er 2028. Nordiske land går i samme retning, man benytter seg av

		samme teknologi. Du har USA og England og Korea, det er ikke så mange andre som bruker det. Mer volum, så kommer funksjonalitet. Det er veldig tidlig i 5G-løpet egentlig. Det kan man forhåndsstrukturere litt, selv ustandardisert. Fordi du kan fikle med det selv. Da blir det litt mer komplekst da, men jeg ser absolutt ikke bort fra at det kan være en god tilleggsløsning. Men det forutsetter at basestasjonen som har utfall kun har utfall av transmisjon. Og da er det litt sånn, ja hvor ofte er det tilfellet? Hvor nyttig vil det totalt sett være?
67	M	Ja, hva er sannsynligheten for at det vil brukes på akkurat den basestasjonen noen gang på en måte?
68	I	Ja, det blir en litt sånn kost-nytte-betraktning igjen da. Men absolutt interessant som konsept! Så er det mer sånn, hvor praktisk anvedbart vil det faktisk bli? Hvor mange ganger vil vi faktisk ha nytte av det?
69	M	Du tror ikke, jeg har sett noen artikler og slikt om det, at IAB kan erstatte fiber i seg selv. Tror du det noen gang kommer til å skje?
70	I	Nei, folk har en tendens til å glemme den enorme kapasiteten fiber gir. Og hvor mye frekvensressurser vi faktisk må bruke, for å få fiber-hastigheter. Med mindre du står veldig, veldig nærme. Og kan skyte med høye frekvenser, så vil radiolinje bestandig være bedre. Og i det frekvensområdet her er radiolinje mer effektivt altså. Vi bruker jo det i dag i tilsvarende frekvensområde. Jeg ser ikke helt hvorfor vi skal bytte ut relativt kosteffektivt radiolinjeutstyr, med et relativt dyrt basestasjonsutstyr for det. Men konseptene er interessante. Man skal aldri si aldri. Okei, man sparer en antenneplassering, kanskje får man ikke innplassert antenne til radiolinje. Men da er du veldig fort inne i byområder, der det egentlig ikke er robusthetskravet i så fall, som vil føre til at du bruker det. Men at du har et fortekningsbehov, for å bygge kapasitet, og at du da bruker den her type mekanismer for å ha en billig punkt-til-punkt-kommunikasjon. Og hvis en da forutsetter at kosten blir lavere ved å bruke IAB, fremfor å sette opp en radiolinje, eller at det i bymiljø da, du får ikke satt opp radiolinjespeilet. Da ser jeg det, men samtidig, i by, altså, fibertampen tyter opp fra bakken omtrent. Det koster ingenting. Så da skal du ned på veldig fortetting altså. I mitt hode snakker vi egentlig om at du skal ha så høy kapasitet at du bygger basestasjoner i annenhver lyktestolpe omtrent altså. Virkelig hotspots. For å løse det der. Jeg klarer ikke å se den riktige anvendelsen ute i ruralområdet. Jeg kan ta helt feil, selvfølgelig. Sånn som i Norge, det kapasitetsbehovet sånn sett, er relativt beskjedent, hvis du sammenligner med land som virkelig har befolkningstetthet. Ja. Men ja, for robusthet, raskt kunne komme opp, kanskje. Men ja.
71	M	Hvordan ser du for deg forholdet 4G/5G, kommer 5G til å ta helt over for 4G, hvor lenge er det til i så fall? Eller kommer vi til å ha 4G og 5G parallelt? Og må

		det bygges flere basestasjoner? Jeg vet ikke hvor mange basestasjoner dere har nå i 4G-nettet jeg.
72	I	Vi kommer nok til å ha 4G kjørende i hvert fall i 10 år. Og antall basestasjoner kommer til å være helt det samme. Sånn vi bygger og moderniserer nettet nå, sånn teknologien er på basestasjonsnivå, så har du en felles baseband-unit, som er prosesseringsdelen. Den håndterer 2G, 4G og 5G. Og så har vi fiber opp i antenner der radiomodulene står. Allerede i dag bruker vi 5G på samme frekvensbånd som 4G, i 700 MHz. Dynamisk spektrumsdeling. DSS. Så bruker vi selvfølgelig nå 5G non-standalone, som bruker gjerne 1800 MHz 4G som ankerbånd, og 3,5-3,7 GHz for vår del, der du har kapasitetsbehov. I første omgang er det i byer, og tettsteder der du har behov for å erstatte kobbernett med fast trådløst bredbånd. Og større kapasitetsbehov som er stasjonære. Så ser du at når du kommer lenger ut i nettet, så er ikke kapasitetsbehovet der, for en 3,7 GHz-grid. Og det er også sitegrider sånn at dersom du setter det opp, så får du ikke overlappende dekning på 3,7. Men du får overlappende dekning på 1800 og 7-8-900. Så det vi ser er at vi moderniserer rundbaut. Alle basestasjoner blir 5G. Også 5G i lavere bånd. Hvis du skal ha ekstremkapasiteter, da må du opp i frekvens. Da snakker vi om begrensede områder med høyt kapasitetsbehov. Akkurat der kommer den godt utbredte misforståelsen om at, ja det blir 10 ganger så mange basestasjoner når man bygger 5G. Og så sier jeg, nei. [Operatør] skal dekke Norge innen utløpet av 2023. Vi bygger ikke en ny basestasjon for 5G. Så nei, det blir ikke 10 ganger så mange basestasjoner. Eller selvfølgelig vi bygger jo flere basestasjoner, det gjør vi hvert år. Det er 2G, 4G og 5G, og selvfølgelig jo, vi bygger nye 5G-basestasjoner, men det er på eksisterende stasjonspunkt, der vi moderniserer.
73	M	Dere rett og slett setter opp nye radioer som støtter frekvensbåndet?
74	I	Ja, massive MIMO-antenner opp, 5G på 3,7. Altså, moderniseringsprogrammet som vi har i [operatør], vi river all infrastruktur på basestasjonen, bare mast og rommet som står igjen, så setter vi opp alt nytt. Fiber og alt sammen. Bytter alt. Så det er massivt, men det er sånn vi må gjøre. Det betyr at vi får fellesantenner for 2G, 4G og 5G. Også er det sånn at hvilke frekvensbånd som har 5G rundt omkring i landet, vil variere over tid. Fordi når kapasitetsbehovet, antall brukere som får 5G-kapable telefoner øker, så kan du dynamisk taes inn flere frekvenser med 5G. Vi startet på 700, og deler spekteret mellom 4G og 5G. Dynamisk, hele tiden. Når andelen 5G-håndsett, kan det hende at vi dedikerer 700 til 5G, eller vi velger å aktivere spektrumsdeling også på 800 og 900-frekvensene. Eller vi dedikerer et høyere bånd til 5G, eller deler spektrum. Litt etter hvordan håndsettmix du har i nettet. I og med at alle komponenter er like, det er de samme base band unit, og radioenhet, så er det veldig fleksibelt i å endre teknologi på den gitte frekvensen. Når kapasitetsbehovet øker, og du

		må bygge i høyere frekvenser, da vil flere basestasjoner komme til. Fordi du må fortette. Så i først bølge 5G, så blir det ikke 10 ganger så mange.
75	M	Det er ikke sånn at i utgangspunktet vil ikke ekstremvær rive med seg flere basestasjoner, bare fordi det er 5G i bildet.
76	I	Nei, og hvis du tenker Nødnnett-perspektiv, Nødnnett vil ikke trenge denne ekstreme kapasiteten som 3,7 og høyere bånd gir.
77	M	Selv om du får et helt annet potensial i tekniske løsninger for nødnettene, med bodycams og videostreaming, og sensorer og det som skulle være. Men det vil fortsatt ikke trenge den kapasiteten?
78	I	Nei, ikke når vi kan prioritere tjenester i bruk innenfor de lave frekvensbåndene som gir dem bedre dekning, innendørsdekning, all the goodies. Det betyr ikke at vi ikke kan bruke det der det allerede eksisterer. For i byer, Oslo, Tromsø får også nå, har en god 3,7-dekning. Ikke sant. Det er veldig kapasitet. I dag kan ikke 5G-håndsett aggregere bærere på 5G. Det er early days. I løpet av året kommer 2-carrier aggregation. Men dette vil bli det samme som i 4G-løpet, at det aggregerer flere og flere bærere, samtidig som at bæreren i 5G kan være bredere. Du kan få en enorm kapasitet. Og det er sånn, ja, men når du er ute og slukker brann, eller sånne ting, du skal ikke sitte og se på video hele tiden. Hvor mange samtidige videostreamer skal du ha fra et geografisk område?
79	M	Nei det er et godt poeng. Man så det jo i Gjerdrum. Det er et prakt eksempell på hvordan flere løsninger kunne hjulpet dem i redningsarbeidet. Både i felles kartløsning, live videooverføring fra helikopter til mannskap og sånne ting.
80	I	Ja, men huske på at her snakker man broadcast. Broadcast er veldig kapasitetseffektivt. Du har en uplink av video, og en nedlink av video. Uansett hvor mange som ser på. Det er mange uplinkvideoer, men du kan se for deg broadcast til fler. Men den eksploderer ikke i kapasitetsbruk, som hvis du sammenligner med en videotjeneste som du tenker mer tradisjonelt på. Hvis du ser på kapasiteten som faktisk er i nettet, du bruker ikke- altså, det er nesten så folk tror at du trenger Gbit-hastighet for å gå på nettbanken. Det er ikke det vet du. Den videostream-kvaliteten som trengs, klarer du innenfor 5 Mbit i sekundet. Når vi da snakker om Gbit-hastigheter per celle, det er jævlige mange videostreamer! "Ja nei men du trenger 25 Mbit!" Ja, hvis du sitter hjemme på 75-tommers TV og streamer 4K og innholdsleverandøren din har gjort en ræva jobb med komprimering, ja da trenger du 25. Altså, fingeren litt i jorda, komprimeringsteknologien er der, effektiviteten i overføringen er der. Hvor mye video-oppløsning trenger du i et sånn redningsarbeid. 5 Mbit/s gir deg høyoppløsningsvideo, livestreamet. Du trenger ikke 8K. Ikke sant. Men jeg tror det er fordi det er tidlig. Og man har sprent gjennom alt. Og med et massivt antall brukere på ett sted, så øker kapasitetsforbruket. Hvis vi ser tilbake på det

		<p>som var kravet til nødnetene, når vi holdt på med den RFlen. Da var det snakk om at hvis du har 100+ brukere fra nødnetene inne i et begrenset område, innenfor en celle. Da skulle alle høre talefeeden etter maks 400 ms. Det var et sånt krav. Det betyr at du må gå til broadcast. Du klarer ikke å sette opp enkeltbærere til 100 stykker innenfor tidsrammen. Ikke engang har du så mange bærere tilgjengelig kanskje. Men ta det som utgangspunkt, du skal ha 100 brukere. Det er mange som er prioriterte. Selv om alle da streamer video, så klarer vi det liksom. Hvis du har full kapasitet på lavbånd i cella.</p>
81	M	<p>Det er jo interessant! For det åpner jo faktisk opp for mange muligheter selv på sånne alternative løsninger.</p>
82	I	<p>Nei altså, med eksempelet mitt på 5 Mbit, så har du 500 Mbit i sekundet. Det skremmer ingen. Når celle-kapasiteten på ett frekvensbånd på 20 MHz overskrider gigabiten. Du må ikke ha massive MIMO.</p>
83	M	<p>Nei, i hvert fall ikke i en såpass kritisk situasjon som ekstremvær er, hvor alt du bare må gjøre er å koordinere redning av mennesker.</p>
84	I	<p>Ja. Og du har prioritert i brukerne, du får det du trenger. Jeg er ikke fryktelig redd for den samla overføringskapasiteten, selv om vi går til et mye rikere bilde. Det som kan være en utfordring, når du går på alternative transmisjonsmetoder som satellitter at den totale forsinkelsen kan bli så lang at det kan være plagsomt.</p>
85	M	<p>Ja det blir utfordringen hvis man skal bruke geostasjonære satellitter som er nede ved ekvator, for da får du, hva er det, 500 ms forsinkelse, og når du da har PTT, så går det ett sekund hvor alle kan begynne å nøkle, men du aner ikke om det er du som kan prate engang. Det er jo den store utfordringen ved å bruke satellitt. Da er det lavbane som er, som jeg har forstått det, alternativet hvis du skal ha PTT.</p>
86	I	<p>Jaja, og selv det, nå har vi ikke testet det heller, vi vet ikke om det faktisk blir en brukbar opplevelse. Det er en forsinkelseskomponent. Så skal den prosesseres og ut igjen. Det er forsinkelse i alle ledd. Vi vet jo det at du skal ikke mye over 250 ms før det begynner å bli skikkelig ubehagelig.</p>
87	M	<p>Ja man er ganske sensitiv for det der. Men samtidig, når jeg snakker med brukere som har prøvd å prate i TETRA-nettet over sånne mobile basestasjoner som har satellitt-forbindelse, da med GEO-satellitter, de sier at det fungerer fint.</p>
88	I	<p>Ja riktig, men det er interessant! Det er superinteressant. Det er også en ting vi som operatør ikke har erfaring med. Det er nettopp disse nødnetene, og hva brukeren faktisk opplever som okay og ikke. Det er klart, de er nok vant til litt forsinkelse i utgangspunktet. De er vant med den måten å bruke utstyret på da.</p>

		Lytting, venting, høring. De er vant til å operere sånn. Så det kan nok være at man kanskje har en høyere terskel for sånt.
89	M	Det er også det som er interessant med oppgaven min også. Det er så masse som ikke er bestemt. Selv 5G i seg selv er jo ikke ferdig definert. Du er langt ifra, det samme også veldig vanskelig å vite hva som er minimumskravet til nødetatene om 10 år. Se til London, de bruker nesten ikke tale i det hele tatt lenger. I London har de vendt seg til å bruke data, på grunn av at de har ny teknologi, og bruker dette i nødsammenheng. Så de prater nesten ikke lenger i det hele tatt. Det synes jeg er kjempeinteressant.
90	I	Det er interessant! Det hadde jeg ikke trodd for å være helt ærlig, jeg hadde intuitivt trodd at du da ville prate, for da kan du samtidig observere, fremfor å ja, interessant.
91	M	Nei det var en i DSB som hadde noen kolleger i London som fortalte det. Alt av oppdrag og informasjon får de via data, direkte til en maskin i bilen, eller mobilenhet. Da kommer man kanskje til en situasjon der du ikke trenger tale i nødsammenheng lenger, men at det kan bli ubehagelig å gå tilbake til tale når du skal gå til en alternativ kommunikasjonsform. For da må du plutselig kommunisere på en måte du ikke er vant med.
92	I	Ja, men jeg har vanskelig for å tro at det blir helt borte. Hvis du tenker spesielt politit med skarpe oppdrag. Som går med våpen. Da tar du ikke tid til å taste på et tastatur for å kommunisere. Jeg går inn døra nå, og så videre. Det samme med brannmenn som er inne i bygg. Jeg vil tro at det alltid vil være behov for tale. Men mer sånn som normalsituasjon, koordinering, oppdrag hit og dit, og kommunikasjon. Det gir mening egentlig, når man tenker over det.
93	M	Men igjen, skulle man, rent hypotetisk komme til en situasjon hvor det ikke er tale som er basicen, men det er dataoverføringen, så er fortsatt den datakapasiteten man vil trene ikke så skyhøy at man trenger nødvendigvis-
94	I	Nei, du trenger ikke de høye frekvensene, du trenger ikke massive MIMO. Du trenger ikke all den oomphen 5G vil gi.
95	M	Du trenger bare muligheten til å sende data, og meldinger, i begrenset omfang.
96	I	Og så er det selvfølgelig sånn, hva kan du klare deg med som et minimum, og hva kan du klare deg med i en normalsituasjon? Men du har nok rett i det at sannsynligvis vil nok video være en viktig del. Bruk av drone, styring av drone, og overføring av bilde, situasjonsbilde fra bodycams, den type ting. Det vil nok være mer den type behov, som vil oppfattes over tid til å være kritisk. Men da er jeg som sagt ikke redd for kapasiteten selv om man ikke bruker disse høye frekvensbåndene.



ID	Speaker	Comment
1	M	<p>Da er opptak i gang. Jeg kan jo begynne med å introdusere meg selv og oppgaven min. Jeg heter Marius Aune, skriver masteroppgave for DSB på NTNU, innen kommunikasjonsteknologi og digital sikkerhet. Jeg skriver oppgave om fremtidens Nødnett, og hvordan dette kan gjøres med robust, eller hvordan man kan finne alternative løsninger til kommunikasjon dersom mobilnettet i seg selv får dekningsutfall. Dagens Nødnett er basert på TETRA-teknologien, og implementert i en avtale mellom Motorola og DSB som går ut i 2026. Da skal man ta et valg om man skal gå videre til en ny teknologi eller fortsette med TETRA. Går man videre så er det sannsynlig at 5G blir arvtageren med alt sitt potensial. Oppgaven min handler om dette fremtidens Nødnett, det 5G-baserte, og ser på det faktum at i dag er ikke mobilnettene like robuste som TETRA, i og med at TETRA er bygd robust. Jeg skal se på hvorvidt fremtidens Nødnett kan være mer utsatt for dekningsutfall som følge av ekstremvær. Jeg ser da på løsninger for å gjenopprette kommunikasjon etter dekningsutfall, og vil derfor vite litt om hvordan ekstremvær påvirker mobilnettet, hvordan alternativ kommunikasjon kan gjenoprettes, og hva som er minimumskravene til denne kommunikasjonen. Hva disse løsningene må kunne bære. Da kan vi starte med deg, hvem er du og hva jobber du med?</p>
2	I	<p>[Navn], chief network architect for [operatør], på norsk blir det vel noe i retning sjefsarkitekt. Jeg har ansvar for mobil- og fastnett-arkitektur i Norge, for [operatør]. Jeg har vel 25 år erfaring fra mobil, startet med det i 1997. Da 2G var hot. Før du hadde pakke-data på 2G. Jeg var med på innføringen av GPRS i 2001. Jeg har en bakgrunn som er ganske mobiltung, kan du si.</p>
3	M	<p>Har du noe erfaring med Nødnett også?</p>
4	I	<p>Jeg var den som var med på å skrive [operatør] sitt svar på RFI for det som var fire år siden. Ja. I forhold til løsning på neste generasjons Nødnett, med [operatør] sitt løsningsforslag. Jeg har brukt mye tid på å kikke på standardisert funksjonalitet i 3GPP-regi, det som går i det kommersielle mobilnettet, for å gjøre det samme som TETRA gjør. Feature-parken, med tilleggstenester, som kommer som følge av at du har høyere overføringskapasitet, video og den type ting. Nyvinninger i QS-strukturer i nettet, for å støtte dette. Både hva som er standard, og hva som faktisk må legges til, for det er en ting. Bare fordi det finnes i standarden, betyr det ikke at du får kjøpt utstyr som kan det. Det må implementeres. Det betyr at leverandøren må prioritere å implementere det, og da må det være en etterspørsel. Det er den første usikkerheten vi har, i forhold til Nødnett i 5G. Og du innledet med at neste generasjons Nødnett vil være 5G-basert. Men vil det det? I Norge har man basert seg på at det skal gjøres i det kommersielle mobilnettet. Per i dag, finnes ikke Nødnett i 5G. Standarden</p>

97	M	Det blir nesten som å bruke 4G i dag da.
98	I	Ja. Og kapasiteten til frekvensbåndene som er tilgjengelig med god dekning, er egentlig god nok. I forhold til den type bruks-scenario. Når du prioriterer for nødnetten.
99	M	Du sa i stad at du babler i vei, men det er jo bare bra. Du har faktisk pratet deg gjennom alle spørsmålene mine, så etter hvert som du prater her så bare huker jeg av at vi har dekket det, og dekket det. Jeg synes det er kjempeinteressant å jobbe med, og jeg synes du kommer med superinteressante perspektiver.
100	I	Ja men det er bra! Jeg prater som en foss vet du. Putt en femmer på meg, vet du.
101	M	Det var bra vi satt av halvannen time også.
102	I	Men det er et superinteressant område.
103	M	Sånn generelt, hvilke fordeler ser du for deg ved å bruke 5G til Nødnett?
104	I	Det åpenbare er kapasiteten du får i forhold til overføring. Men jeg ser også at når du legger det inn i det kommersielle nettet, så får du med deg innomhusdekning, spesielt i by, der det er mye kontorbygg, hvor det er dårlig TETRA-dekning. Om det er TETRA-dekning i det hele tatt. Alle nye kontorbygg som bygges, som er veldig radiotette, de bygges det innendørsanlegg for nettene, og da får du gratis dekning innomhus i parkeringskjellere, i tunneller, overalt. Der det finnes kommersiell bruk. Det er en fordel. Samtidig får nødnett-brukerne dra nytte av den generelle teknologi-utviklingen som skjer. Man får ting gratis der, for å si det sånn. Og litt etter hvordan det rigges, hvordan den operasjonelle modellen blir, hvis det blir en eller flere. Hvis man klarer å beholde konkurranse også på Nødnett-området, at Nødnett faktisk kan velge operatør A, B eller C, for å si det sånn, så kan man oppnå et ikke-teknisk fordel, ved at du får en bedre ytelse, bedre service. Si at politimannen som er ute, og så gikk håndsettet i stykker, hvis de har kjøpt en tjeneste, så kan han stikke innom en [operatør]-butikk og hente seg en ny en. Sånne type ting. Det kan være en ikke-teknisk fordel. Men teknisk så er det selvfølgelig høy kapasitet, utbygging av dekning som skjer automagisk der folk bor. Ulempen er selvfølgelig det samme problemet der det ikke bor folk. Der vil det være et behov for at staten stepper inn med finansiering til whitespots, der det ikke finnes mobildekning, og det ikke er kunder som betaler for det. Det er nå kanskje en utfordring. Men der finnes det heller ikke TETRA-dekning i dag heller. Og de kommersielle nettene har tilsvarende areal-dekning som TETRA. I dag. Så jeg tror det er fullt løsbart. Rett og slett. Og fordelene da, er selvfølgelig at hvis staten er med på å dekke deler av kostnaden, så får man også dette bredbåndsløftet delt. Hvis man bygger en basestasjon med kommersielt nett, så

		får du plutselig tilbudt de tre husstandene innerst bak en knaus mobilt bredbånd. Plutselig er de på nett. Hvis du bare bygger en TETRA-stasjon der som man har i dag, så har man ingen fordel av det. Så det er kanskje merverdien staten får da, hvis de investerer i det kommersielle nettets dekningsutbygging der det ellers ikke er kommersielt interessant. Det er ting som drar i den retningen akkurat nå da, som resultat av siste frekvensauksjon, så ligger det et insentiv på oss operatører om å bygge nettopp den type dekning. Dekke husstander som ikke har noe annet internett-tilbud. I og med at vi da får rabatter. Vi får delfinansiert bygging av basestasjoner. Så det er allerede en liten sånn på-vei da, med ståtlig hjelp. Å faktisk utbedre det dekningsforskjellen som kanskje kan vare noen plasser, mellom TETRA og det kommersielle nettet. Når du kommer frem mot 2026, eller 2028 som er mer sannsynlig nå, så vil dekningsgapet være mye mindre, eller kanskje ikke-eksisterende. Da er bredbåndsløftet som regjeringen kjører på bidrar til at du får dekning der du ellers ikke ville fått det. Også tror jeg det vil være en kost-fordel. Definitivt. Mye billigere å basere seg på et nett som finnes, fremfor å bygge et dedikert nett.
105	M	TETRA bærer vel preg av at det var dyrt å etablere det, og så har de ikke brukt å mye penger på å oppgradere og utvikle det videre.
106	I	Nei, og så er det relativt høy driftkostnad som skal deles på færre brukere. Brukskosten som forsåvidt er brukshinder, altså Røde kors, og de frivillige, de får en terminal på deling hvis de er heldige. Fordi kosten er så høy. En av fordelene er at kosten per bruker går ned, over det kommersielle nettet. Det er en sånn ikke-teknisk fordel, men som er en følge av de tekniske fordelene, ved at man ligger i samme nett, et ellers kommersielt nett.
107	M	Sånn til slutt, hvorfor sier du 2028, og ikke 2026?
108	I	Fordi vi har snakket med DSB. Hvis man ser på den opprinnelige tidplanen som førte til en innfasing i 2026, så forutsatte den at vi begynte for to år siden. Og det gjorde vi ikke. Nå står vi i dag fire år etter RFI, hvis man hadde ført den opprinnelige RFI-planen, så hadde vi i år hatt et leverandørvalg. Det har vi ikke. Vi har ikke engang en offentlig KVVU. Vi har ikke en beslutning. I hvert fall to år forsinket. Så det. Ingenting er bestemt, dette er kun gjetning. Det ligger til beslutning hos regjeringen, men vi vet ikke når det vil komme.
109	M	Er det noe mer du ønsker å legge til i forhold til min oppgave?
110	I	Ikke egentlig. Du catcher det som er hovedproblemet, med ekstremvær. Og de alternative løsningene. Vi var innom dette med ambulerende dekning i en eller annen form. Om det er drone, på bil, det spiller mindre rolle. Det er bare fysisk utforming. Og reservekraft, den type ting. Nei, jeg tror det -. Det er ikke så forskjell om det skjer i 4G eller 5G. Det er ikke så farlig. Også var det dette jeg

		<p>var inne på innledningsvis, når vi er litt lenger ned i løypa, si 2026, kanskje vi har kommet et steg dithen i 5G at det finnes mer distribuert kjernenettsfunksjonalitet i 5G-nettet. Men innenfor denne tidsrammen er det ikke sånn at du vil ha autonome regioner. Da tenker jeg på sånn at om vi mister all kommunikasjon nord/sør for Dovre, at det da kan fungere uavhengig. Nei, eller som kanskje er mer den våte drømmen, at et tettsted kan operere autonomt. Det vil ikke skje. Men jeg tror vi kan dra nytte av noe av det 5G gir på distribuert arkitektur, det tror jeg. Uten at det nødvendigvis hjelper så mye på ekstremværsituasjoner. Vi ser ikke for oss at vi vil være autonome helt nede på basestasjon-nivå, men kanskje aggregeringspunkt som tar inn kanskje et tjuetalls basestasjoner. At det er på punkt der man kan ha distribuert prosesseringskraft, i edge compute. Men det betyr ikke at man har all funksjonalitet for at man har nok tjenester for at håndsett kan fungere. Det er mer på dataplan. Det du vil gjøre med dataen din. Bildeanalyse, cloud gaming, at du har skjermkort i edge compute, eller i bedriftssammenheng som har andre behov. Men i Nødnnett-sammenheng så er ikke dette veldig nyttig.</p>
111	M	<p>Nei, men jeg har fått svar på det jeg lurte på! Tusen takk for at du ønsker å delta på intervju, dette var kjempenyttig.</p>
112	I	<p>Bare hyggelig! Lykke til med oppgaven!</p>

# Appendix **M**

## **Interview: Infrastructure Equipment Provider**

This appendix includes the transcript of the interview with a representative from a network infrastructure equipment provider. The informant provides valuable opinions with regard to the solutions presented in this thesis, confirming the possibility of implementing most of them.

This appendix is written in Norwegian. The letter "I" indicates that the interviewee is speaking. The letter "M" indicates that the interviewer, Marius, is speaking.

ID	Speaker	Comment
1	M	Da er lydopptak i gang.
2	I	Jeg jobbet i [selskap] tidligere, og de ga et tilbud basert på Motorola sin teknologi, TETRA-nettverket, som er Nødnett i dag. Jeg var med på all den tekniske delen rundt det, spesifikasjoner og var med og skrev kontrakten på det.
3	M	Så interessant, da har du jo god innsikt i dagens Nødnett og!
4	I	Jeg vet litt om det i alle fall!
5	M	Jeg kan jo presentere min egen oppgave. Jeg har sendt deg et skriv om det, men jeg kan jo gjenta det. Jeg skriver oppgave på NTNU, jeg går kommunikasjonsteknologi og digital sikkerhet, og skriver om fremtidens Nødnett sammen med DSB. Jeg ser spesielt på et 5G-basert Nødnett, og hvorvidt ekstremvær vil være en større trussel mot Nødnett i fremtiden enn nå. Så ser jeg videre på hvordan man kan gjenopprette kommunikasjon etter dekningsutfall som følge av ekstremvær, og sist men ikke minst, hva som er minimum-kriteriene til brukerne av Nødnett, ved en sånn alternativ kommunikasjonsløsning. Så er dette intervjuet semi-strukturert, så jeg har noen spørsmål som jeg har forberedt, men du må gjerne prate litt i vei om hva du mener er interessant, som jeg ikke spør direkte om. Så kan vi jo starte med noen oppklarende spørsmål. Hvem er du og hva driver du med?
6	I	Jeg heter [navn], og har jobbet først i dataindustrien, utviklet monitører, tastatur og PC, jobbet i [selskap]. De lager dataterminaler, monitor og keyboard. Så jeg utviklet det, og var med i produksjon og sånn. Og så begynte jeg med å jobbe i to år med transportnettet, og så begynte jeg med mobil i 2000. Da har jeg jobbet med alle teknologier, 2G, 3G, 4G og 5G. Jeg har jobbet med GSM-R og har jobbet med Nødnett, TETRA. Jeg har hatt teamleder-oppgaver i selskapet. [Fjernet]. Jeg har jobbet mye med operatører i norden, og har vært teamleder for de som jobber i Irland og England.
7	M	Interessant, og dere har jobbet en del mot 5G også?
8	I	Ja, det er 5G vi jobber mest med nå da. Men når vi gir tilbud om nytt 5G-nett, så skal man ofte fornye det underliggende nettet, så da er det 4G og 2G. Noen land beholder 3G. Du kommer ikke helt unna de teknologiene fortsatt. Men det er 5G som tar mesteparten av tiden, det er det.
9	M	Generelt, hvilke deler av infrastrukturen står dere for, når det kommer til å bygge et mobilnett?

10	I	Vi har faktisk all teknologi. Hvis vi begynner ytterst på terminaler, det har vi ikke. Eller jo, det har vi faktisk, vi har noen. Fixed wireless access. Det leverer vi. Ganske mange tusen til en del kunder. [Fjernet]. Så kommer du til basestasjoner, har vi. Makrosterasjoner, småcelle, ned i femtoprodukt. Så har vi transportnettet, både mikrobølge og vi er store på fibersystem. Vi har core-rutere, og aksessrutere, security gatewayer. Og så har vi kjernenett. Og vi har kontrollere til 2G, 3G. Og OSS-system for å overvåke og styre disse systemene, så vi har vel egentlig all teknologien.
11	M	Dere er kanskje ikke ansvarlige for strømmen, men dere har vel noen avtaler med strømleverandører?
12	I	Det er korrekt. Vi har sånne service-kabinett, som vi installerer utstyret i. Der har vi strømsystem, batteri og sånne ting. Men vi leverer ikke, vi går ikke til en strømleverandør, for eksempel Hafslund eller TrønderEnergi, og leverer fra dem. Det gjør operatører selv.
13	M	På hvilken måte er dere involvert i planlegging av fremtidens Nødnett?
14	I	Vi har vært i noen møtepunkt. Nødnett sendte ut en forespørsel til operatørene på fremtidens Nødnett. RFI ja, for et par år siden. Og vi leverer jo infrastruktur til [selskap], som snudde seg til oss og ba om hjelp. Vi jobbet sammen med dem, og svarte på mange RFI-spørsmål, og kom med noen forslag på hvordan dette bør realiseres. Det gjorde de andre operatørene og. Vi var nok ikke involvert med de andre operatørene. [Fjernet]. Vi var med på å presentere dette til Nødnett, løsningen, og vi foreslo å bruke alle operatørene for aksess, og at Nødnett skulle beholde kjernenettet selv. Av flere grunner. En grunn er at du får mye større diversitet og tilgjengelighet hvis du sprer deg over ulike leverandører, både operatører og deres leverandører. En annen ting jeg ser, sånn rent praktisk, en stor flaskehals hos alle operatører er, når du skal implementere nye tjenester- bare et lite øyeblikk så skal jeg stenge døren bak her.
15	I	Ja, det jeg ser som tar mye tid, er å få inn nye tjenester hos operatøren, selv om mye er digitalt og du har app-basert og går over-the-top, så tar det mye tid å teste for tilgang til test-laber. Det tror jeg blir en utfordring ved å legge dette i kommersielle nett. Å få implementert de spesielle tjenestene som Nødnett vil ha. Et kjernenett i dag, som håndterer hele Nødnett, er ikke større enn en printer. Jeg vet ikke om du ser, jeg har den så vidt her. Du kan sette det rett på en desktop. Der kunne de hatt et kjernenett, og testet ut sine features, og så hadde de hatt nettet godt beskyttet hos seg selv. Du får nok gode beskyttelser hos de kommersielle operatørene også, for det er de pålagt fra Nkom, så jeg tror ikke de står tilbake på den fysiske sikringen av nettet. Det er en annen ting, de som har kjernenettet har også posisjonen til brukerne. De har signal. Det

		<p>husker jeg var et veldig strengt krav i TETRA-nettverket, at enkelte skarpe operasjoner politiet gjør, skal det ikke gå an å spore hvor de er. De er på noen oppdrag der for eksempel en del av utstyret er integrert i t-skjorter, undertøy, mikrofoner og alt er skjult. ingen lyder, ingen skal vite hvor de er. Det er livsfarlig hvis de blir avslørt. Sivilkledd politi. Da må ingen få vite posisjonen deres. Men det kan du ta ut, hvis du har kjernenettet.</p>
16	M	<p>Interessant at du sier at kjernenettet er så lite. Vil det gi fordeler i forhold til distribuert kjernenett? Jeg tenker hvis man skal se på hvordan man kan skape dekning i områder som ikke har dekning, enten fordi det ikke er dekning fra før, eller fordi det har falt ut. Å ha noe autonomi.</p>
17	I	<p>Det som er vanskelig med kjernenettet alltid er bruker-registeret. Med krypteringskoder og alt. Vi har løsninger der du har hele kjernenett, komplett mobilnettverk i en ryggsekk. En liten small-celle, på to-tre eller fem kilo. Og så har du resten kjørt på servere.</p>
18	M	<p>Snakker du nå om [produkt]?</p>
19	I	<p>Den og, men den er litt større. Du flyr den lett ut, og du setter opp et nett. Men som sagt, når det blir lite og kompakt, så er det lett at noen kan stjele det og. Du vil ikke at noen skal stjele krypteringsnøkler. Men der har vi løsninger. Hvis noen prøver å enten åpne utstyret, så blir alt slettet. Eller hvis du prøver å hacke, så kan du slette nøkler. Eller du gir et subset av nøkler som du sletter etterpå. Det er også et alternativ. Du sier, her har vi 100 nøkler for Nødetatene i dette området, og så bruker du de, og så blir de slettet, og ikke mulig å spore tilbake. Også en mulighet.</p>
20	M	<p>Da har du kun nøkler for nødetater i det området der de opererer og så videre.</p>
21	I	<p>Ja. Du har også mulighet til å sette opp akkurat kontrollplanet, kan du sende over en lavhastighetslink, for det er ikke masse data som skal over den linken. Over en satellitt eller mikrobølge-link. I verste fall kan du kjøre ukryptert. Det er bedre, enn å ikke gjøre noe som helst.</p>
22	M	<p>Vi kan komme litt tilbake til dette etterpå. Først og fremst, litt angående ekstremvær, dere har kanskje litt erfaring med det? Hvordan vil du si at ekstremvær påvirker infrastrukturen mest i dag?</p>
23	I	<p>Det er litt interessant. Vi har, når vi tenker på 5G, så tenker vi alle på 3500-bånd og høye frekvenser, for der er den høye kapasiteten. Det er jo mye mer utsatt for vann og snø og tap, og gir dårlig dekning. Men 5G er mye mer, det er også lavbånd. 700-båndet for eksempel, excellent dekning. Det er kjekt med fase-synkronisering. Det kan gi deg en del avanserte features. I Nødnnett så vil du mest sannsynlig ha måttet være avhengig av broadcast. Fordi sånn Nødnnett</p>



		<p>er spesifisert, skal de ha opp 200 brukere i løpet av noen få sekunder. Det er veldig raskt. Da er det vanskelig å legge til en og en bruker. Det har du fått på broadcast, og skal du ha broadcast må du ha fasesynk, og skal du ha fasesynk så må du få det fra et eller annet sted. Da har du satellitt, det er veldig vanlig. Det du kan gjøre med mye av utstyret, i alle fall det vi har klarer å ha holdover på en 24 timer fasesynk. Eventuelt kan du ta med en ekstra c-SIM oscillator, som gir deg flere dager holdover. Utstyret krever å ha synk, fasesynk, selv om du klarer å lure det så blir det bare tullball hvis ikke du er helt faselåst. Men det vi kommer med i august er at utstyret kan synkronisere mot naboene sine, hvis de er sammenkoblet. En blir grand master, og sender pakker til nabo-basestasjonene.</p>
24	M	Ja okei, så man ikke er avhengig av en helt sentral fasesynk?
25	I	Ja, du må initiere en sentral et eller annet sted, men det kan være satellitt, eller det kan være en annen. Den ene må ha veldig lang hold-over. Da kan du klare deg i noen dager, kanskje en uke, med fasesynken.
26	M	I fremtiden da, har du noen tanker om hvordan ekstremvær vil påvirke mobilnettet i fremtiden?
27	I	<p>Det er noen ting som- Du har kraftig vind som kan rive ned utstyr, eller over tid kan antennekabler løsne litt, og du får pim og en del tekniske kvalitetsproblemer. Så det kan absolutt være. Eller master kan blåse ned, det har vi sett, antenner som har stått på enkeltstenger, så de knekker. Enten festet som de var skrudd fast i, eller selve antennen har gitt etter. Det kan jo skje. Men ellers så er det mye at tett, våt snø er noe svineri når det gjelder signalgang. Og har du ising på antenner får du stor demping. Men det mest følsomme er faktisk å få en fasesynk. Har du tilgang på fiber bør den ligge i bakken, men til og med da kan det være problemer at kabler ryker, eller at de går i luftspenn og ryker. Så, jeg tror nok en kombinasjon av utstyr som er lett å flytte, pluss utstyr som er godt sikret, er den beste for Nødnett. For det vil alltid være en eller annen situasjon som oppstår, at du risikerer å miste sambandet ditt. Du har tordenvær for eksempel. På Østlandet er det et problem på sommeren, på Vestlandet og Nord-Norge er det mest på vinteren faktisk. Det gjøres en del ting for å unngå lynnedslag, men er det gjort en liten jordingsfeil kan det gjøre mye skade med lynnedslag også. En annen ting som man gjerne glemmer, men jeg vil ikke kalle det ekstremvær. Men skogen vokser mye raskere enn de gjorde før. Det er lengre vekstsesonger, og mer regn. Det er ikke alle som er like flinke til å holde skogen klar så strømmen kan gå. Det detter ned over kraftlinjer, eller rett og slett vokser inn i signalgangen hvis du har mikrobølge-hop. Eller det kan ødelegge dekning i tett område. La oss si at du har en fjelltopp-cite, og det vokser opp skog som gir demping, du får skygge-effekter ned i dalen. Det er</p>

		også en ting å tenke på. Skog og vedlikehold av skog bør komme opp på agendaen for infrastruktur i Norge, synes jeg.
28	M	Ja, rent preventivt?
29	I	Ja, kutte kraftgater og sjekke der du har behov for signalgang, at ikke trær vokser opp og demper. Har du spesielt bartre, og kombinasjon av snø på vinteren, det gir stor demping. På sommeren er det løvtrær med vann på.
30	M	Det er faktisk et par ting jeg ikke har hørt fra noen andre, så det var interessant!
31	I	Det er mange aspekter, ting som kan skje.
32	M	Virkelig, absolutt! Du nevnte noe som er lett å flytte og godt sikret. Det er interessant, for en av løsningene jeg har sett mest på, og litt sånn ambisiøs løsning, noe jeg har valgt å navngi som automobil basestasjon, som det ligger litt i navnet, automobil, kjøretøy, og basestasjon. Da tenker jeg montert på et utvalg utrykningskjøretøy, for eksempel, for Nødetatene. Dersom man får et dekningsutfall som følge av ekstremvær, eller man skal rykke ut til et område hvor man vet at det ikke er dekning, så kan man velge å bruke disse kjøretøyene som allerede har fastmontert noen moduler og antenner, for å skape en slags taktisk boble som man kan flytte rundt.
33	I	Det har man jo i TETRA, at enkelte terminaler kan være repeater. Repeater kan ødelegge mye på signaler, som bør tenkes om. Bil er veldig bra. Nødnett har bruk Landrovere mener jeg. Du var sikkert litt inspirert fra England tenker jeg. Det er en drawback med bil, kontra de gammeldagse klassiske cell on wheel. Det å bruke en hestehenger-liknende tilhenger. Fordelen med en sånn er at du kan henge den under et helikopter. Det er veldig få helikoptre som klarer å løfte en bil. Så begge deler er nyttige å ha.
34	M	Ja. Jeg har tenkt en kombinasjon av begge måter å gjøre det på. Det er tidsaspekt også. Man ønsker å få gjenopprettet dekning så fort som mulig. Det er kanskje raskere å rykke ut med utrykningskjøretøy, enn å få flydd ut en sånn henger.
35	I	Absolutt! Det spørres, hvis du ser på et eksempel som diskuterte litt den gangen, det var RFlen, var brannen i Lærdal. Der hadde helikopter vært mer egnet for å fly ut fra et sentralt punkt. Der kan det jo være, på vinteren kan fjelloverganger være tøffe, så jeg tror du trenger begge deler.
36	M	Der har jeg pratet med forsvaret også, angående Fudge-prosjektet deres.
37	I	[Navn]?

38	M	Jeg kan verken bekrefte eller avkrefte, men det var i hvert fall veldig interessant å høre om de prosjektene der også! Sånne taktiske bobler, og -
39	I	Ja, [navn], jeg har snakket en del med han. Han jobber en del med det.
40	M	Ja, jeg synes de konseptene er kjempeinteressante!
41	I	Absolutt, og de passer veldig godt i Nødnett-sammenheng.
42	M	Ikke sant! Da har du alltid biler med deg, eller du har noen helikoptre som har løftekapasitet i forhold til diverse saker og ting. Men hva er de største utfordringene ved noen sånne automobile basestasjoner, eller taktiske bobler?
43	I	Det er flere ting. Det ene er dette vi har vært inne på, med bruker-register og krypteringskoder, for det vil de holde veldig tett til brystet. Du vil ikke at noen masternøkler skal komme ut. Det er en utfordring, men det er klart, det finnes løsninger. En annen utfordring er tilgang på strøm. Det krever kanskje ikke så veldig mye strøm for å - La oss si 5-600 W, med core og alt i en small-cell-konfigurasjon. En makrocelle vil kreve mer. Med batteri og alt, så går de tom for strøm etter en viss tid, og da må du få strøm, og strømmettet kan være nede. På grunn av dårlig vær. Og da må du ha, da er nok et aggregat en løsning. Nå skal det jo være ett aggregat i alle kommuner. En cite med 48 eller 72 timer batteribackup. Eller ikke batteri, men backup. Det er typisk batteri og et dieselaggregat. Men du kan jo ha små bensin-aggregat du kan dra med deg. Og batteri er ikke alltid like lett å flytte på. Litium-ion er kanskje bra for de er veldig kompakte og har mye energi. Sammenlignet med blyakkumulator. De er mer kompakte og tåler mer kulde og litt mer juling, enn blyakkumulator. En blyakkumulator er ikke så lett alltid å frakte, men har du de hengende under fly så er det nok greit nok. Samme med litium-batteri, du vil ikke ha dem inni helikopter vil jeg tro. Men det er en ting å tenke på, at du har nok energi, strøm. I utrykningskjøretøy ser jeg ikke på det som et stort problem. De kan enten ha med seg aggregat og drivstoff, eller om du har mulighet til å få ladet på de sentrale punktene i kommunen. At du har to sett med batteri, som du lader, og bruker. Men det er en ting som er viktig å huske på. Og så er det å etablere transmisjon tilbake til-
44	M	Ja det er jo et annet spørsmål. Jeg har tenkt satellitt. Lavbane.
45	I	Satellitt ja, det er veldig stabilt egentlig. I Nord-Norge kan det enkelte av dem, men. Det kan nok kanskje- nei synk, jeg tror det går fint i Nord-Norge. Jeg har jobbet litt med operatøren på Grønland, det er mange år siden, men jeg husker det var litt problem med satellitt rundt februar, og det var en gang på høsten. Det var et eller annet issue som skjedde.

46	M	Geostasjonære satellitter? Da får man litt andre utfordringer med forsinkelse i gruppesamtaler og sånt.
47	I	Ja, geostasjonære. Har du en taktisk boble, så kan du ha all gruppesamtale lokalt.
48	M	Og så har du en kanal tilbake til operasjonssentral via satellitt som ikke er like rask.
49	I	Ja, hvis du har signalering så har du løst problemet med koder, og aksess. Og så vil du ha en kommunikasjon tilbake til sentralt kontrollrom, der det sitter en. Det bør du ha. Men så har du også mikrobølgelink. Det er også noe å tenke på. Nå vil det båndet, 26 GHz, det kommer til å bli et 5G-bånd for millimeter, men du kan eventuelt i en nødsituasjon, i mange situasjoner hvor det er behov for taktiske bobler, så kommer det ikke til å være noe millimeterbølgedekning utendørs uansett.
50	M	Nei det er kanskje ikke helt det behovet man trenger.
51	I	Nei, heller enda lavere bånd. Du ønsker bra dekning, og lett å line opp disse mikrobølgediskene og sånn. Så da er det fordel å ha litt mer lav frekvens. Men det er noe de kan regulere, at det brukes i en nødsituasjon, så brukes det.
52	M	Jeg har jo pratet med en del nødetater som alle er enige om at det viktigste for dem er egentlig bare tale, når det virkelig brenner.
53	I	Kontroll og kommando går foran absolutt alt. Det er bare å glemme data-tjenestene.
54	M	Nei man har kanskje ikke tid til å tenke over å bruke det.
55	I	Nei det er bare luksus. De har noe som heter TEDS i Nødnett i dag. Det er noe liknende Edge i GSM. Så det er vel Motorola sin. Men etter det jeg husker var det vel 50-60 kbit den klarte vel. For mye av bruken til nødetatene var det nok. Du kunne lage enkle strektegninger når du var på utrykning. Og skiltgjenkjenning kan man gjøre. Men de har ofte en LTE-forbindelse i tillegg, nødetatene, som de bruker til data. Men kontroll og kommando går foran alt. Gruppesamtaler og prioritering og alt dette må være der.
56	M	Jeg har jo tenkt at en sånn Fudge-type løsning eller en transportabel basestasjon som er litt større enn kjøretøy, kan man for eksempel sette ut i nær beliggenhet av en innsatsleders KO, for å ha det i nærheten av dem.
57	I	Du ønsker også å bruke standard-frekvenser.

58	M	Ja det er et annet spørsmål jeg har. Hvordan man bør planlegge dette, DSS eller hva.
59	I	Grunnen til tilgang til terminaler som er fornuftige i pris. Det er blitt bestemt i Norge at de legger Nødnett i de kommersielle nettene. Da kan du jo si at de kommersielle, la oss si at Nødnett klarer seg med 700-båndet, kanskje ett til, og så slår de kommersielle av sine baser hvis de er oppe samtidig.
60	M	Ja det er jo en god ide! Så man slipper interferens når man plasserer ut disse taktiske boblene.
61	I	Det er en ting man ikke må glemme når det er en hendelse. Det er vanvittig stort kommunikasjonsbehov for publikum. De som ikke er skadet, er å ringe og fortelle sine nærmeste at man har det godt, eller om status og hva som skjer. Eller å nå nødnettene. absolutt. Det er ofte at vi må ha blokkering, så de ikke skal ringe så mange til nødnettene også. Det har jo vært behov for det i enkelte hendelser. Det er veldig stort behov for det.
62	M	Da har man faktisk en mulighet for å ha et dedikert spektrum, ved å alltid benytte 700.
63	I	Det vil man ha. De bør legge seg på de lave frekvensene også, det er ikke de store datamengdene som er viktige for dem. Det er rekkevidden. Jeg vet ikke om du husker båten, en hurtigbåt som gikk mellom Haugesund og Bergen, kanskje Stavanger. Den gikk på et skjær nordvest for Haugesund. Da kom ikke nødnettene gjennom, fordi de brukte GSM-nettet. Fordi journalister brukte nettet for å sende bilder. De måtte be journalistene om å gå av nettet.
64	M	De hadde ingen mekanismer for å skru det av?
65	I	De hadde ikke pre-emption eller sånne ting. De eneste som har brukt pre-emption er Bane-NOR. I GSM-R. Og i Nødnett, der har du pre-emption. Men du kan bruke aksessklassesperring. Det funker fint.
66	M	I forhold til antenne-teknologi som man kan montere på kjøretøy, ville det vært best med omni-antennar, eller rettede antenner?
67	I	Ja, omni vil i mange tilfeller være det beste, for du vet ikke helt hvor det skal dekke. De har jo en liten gainer på den andre siden, så er det et lite område du skal dekke allikevel. Hvis du skal stå på en åsside, og du har en cite der oppe du kan koble deg til, eller reparere, så kan du vurdere å sette opp en panelantenne med litt stor åpningsvinkel. Så dekker du området. Men omni er nok i de fleste tilfeller det beste.
68	M	Hva med beamforming, blir det litt for komplisert, eller går det an?

69	I	Det går an, men det gir ofte veldig dårlig dekning. For å få det til, og ha fornuftig størrelse på antenneelementet er du oppe i høye frekvenser. Sant, du er kanskje oppe i 2300, der kan du ha beamforming, men der blir antenneelementet stort, litt stor antenne. Det blir upraktisk. Jeg ville lagt meg på lave frekvenser, og satset på at signalet ble sendt. Og du må ha veldig nøyaktig, de må uansett ha nøyaktig fasekontroll. Hvis ikke det er noe spesielt, eller veldig store datamengder, ville jeg ikke tenkt på beamforming i det hele tatt.
70	M	Det som er greit med å vente med å prate med deg før nå, er at nå har jeg klart å lære meg alle disse fancy begrepene, og teknologiene.
71	I	Hvis det er noe du lurer på på det må du bare spørre, selvfølgelig!
72	M	Det eneste du har pratet mer om enn de andre, det er jo fasesynk. Det er ikke noe nytt med 5G det? Det har alltid vært?
73	I	Ja og nei. Du kan si at grunnen til at fasesynk kommer inn med 5G, hovedsakelig, er at du tar i bruk TDD-båndet. Tidsdelt multipleks. Og hvis ikke du er i fasesynk, så risikerer du at en sender, mens en mottar. Enten skal du sende ned til alle telefoner i et område, og så skal du lytte. Snu, og så skal du lytte. Men hvis du ikke er helt i fase vil kanskje en basestasjon lytte mens en sender. Da vil den basestasjonen jamme de andre. Og det samme vil skje med terminalene. De kan jamme hverandre også. Og dette er sånn at for det første må alle operatører som bruker båndet være i fasesynk. Fordi du har så stor spredning i signalet, at det lekker inn i spekteret til naboen. Og telefonene er ikke så veldig gode på å skille ut frekvensen, og de skal lytte på hele båndet også. Og så har du det andre, det er at du må ha samme rammeformat. Eksakt. Hvis rammeformatet er forskjellig, så får du akkurat det samme, med at du kolliderer med opp- og ned-linker.
74	M	Du hadde ikke det samme problemet med FDD?
75	I	Nei, da sendte og mottok du på forskjellige frekvens. Du trenger bare et duplex-filter.
76	M	Det er sånn sett fasesynk kommer mer inn i bildet med 5G?
77	I	Ja. Det kom inn i 4G, allerede i 3G, for disse brukte tidsdelt multipleks, men det var kun Kina som hadde det. Noen gjorde det på TDLT, jeg jobbet i et prosjekt i Belgia i 2016 der de tenkte på å bygge ut TDD 3500. Det finnes noen som har det, men det ble ikke noe av det prosjektet. Og så er det eMBMS. Broadcast. Vi gjorde et forsøk i Nordfjord der vi satte opp en basestasjon og sendte TV over basestasjonen, sammen med Norkring og NRK og flere aktører. Det var jo interessant, men da måtte du også ha nøyaktig fasesynk. Der har du også at terminalen skal kunne lytte til flere basestasjoner samtidig, og som gjør opp

		<p>signalet. Da må alltid signalet man mottar ha nøyaktig fase. Det er det du har med eMBMS, og gruppekall og sånt. Så sånn sett har 5G vært den store driveren. Og så har du noen avanserte features på 4G og 5G, der det er stor fordel å ha fasesynk. Men det er ikke alltid du trenger like nøyaktig. På FDD kan du klare deg helt uten fasesynk. Har du non-standalone bør du alltid ha 2-300 mikrosekunders nøyaktighet. Grunnen til det er at basestasjonen sender ut SSB, synchronization block, som du kobler på med. Hvis du har en telefon som lytter både på 4G og 5G, så må han når han er i 4G, ut og lytte på 5G, for å finne SSB-blokk. Hvis den gjør det tilfeldig, og ikke er i synk med nettet, så vil sannsynligheten for at han lytter på rett tidspunkt være liten. Eller, det er faktisk 20-30% faktisk, det er ikke så smalt dette båndet. Men da kan det ta lang tid før en telefon oppdager nettet og kobler seg på. Mens med synkronisering vil den gå spot-on. Da vil den få beskjed om å gå ut og lytte etter SSB på disse tidspunktene. Sånn sett er fasesynk en stor fordel.</p>
78	M	<p>Jeg har lyst til å bare høre om dine tanker i forhold til 5G, 4G-teknologier, som kanskje kommer eller kanskje ikke kommer. Først og fremst berømte ProSe. Det er jo noe som nødnetene selv har sagt de er veldig glade i, direktmodus, og så blir de litt engstelige når jeg sier at ProSe er litt sånn shaky hvorvidt det vil bli implementert eller ikke.</p>
79	I	<p>Ja, jeg har også fortalt dem det. Jeg har faktisk ikke hatt noe særlig tro på det, rett og slett fordi at selv om alle nødnetene bruker det, så er det fremdeles veldig små volum for de som lager chipset i telefoner, i forhold til hovedtelefon. Men det virker nesten som det er litt mer giv i det nå, men jeg er ikke sikker. Hvis du ser på Qualcomm så er det viktigst, eller Samsung eller Mediatech, så er det viktigst å få opp høye datarater. Og så kommer det veldig kort svartid fra URLLC og dette, så ProSe den-. Ja og så går de i en annen retning. RedCap, redusert capability, de tar bort mye av funksjonaliteten i terminalen for å få ned kostnaden på den. For å bruke den i IoT-anvendelser. Så det er, ja.</p>
80	M	<p>Er det noen andre alternative måter å få tilsvarende funksjonalitet på da? Device-to-device.</p>
81	I	<p>WiFi holdt på med det, men WiFi er en rotete standard, og ikke helt til å stole på. Og det er litt, kan være komplisert å konfigurere. For her skal en være server, den andre skal være endeterminale. Den er ikke helt enkel den. Jeg tror heller at sånne små taktiske bobler, eller hva vi skal kalle det, er den enkleste måten å få til å etablere en boble. Det kan være småceller, det må ikke være en veldig stor basestasjon. Og så har du en server som sørger for at gruppesamtaler opprettholdes. Og gruppen har blitt koblet sammen, eller medlemmene i gruppen kobles sammen. Jeg tror det.</p>
82	M	<p>Da løser du ihvertfall de fleste situasjonene hvor man ville trengt direktmodus.</p>

83	I	Ja, det er jo klart spesielt røykdykkere vil være veldig glad i direktemodus. Og det er klart, sånn jeg ser det nå, så er jeg nesten litt mer optimistisk i år enn jeg var i fjor, når det gjelder ProSe og Sidelink. Men, det er jo helt opp til disse som lager chipsettet, hva de gjør. Vi laget en gang en Nødnnett-terminal, men den hadde direktemodus og. Men jeg tror ikke det ble noe, den var LTE-basert. Alternativet er å ha en teknologi til. Men det er ønskelig at ikke andre skal være på den direkte linken. At ikke du er i gruppekall.
84	M	Og så bør det være så enkelt som mulig for nødnettene å håndtere.
85	I	Ja, du kan tenke deg en slags walkie-talkie-funksjonalitet.
86	M	Man ser det jo i Apple i dag, de har jo forskjellige sånne fancy måter å ringe hverandre på og, det er jo en del som skjer der, at du kan skru på en sånn walkie-talkie i Apple Watchen din, men det er vel via Internett for så vidt det og.
87	I	Det er det vet du, og mye basert på -. Det var noen som tok hovedoppgave i Trondheim på mashed WiFi. Det er også, men det er ikke så veldig bra når det gjelder interferens, disse WiFi-løsningene, og det er litt komplekst å få det til. Kanskje det enkleste hadde vært om de hadde hatt en walkie-talkie-lignende chip på radioen, som kun blir brukt i nødstilfelle. At ikke det var mulig å gjøre noe helt annet.
88	M	Eller en helt separat radio.
89	I	For du må lage noe, du er nødt til å, for å få dette i dupleks-modus, så må du ha noe logikk. Kanskje justerer du litt av opplinken på terminalen for å få til denne sidelinken. Men da er jo de andre radioene, de må også lytte på sin opplink. Når du sender til dem. Det er forsåvidt greit, for som regel har du rikelig med kapasitet i opplinken, men da må det være logikk som gjør at radioen har en mottaker, som er i stand til å lytte på nedlinken sin. Eller, ja. Så det er også, man må lytte på opplinken, unnskyld. Man må ha radio som demodulerer opplinken. Der må du ha noe smart logikk. Med TDD så har du jo opp- og ned-link skilt på tid. Så det er også en mulighet. Men det krever ekstremt nøyaktig fasesynk mellom alle terminaler, for at ikke de skal snakke i munnen på hverandre.
90	M	Hva med IAB og IOPS? Har du noe tro på de fremover?
91	I	Det var veldig hot en periode, og så gikk det over. Men det er kommet opp igjen i 3GPP, Release 18.
92	M	Ja i hvert fall IAB.



93	I	IAB i 18 ja. Så, det har og vært litt utfordringer med, at skal du ha en FDD-radio må du -. Hvem, du snur litt på opp- og ned-linken. Den ene er standard transmitter, og den som mottar må faktisk motta på en sendefrekvens. Sånn, den er ikke helt triviell den heller. Det er enklere i TDD i mmWave, der er dette enklere å få til, for der kan du definere en del av, ta en del av dette spekteret ditt. For du har så kolossalt med spekter uansett. Du kan ta en blokk på 50 eller 100 MHz som du bruker til IAB. IOPS, det er forsåvidt taktiske bobler det. Det var jo også diskutert, hva skal skje når du mister forbindelse til hovedcorenettverket ditt. Men jeg vet ikke hva som har skjedd der i ettertid, om det stoppet opp, eller, det er jeg usikker på. Du hadde, ja, hva var det jeg tenkte på. Vi har en lignende, som er gjort med en operatør i Sverige, der du har gruve oppe i Kiruna-området. Den bruker faktisk 4G om jeg ikke husker feil. Men de vil ikke ha HSS der oppe, så de har lignende. De kjører HSS nede på sentralt, og så har de en link, så de kjører signalering der. Så om man har et brudd i linken, så vil alle som er på fremdeles være på, for du trenger ikke kjøre ny re-attach. Så det fungerer greit.
94	M	Men da kan man ikke attache til det nettet, hvis man kommer utenifra?
95	I	Ja korrekt. Jeg tror de endte opp med det. Du kan ha, muligens de har en liten lokal lager med nøkler, sånn at alle kan attache, jeg tror ikke det. Jeg tror de har en sånn IOPS der alle som attacher fremdeles er attachet, og andre får ikke komme på.
96	M	Men det er vel kun definert for LTE foreløpig, og ikke tatt i bruk i noen særlig grad?
97	I	Nei, og standardiseringen, etter det jeg forstår, den stoppet litt opp.
98	M	Da er heller alternativet taktiske bobler, i dekningsammenheng?
99	I	Ja. Men det er jo forsåvidt, standardisering av en taktisk boble, det er IOPS.
100	M	Ja ikke sant. For du må bare ha funksjonaliteten i edgen. Og sånn sett er det uavhengig om basestasjonen står på en fast mast, eller i en bil med aggregat. Det er et godt poeng. Hva med sånne HAPS og sånn? High Altitude Platforms. Har dere noen erfaringer eller tanker om hvordan de kan benyttes i fremtiden? Det blir jo som en satellitt, bare med litt lavere forsinkelse.
101	I	Vi har faktisk gjort noe der med Google. Google Loon. Det er et luftskip, en ballong, som Google har brukt for å skaffe dekning i områder der det er veldig tynt befolket, og langt.
102	M	Er det den som ble benyttet i Puerto Rico og Peru i 2017 og 2019?

103	I	Jeg mener det ja. Jeg tror de har brukt den i Afrika også. Det er Google. Der har vi levert basestasjonene, for vi har ganske lette basestasjoner. Og du har full utendørs. Der monterte vi LTE-basestasjoner med radio som var på dem. Og det er også en mulighet. En stor utfordring er jo energi til å drive basestasjonen. Kommunikasjonen er ikke så vanskelig. Du kan enten skyte opp mot en satellitt, du må jo ha en stabilisert plattform eller gå ned til bakken med mikrobølgelink, for eksempel. Til en gateway.
104	M	Slik jeg forsto, så er det et dedikert bånd for disse HAPS-systemene. 2.1 GHz eller hva det var.
105	I	Ja stemmer det! Det er 2.1 GHz de bruker ja! For det er det som ligger akkurat inntil 2100-båndet.
106	M	Der har man jo også en potensiell løsning, om man ikke skal bruke en satellitt, så kan man ha en form for beredskap på alle flyplasser. Dersom dekningen går ned, så kan man fly ut et luftskip, eller fixed-wing aircraft.
107	I	De diskuterte litt med å ha på drone, og da har vi small-cell, og kabel opp til dronen. Det er noe som Forsvaret driver og ser på. Tjora droner. Det er også en mulighet. Da går det vil strøm til dronen og. Jeg vet ikke om det er på samme kabel, og strøm til basestasjonen, og en fiber opp. Den veier jo ikke mye den fiberen.
108	M	Du nevnte vekt, hvor mange kilo snakker vi på deres basestasjoner?
109	I	Du kan si en basestasjon består av to hoveddeler. Noe vi kaller basebånd, og det andre er radioen. All in one, så har vi en 4G-basestasjon på 5 kg, kan da 800 brukere. Og så har vi multibånd, det er vel litt mindre effekt, det er 5 kg per bånd på de også. Og så har vi makrostatjonene, de er litt tyngre. Det er avhengig av hvor stor radius du skal ha. Typiske tresektor-radioer veier 25 kg. Og basebånd er kanskje 10 kg.
110	M	Så det er ikke allverden av vekt? Du trenger ikke så mye løftekapasitet.
111	I	Nei, nei, nei.
112	M	Og makroceller, vil det være nødvendig med sånne i et nødetat-perspektiv?
113	I	Nei, nei, og når du er oppe i luften så har du ikke noe tap. Du kan fint klare deg med small-cell-løsninger.
114	M	Det er jo sånne løsninger jeg tenker på i forhold til etter uværet har herjet. Det er kanskje ikke like relevant med droner som henger når det blåser, men -
115	I	Etter uværet er det absolutt en mulighet. Med droner, så har du samband.

116	M	Da har vi faktisk knust gjennom alle mine spørsmål. Det rakk vi også. Det var supernyttig dette, jeg har jobbet med akkurat det vi har pratet om i dag har jeg jobbet med tidligere i dag også. Så det sitter litt ferskt i minnet. Dette var kjempeinteressant. Morsomt at du, jeg føler du har fått besvart mye av de løse trådene jeg har hatt hengende i forhold til løsningene jeg ser på. Kjempenyttig. Sånn til sist, har du noen tanker generelt rundt at 5G vil bli bærer for Nødnett?
117	I	Nei, ikke, jeg har tenkt at 5G, hvorfor ikke 4G, eller er det nødvendig å definere teknologien? 4G kommer nok til å leve lenge, men 5G kommer og har kommet fortere enn man kanskje skulle tro. Det med dette som er mye annet, at den som oftest setter begrensningene, er tilgang på terminaler. Det er ofte, det er dårlig med plass i de, og det er ikke så lett å få laget alt, og det bør være tilgang til i alle fall et par merker.
118	M	Men der er hovedbegrensningen supply and demand? Det er ikke nok brukere?
119	I	Ja, men de kommer veldig fort disse 5G-chipsettene, det gjør de. Og så vil du gjerne ha sånne ruggedize-terminaler. Spesielt brannvesen. Man kan kjøre mye over-the-top også, spesielt med sikkerhet, at ikke folk skal kunne komme inn med vanlige terminaler, og folk som er veldig flinke til å programmere, at de skal komme seg forbi sperrer.
120	M	Det skjer kanskje mer enn nok på cyber-siden også som gjør det sikrere og sikrere, mer effektivt.
121	I	Men det er klart, gjør du noe med hardware på terminal, så er det vanskeligere å forfalske, og emulere, hvis du skal gjøre noe i chipsettet, som en nøkkel eller et eller annet, som ikke lar seg gå rundt med software.
122	M	Forsvaret pratet litt om USIC, da har du jo fikset den sikkerheten.
123	I	Det er også en mulighet. Men da er det spesielle terminaler, ikke sånne mobiler som du har, som har det, men. Og du vil alltid ha behov for spesielle mobiler allikevel. Også på grunn av det. Så det tror jeg blir kanskje den viktigste grunnen til å si om det blir 4G eller 5G, eller kanskje helt agnostisk til teknologien du bruker. Men fokusere på å få de tjenestene. Og går du inn i kommersielt nett, så spiller det ingen rolle heller, for de vil jo ha flere bånd og. Sånn jeg ser for meg, så vil LTE leve på 800-båndet i alle fall 4-5 år til. Men det er jo ikke så mye trafikk i nettet i Norge at det blir noe problem med det, for de har mange bånd å bruke.
124	M	Nei kjempeinteressant, jeg skal ikke ta mer av tiden din.
125	I	Nei men dette var en veldig interessant samtale, det var hyggelig å snakke med deg!

290 M. INTERVIEW: INFRASTRUCTURE EQUIPMENT PROVIDER

126	M	Ja det var gøy å prate med deg også. Tusen takk for at du tok deg tid, kjempeinteressant!
127	I	Bare hyggelig, og da ønsker jeg deg bare lykke til med oppgaven!
128	M	Takk, ha en fortsatt fin dag!

# Appendix **N**

## **Interview: The Directorate for Civil Protection A**

This appendix includes the transcript of the interview with a representative from DSB.

This appendix is written in Norwegian. The letter "I" indicates that the interviewee is speaking. The letters "M" indicates that the interviewer, Marius, is speaking.

ID	Speaker	Comment
1	M	Da er opptak i gang. Jeg kan jo bare sette i gang. Jeg kan jo fortelle litt om hva denne oppgaven handler om. Den skrives da for NTNU og dere, i DSB, angående "fremtidens Nødnett", og ser da på det 5G-baserte Nødnettet over kommersielt nettverk. Mobilnettet er ikke like robust som TETRA, og derfor kan fremtidens Nødnett være mer utsatt for dekningsutfall grunnet ekstremvær. Jeg ser på løsninger for å gjenopprette kommunikasjon etter dekningsutfall som følge av ekstremvær, og jeg undersøker derfor hvordan ekstremvær påvirker mobilnettet, hvordan alternativ kommunikasjon kan opprettes, og hvilke tjenester og funksjoner som er viktigst for brukerne i alternativ kommunikasjon. Så det er en kjapp introduksjon. Så kan vi jo starte med deg. Hvem er du, og hva jobber du som?
2	I	Ja, navnet mitt er jo da [navn], jeg jobber som spesialrådgiver i DSB i nød- og beredskapsavdelingen i marked- og bruker-seksjonen der. Jeg har vært med i Nødnett-reisen siden 2011. Da startet min reise. Det startet først i Helsedirektoratet, i selve Nødnettprosjektet. Jeg hadde ansvar for å planlegge og legge til rette for opplæring av samtlige helseansatte i Kongeriket innenfor Nødnett. Jeg er også utdannet instruktør i et eget studie som Politihøgskolen drev med i Stavern. Så jeg har drevet med kursopplæring, reglement, reglementsutvikling, det de kaller fleet map, altså talegruppestruktur, rett og slett bruk av Nødnett. Jeg har selv erfaring fra akuttmedisin og ambulansetjeneste for mange, mange år tilbake. Så jeg vet jo hvor viktig kommunikasjon er for de der ute. Selv om jeg ikke har brukt Nødnett sånn operativt sett, så har jeg litt operativ bakgrunn, og dermed er det lett å forstå hvor viktig kommunikasjon er.
3	M	Åja, og da har du vært med på den reisen hvor det implementeres i hele Norge, frem til 2015 hvor det faktisk var ferdig.
4	I	Ja, så jeg var i Helsedirektoratet frem til 2014, og da hoppet jeg over til DSB, eller det som da het DNK, det er jo en del av det, de var et eget direktorat, og ble en del av DSB i 2017. Så da, men jeg var ikke involvert i selve utbyggingsprosjektet, hvordan de skulle bruke dette nye nettverket på en operasjonell måte. Jeg har mye kontakt med politi, helse, brann, HRS, alle mulige slags brukerkategorier, og brukes i ulike sammenhenger til å -. Nå for eksempel har jeg ansvar for å planlegge bruk av Nødnett i en av de store øvelsene som skal være i år. Så jeg har mye sånn ekstern utadrettet virksomhet.
5	M	Åja, da har du kanskje hørt mye om erfaringene til brukerne selv og?
6	I	Jada, og jeg har hatt massevis av kurs der ute. Jeg har ikke tall på hvor mange, men jeg har vel hatt flere tusen i opplæring. Der får du også en del erfaringer fra de som har erfaringer med systemet.

7	M	Ja ikke sant, så du hører litt erfaringer og historier sånn sett? I forhold til fremtidens Nødnett da? Har du noe erfaring, eller har dere hatt noe innspill fra brukerne på hva de forventer?
8	I	Jeg har ikke vært involvert i den KVUen, eller den utredningen som har vært så langt. Men jeg har jo holdt meg orientert om prosessen. Jeg forsto at det ble gjort et valg for noen år tilbake av regjeringen at vi skal basere fremtidens Nødnett på eksisterende, eller fremtidens mobilnett da, på 5G og de G-ene som kommer etter det. Jeg deltar også i en del internasjonalt arbeid, og der er det litt ulikt. Litt ulik approach hvor noen land ønsker å frede et frekvensspektrum til bare nød- og beredskapskommunikasjon, og det spekteret ligger ofte på en båndbredde som gjør at man også får data i tillegg til tale. Mens andre land de gjør som oss, og tar det inn i mobilnettene da. Og dette med statlig kontroll, og ikke-statlig kontroll, varierer også veldig mye mellom de ulike landene. Så der har jeg vært litt involvert. De forsøkte å lage en europeisk dugnad for å få fredet en viss del av frekvens-spekteret som blir frigitt nå i forbindelse med at, så vidt jeg vet er det noen TV-signaler som sendes på et 700 MHz-bånd som var attraktivt. Men det er klart, det vil ikke få noen konsensus i Europa da. Så jeg har ikke vært noe involvert i KVUen, men jeg kjenner til arbeidet som er gjort, og for noen år tilbake hadde jeg en del kontakt også med noen engelske kollegaer, og blant annet en engelskmann som -. England har jo vært noen hestehoder foran oss, men det har enda ikke gått i transmisjon.
9	M	De har vel hatt noen utfordringer underveis?
10	I	Ja, og det er ikke til å stikke under en stol at, eller det er naivt å tro at vi ikke kommer til å se de samme utfordringene i Norge, men det er greit at et land går foran og brøyter vei, men valg av type teknologi, valg av leverandør, hvordan du skal dele tjenestene inn i dekning, kapasitet. Men han, bare sånn eksempel fra London-ambulansen, og det er flere år tilbake. Han sa at de har helt sluttet å kommunisere på tale, de gikk bare på data. Fikk alle oppdrag rett i bilen når de var i bilen, og sånn sett kunne utføre oppdrag på bakgrunn av det, og det var mindre bruk av tale, og mer bruk av data.
11	M	Så da brukte de mer tale når det var ytterst nødvendig?
12	I	Ja. Men samtidig så har de en litt annen samarbeidsform enn oss i Norge, hvor nødetater spesielt samhandler i felles talegrupper. Det er svært sjelden de gjør det i England.
13	M	Åja, okei. Spennende!
14	I	Så jeg har ikke vært involvert i arbeidet, men det kan jeg jo si til deg, siden du er student, jeg har litt, hva skal en si, sunn skepsis til det valget som er tatt. Jeg forstår at man trenger båndbredde, og en mobilteknologi for å bære data, men

		så langt opplever jeg ikke et skrikende behov på brukernivå, snakk om et lavt nivå, av brukere, hvor det er data de først og fremst trenger. Det er sikker tale, og god talekvalitet, det er det de er opptatt av per i dag. Men jeg vet at med fremtidige løsninger så kommer det andre muligheter som man kanskje ikke ser i dag.
15	M	Nei, for du får jo ganske mange andre muligheter med mer data og båndbredde og slikt.
16	I	Ja, du gjør det, og den første tiden var vi skeptiske til mobiltelefoner, og nå har du en datamaskin i lomma.
17	M	Ikke sant.
18	I	Men ihvertfall behovet jeg har opplevd i Norge, spesielt, det er tale, og så har jeg tenkt for meg selv, er det så smart å legge alle eggene i en kurv? Med å hive alt over i kommersielle nett, når vi ser både dekning og utfall og oppetid og redundans og sånt. Men det er jo det man jobber med, for å få det til å bli bedre. Og så tør man å håpe på at ved at vi får nød- og beredskapskommunikasjon over på mobilnett gjør at mobiloperatørene strammer skruene litt, i forhold til sin egen beredskap.
19	M	Okei, og største utfordringen per i dag, i forhold til ekstremvær og beredskap, det er at reservestrømmen er tilnærmet ikke-eksisterende i forhold til 2-4 timer.
20	I	Og du må ha reservestrøm i alle ledd, gjennom kjeden som leverer fra ende til ende, kjernenett, basestasjoner, transmisjonsnett. Det er det vi opplever når vi har utfall. Basestasjoner står ofte med strøm på, i reservestrøm-modus, men vi mangler transmisjon, fordi transmisjons-redundansen ikke er så god.
21	M	Ja, og da er det LST som er greia?
22	I	I noen tilfeller, men det er ikke alle basestasjoner som har det.
23	M	Vet du om det er vurdert noe strengere krav til mobilnettene i form av reservestrøm når det kommer så langt at det vil bære Nødnett?
24	I	Sånn som jeg har forstått det ja, så skal man ha høyere krav. I og med at vi sånn sett går inn under det som defineres som kritisk infrastruktur, så tror jeg nok at den leverandøren, eller de leverandørene som skal levere fremtidens mobilnett, nei fremtidens Nødnett, må justere opp sine krav til både redundans og oppetid og reservestrøm.
25	M	Okei. Jeg kan jo stille noen spørsmål angående selve ekstremværs påvirkning på Nødnett. Hvis du har, du har jo hørt litt av hvert fra brukerne i seg selv. Har



		du hørt om situasjoner der Nødnett har vært utilgjengelig for brukerne i tjeneste? På oppdrag?
26	I	Jada, vi har hatt flere ekstremvær, sist i november i fjor, 19. November, da var det mye uvær, spesielt her på Østlandet, som tok ut all kommunikasjon på e-kom-sida.
27	M	Vinje, Bagndalen, nedover der?
28	I	Ja, da opplevde vi at brukerne var overrasket over at Nødnett også ble tatt med i dragsuget når stormen var på sitt verste. Når alt det andre falt ned, for det var noen brukere som uttalte i media, at vi var jo lovet at det skulle vært oppe i 8 timer. Og da manglet de litt helhetsforståelse. Ja, basestasjonene var kanskje oppe i 8 timer på batteribackup, men de avhengighetene vi har bakover, klarte ikke å levere. Og i tillegg så har vi en sånn ringstruktur som gjør at vi er mer redundante og robuste, og det skal to føringsveier til en og samme basestasjon. Men når de to føringsveiene kanskje ligger i samme grøft, eller samme spenn, så er det doble føringsveier, men en enkelt feil som utløser dobbeltfeil.
29	M	Og da er det litt bedre i teorien enn det er i praksis?
30	I	Jada. Nei vi har erfaringer fra brukere som melder tilbake at de i ekstremværsituasjoner kan miste kommunikasjon. Og vi oppfordrer hele tiden brukere til å tenke den tanken selv, at de på en måte har planlagt det på forhånd. At de er klar til alternative muligheter hvis den dagen kommer at de blir rammet av storm. Vi hadde også et tilfelle, det var ikke en værårsak, men bygda Beiarn i Nordland, det var i 2019, det var et stort fiberbrudd som gjorde at de mistet hele kommunikasjonsmuligheten i bygda. Og Nødnett virket vel delvis, men vi falt også ut etter hvert. Men når kommunene ikke har lagt planer til hva de gjør når det blir dødt på ekom, så blir det på en måte vanskelig å håndtere det. Vi har eksempler fra svenske kommuner hvor de har satt opp repeaterer på forhånd i kirketårn og høye bygg, slik at de kan dekke lokalt, og lage et lokalt nett i byen for å kommunisere internt i byen hvis de skulle miste kommunikasjon med omverdenen. Vi forsøker hele tiden å jobbe med de ulike brukerorganisasjonene til å være oppmerksom på det, legg planer for at Nødnett også kan falle ut. Så man må på en måte, gitt klimautfordringene, og gitt våtere, villere vær, og mer ekstremvær, så bør brukerne, og da snakker jeg om brukerorganisasjonene, kommunene, nødetatene, og alle de som står i spissen når en krise rammer, de bør også tenke hva gjør de hvis også Nødnett skulle falle ut.
31	M	Ja, og det er jo det jeg bruker det halvåret her på å tenke på selv. Da er det viktig å vite hva som er mest kritisk også.

32	I	Og det som er utfordringen, det er at Nødnett i det store og det hele i det daglige virker veldig bra, og det er sjelden brukerne opplever problemer i det daglige. Vi har et krav om opplæring til alle, men for mange, vi vet at mange brukere bare blir introdusert til Nødnett når de får radio i hånda og blir bedt om å ha en god vakt. De får ikke noen opplæring, og mer basic forståelse. For eksempel det å gå over til direktemodus. Det er veldig variert. Noen brannfolk bruker det regelmessig når de røykdykker i direktemodus, og går inn i bygg. Men ellers, så er det faktisk relativt ukjent blant brukerne der ute. På tross av våre informasjonskampanjer og vår opplæring, reglement, hvor alt dette står.
33	M	Gjelder det også nødetater som brann, politi og ambulanse også?
34	I	Ja.
35	M	Det var vel et problem på Gjerdrum for eksempel, at det ikke ble benyttet direktemodus i større grad, for det ble vel overbelastet i perioder.
36	I	Ja, det var også et sånt ekstremtilfelle. Vi fikk jo tidenes sperr i nettet, men vi hadde overhodet ikke nedetid på basestasjonen på Gjerdrum. Men fordi de ikke er bevisst på talegruppevalg, og at de ikke ligger og lytter på talegrupper som ikke er dedikert til hendelsen, så fikk de unødig mye trafikk inn i området. Og i tillegg så var det ingen som, og det er ikke praksis i dag heller, det er ingen som tenker på det vi definerer som sambandsledelse.
37	M	Nei.
38	I	Det er ingen som lener seg litt tilbake og tenker, hvem er det vi har rekvirert på den hendelsen, hvem snakker med hvem, hvilke tallegupper har vi tildelt til den hendelsen? Hvordan sjekker vi at alle er på, og eventuelt er på feil talegruppe? Det har de ingen, ingen etater har rutine for det. Så jeg vet ikke hvor mange foredrag jeg har hatt i ettertid av Gjerdrum for å bevisstgjøre dem på det. Hvis vi ser tilbake, skyver litt parallell til Forsvaret, så har jo Forsvaret satt opp gode strukturer på kommunikasjon, enhver sjef fra kompanistørrelse og opp har en egen sambandsoffiser i sin stab, som planlegger kommunikasjon sånn at enheten får kommunisert. Den rollen finnes ikke i det sivile, og redningstjenesten. Dessverre.
39	M	Det skjønner jeg blir veldig utfordrende.
40	I	Og da tilbake til spørsmålet ditt. Hvordan skal man håndtere ekstremvær? Du må tenke at brukerne må definere, hva er viktigst. Er det tale, eller data? Også må man finne gode backupløsninger for det, for tenkt at hvis vi mister alt, og ekstremværet er årsaken, så kanskje man må gå tilbake til basisen, med tale, det er tale som er viktig. For å dele felles situasjonsbilde, oppnå felles situasjonsforståelse. Og da tenker jeg også at fremtidens Nødnett bør ha

		muligheter for backopløsninger, sånn som vi kanskje har det i dag, i radioterminalene, at fremtidens radio også har en direktemodus, eller walkie-talkie-funksjon.
41	M	Det finnes jo i dag, definert i mobilnettet, og heter Proximity Services. Men det er litt uklart om det kommer til å bli videreført eller ikke. Men jeg forstår jo en slik tjeneste som en veldig god og effektiv tjeneste for brukerne ute i felt.
42	I	Ja, men, den må trenes, det må øves, det må planlegges. Det er for sent når ekstremværet er der. Det er litt sånn vi ser det i dag. Hvis man ikke trener og possesserer dette i planverk, øver på det regelmessig, så sitter det ikke i fingrene. Når du står i et ekstremvær og du kanskje må berge liv og helse, så har du en helt annen -. Spesielt nødetatene har et helt annet mindset enn å tenke samband. De tar det bare for gitt. Hvis du har trent på det, så skal det være en automatisert bevegelse å ta denne terminalen og trykke på en knapp og gå over i direktemodus. Så det er klart at i fremtiden, hvis man gjør det mer komplisert å utføre en sånn backopløsning, så kan det være en utfordring, men samtidig må brukerne selv tenke og være med å definere hvilke krav de har til backopløsninger.
43	M	Jeg har pratet med noen brukere allerede, og jeg skal prate med fler, og de jeg har pratet med så langt, luftambulans, de mener at så lenge de har fått oppdraget, de vet hvor de skal og hva som er casen, så klarer de seg helt på egenhånd, i stor grad. Men man er selvfølgelig avhengig av å få oppdateringer og situasjonsforståelse underveis, endring i situasjon og så videre. Og det er nok litt forskjellig fra bruker til bruker. For eksempel en løsning jeg har sett på, som jeg også synes virker ganske interessant, er noe jeg har valgt å kalle automobile basestasjoner, hvor du har autonome basestasjoner montert i utrykningskjøretøy slik at dersom nettet er nede lokalt eller regionalt, så har du fortsatt med deg en mobil basestasjon som kan sende ut signaler til terminaler innenfor en viss radius, og da er hovedutfordringen hvordan man skal få backhaul-forbindelse til kjernenettet. Foreløpig er det jeg har sett for meg satellitt. Det er litt mer begrenset i overføringshastighet og forsinkelse og så videre. Da ser jeg for meg at data kan være mest sannsynlig måte å kommunisere på, for da er du ikke like hemmet av forsinkelsen.
44	I	Mm. Vi kjører jo, vi har transportable basestasjoner som backopløsning, og noen av de har satellitt-mulighet som transmisjon. Og på tale merker vi ingen forsinkelse. Nesten ikke. Jeg har testet selv, for det menneskelige øret har vanskelig for å oppfatte en betydelig forsinkelse ved bruk av satellitt.
45	M	Det er veldig interessant!
46	I	På tale da. Det kan også være en mulighet. Som du sier, automobile basestasjoner, noen har jo mulighet for å ha WiFi-hotspot-løsning. Men det er

		igjen hvordan du snakker hjem eller tilbake til kjernenettet. Og så skal vi teste ut, nå i høst, om vi kan løfte opp en liten basestasjon eller en gateway eller noe sånt, eller en repeater, opp i en drone. Etterhvert nå har vi fått flere droner med relativt høy løftekapasitet. De kan også ligge standby i et område i opptil 12 timer uten refuel. Så det kan også være noe man kan se på i fremtiden. Og etterhvert blir det jo også mer robust for vær. Er det skikkelig orkan, så kan droner bli dratt av gårde, men flere av de dronene har også GPS-posisjonering, sånn at de får beskjed om å ligge på en posisjon, og så ligger de der.
47	M	Det er jo en veldig interessant løsning. De har drevet med noe av det samme i USA, i FirstNet. De har noe de kaller Flying COW, Cells on Wings. Det tror jeg de primært bruker i post-disaster-situasjoner, etter at orkanen har herjet. Men det er også noe jeg har sett på som en løsning. Men det er jo interessant at du sier selv at dere driver med å teste det også i Nødnett.
48	I	Ja vi fikk en invitasjon til en øvelse til et dronemiljø som skal ha en øvelse i høst. Da skal vi ha en øvelse i fjellheimen hvor vi ikke har Nødnett-dekning, for å se om en sånn type drone kan brukes for å løfte opp en repeater eller gateway hvis vi får tak i nettet på andre siden av fjellet.
49	M	Hvor mye løft trenger man i en sånn løsning?
50	I	Hvis vi snakker om en liten gateway-kasse, så er det en liten zarges, som en håndbagasje-koffert egentlig. Når du kjører gateway/repeater krever du mye strøm. Du kan ha en sånn repeater på en vanlig håndholdt, men da går du tom for strøm med en gang, så du må ha et eksternt batteri. Så det skal bli artig å teste ut.
51	M	I USA, den AT&T-løsningen, der tror jeg de har strøm via kabel opp til dronen.
52	I	Det kan også være en mulighet. Men det er klart, i ekstremværet, så vil jo også strømmen gå. Så du må ha et aggregat på bakken. Det er også en mulighet. Men det er først og fremst brukerne som må bli såpass involvert at de selv er med på å sette krav til backup-løsning. Og der igjen må de si at gitt situasjonen, med ekstremvær og mye utfall, så må de definere om de fortsatt har de samme kravene til data og data-hastighet. Eller om de klarer seg med tale. Det tror jeg legger litt premisser for en sånn type løsning.
53	M	Absolutt. Og det er først når man vet hva brukerne selv krever av tjenester at man virkelig kan se på hvilke løsninger som vil fungere, i forhold til overføring og så videre. Men selvfølgelig så er vi jo i en helt, om 10-15 år er vi et helt annet sted enn vi er i dag. Vanskelig å se for seg hva man er avhengig av om 15 år, når man har begynt å bruke video i det daglige, og så videre.

54	I	Ja, det er nettopp det jeg nevnte med London. De har gått vekk fra tale, og har bare data. Så det, den fremtidige biten vil på en måte danne seg et komplett bilde om hvordan fremtiden vil se ut er vanskelig, fordi utviklingen går så fort. Men om det er et alternativ å ha Nødnett oppe som et backup-samband, det tviler jeg på, for det blir relativt dyrt.
55	M	Fordi i dag så har du jo den muligheten at du kan gå over til mobilnettet hvis Nødnettet feiler, med mindre de bruker samme transmisjonsnett for eksempel. Da så man i november i fjor hva som skjer når begge bryter ned samtidig.
56	I	Ja, og i tillegg, hvis alle mobiloperatørene, gitt at fremtidens Nødnett ikke går gjennom ett, men gjennom flere nett, eller med nasjonal gjesting, sånn at du automatisk blir koblet over til nettet du får kontakt med. Da kan jo det være en variant.
57	M	Det skaper litt mer robusthet ihvertfall preventivt.
58	I	Ja.
59	M	Har du hørt om at mangelen på dekning har ført til spesielt farlige situasjoner?
60	I	[pause] Nei, ikke som jeg kan komme på. Nei ikke mangel på dekning. Men igjen, Gjerdrum, feil bruk på systemnivå. De første som var innsats der, spesielt brann, som var helt nede i skredkanten, og berget folk ut av husene og som hoppet ut av vinduer og gikk ut av dører, og bak de raste huset ned i gropa. Der tenker jeg at kommunikasjon var livsviktig. Og det var deres, hva skal jeg si, livreim bortover. Og jeg har snakket med han som var utrykningsleder, han var sikker på at han sendte mannskapet sitt i døden. Men ikke sånn at jeg vet at det har oppstått farlige situasjoner. Det har jeg ikke. Men igjen, det du tar for gitt i det daglige, det tar du for gitt at skal fungere hele tiden. Og hvis du mister det, så blir det en form for frustrasjon i oppgaveløsning. Det vil jo variere litt med hvem vi snakker med som brukere også. Du har jo kategorier, i nødetatene, så har du de som bruker det hver dag hele tiden i operativ hverdag. De kan det. Men så har du deltidsansatte i brannvesen i Norge. Det er jo helt vanlige folk, som har en helt annen jobb enn å være brannmann, og som må rykke ut. I hvilken grad de er i stand til å håndtere en backup-løsning når de aldri har trent på det, øvd på det, og vet om det, ja.
61	M	Det er et veldig godt poeng. Sånn sett bør kanskje backup-løsningen være av den grad at ikke så mye må gjøres på brukernivå for å rette seg inn, det bør være sømløst for brukerne selv om nettet har falt ut, at de ikke må begynne å -.
62	I	Ja det må kanskje automatiseres på et eller annet vis. Når jeg kjørte ambulanse i mine unge dager, så måtte vi bytte kanal på radioen etterhvert som vi passerte ulike punkt på veien. Og vi hadde et eget kanalkart i bilen. Når vi visste at vi

		passerte den svingen måtte vi over på neste kanal, ny basestasjon. Med Nødnett, så slipper man det. Man blir handet over til neste basestasjon hele tiden, det er akkurat som mobiltelefon. Du slipper å tenke på det. Det er klart at hvis en fallback-løsning blir automatisert på samme måte, så slipper man å tenke mye på det, i det daglige. Og spesielt med ekstremvær. Da kan man fortsatt kommunisere.
63	M	Var det det gamle Helsenettet du snakket om nå?
64	i	Ja.
65	M	Ja jeg har hørt at det var veldig hallejula-stemming da Nødnett kom i forhold til det der.
66	I	Ja, det ble en helt ny verden. Spesielt når vi kjørte lange utrykninger. Da måtte en sidemann hele tiden drive å bytte kanal, på radio-sambandet, for å ha kontakt med AMK spesielt.
67	M	Det blir jo nesten en egen jobb det.
68	I	Jada, og bare det å ha kunnskap om hvor du må bytte kanal, ikke sant.
69	M	Dersom Nødnett og mobilnett går over det samme nettverket, så vil jo det at det ene faller ut også bety at det andre faller ut, som betyr at både nødkommunikasjon og sivile brukes mobilkommunikasjon også faller ut. Hvor viktig mener du det vil være å prioritere sivil-trafikk, kontra nødetaters trafikk, i en nødløsning hvor man kanskje har litt begrenset kapasitet?
70	I	Det er igjen et vanskelig spørsmål, fordi det er jo litt- altså, alle forstår at nød- og beredskap og liv og helse kommer først, foran Facebook og sånne type oppdateringer, men samtidig stiller alle brukerne, altså ikke Nødnett-brukerne, men vi brukerne stiller krav til at denne telefonen skal virke hele tiden. Og da må man på en måte ha en accept. Men igjen, tenk et scenario i fremtiden når man får selvkjørende biler, som er avhengige av datakommunikasjon for å kjøre og navigere i trafikken. Og så plutselig stopper bilene fordi brannbilen kommer bak og trenger kapasiteten du bruker. Jeg tror nok brukerne kan tåle at Facebook ikke virker, men hvis bilen stopper, og andre teknologiske ting vi er avhengige av plutselig stopper opp fordi nødetater trenger all kapasitet for å håndtere en alvorlig hendelse. Da får du en prioriterings-diskusjon hvor du, hva skal du si, samfunnet stopper opp fordi nødetater har prioritert.
71	M	Og så kan du få tilfeller som under Dagmar, at noen forsøkte å ringe til AMK, ringe 113, for å få hjelp. Men de kom ikke gjennom. Da mister du den sivile kommunikasjonen, hvis man skal kalle det, så mister du også muligheten til å ringe etter hjelp.

72	I	Ja det er jo det. Den prioriterings-diskusjonen blir interessant å følge. Nå var jeg, sånn by the way, i London nå i helgen. Og de ligger noen hestehoder foran oss, og skal over på 4G eller 5G. Men jeg opplevde spesielt i deler av London hvor vi var mange folk samlet på ett område, blant annet på konsert med 20,000 andre, jeg kom ikke gjennom med telefonen min. Fikk ikke sendt vanlige tekstmeldinger engang. Hvordan håndterer man masse folk på et lite område, i tillegg til at nødnetts skal bruke samme nettet.
73	M	Da må det være noen prioriteringer på en måte.
74	I	Det bør nok være det. Men jeg opplevde at vi hadde tjeneste, men dårlig service, for å si det sånn da. På mobiltelefonen. Det slo meg at okei, her skal nødnetts bruke samme system, med kanskje variabel service. Du ser at du har dekning på telefon, to streker på 4G, men fikk ikke sendt en tekstmelding engang. Så det blir interessant å se. Ikke minst, si aksept for at nødnetts faktisk - altså vi er vant til å vike når vi ser blålys bak i speilet på bilen. De trafikkreglene er tydelige krav, og tilsvarende type regler må vi lage når alle skal bruke samme nett.
75	M	Ja ikke sant. Med mindre prioriteringen skjer av seg selv.
76	I	Ja, men ikke sant, når du da hiver alle egg i en kurv, og fremtiden kommer som jeg sier, med selvkjørende biler, eller hva som helst, og hvis de stopper opp fordi nødnetts trenger all kapasitet, så spørres det hvordan viljen i befolkningen generelt er der. Det vet jeg ikke.
77	M	Absolutt, og derfor er det viktig å få disse løsningene på plass, sånn at dersom det krasjer, så kan man likevel få kommunisert. Ute på utrykning, du var jo litt inne på det i stad, man hva anser du som den eller de mest kritiske funksjonene i dag? Du nevnte tale.
78	I	I dag, nødnetts sier til oss at den største suksessen med Nødnett, det er at vi kan dele tidskritisk informasjon på vei til en hendelse, oppdatere hverandre kjemperaskt. Det hadde vi ikke før. Før hadde vi det vi kalte redningskanalen, men den ble sjeldent brukt. Den hadde variabel rekkevidde. Så det er ihvertfall det nødnetts melder, at de får delt informasjon tidlig, og kan opparbeide et felles situasjonsbilde tidlig i en hendelse. Det er ihvertfall det de rapporterer som det viktigste Nødnett gir dem i dag.
79	M	Nødnetteffekten på en måte?
80	I	Ja.
81	M	Og hvis de plutselig hadde mistet denne situasjonsforståelsen, hvordan tror du dette hadde påvirket -.

82	I	Nei i verste fall kan det gå utover liv og helse. At de ikke får satt inn ressursene på rett sted. Det beste eksemplet er for eksempel Gjerdrum igjen. Den første brannbilen som kjørte oppover dro den vanlige veien til Gjerdrum, fra Skedsmokorset på Fylkesvei 120. Han kjørte omtrent rett inn i raset som hadde gått over veien. Umiddelbart ga han beskjed på felles talegruppe til alle enheter, ikke kjør Fylkesvei 120, du kommer ikke frem. Kjør om Kløfta. Og akkurat den meldingen der kan hende at berget liv.
83	M	Det skal man ikke se bort ifra. Da slipper alle å kjøre samme blindveien.
84	I	Ja, og de kom raskere frem.
85	M	Det er et veldig godt poeng.
86	I	Det er et typisk, veldig godt eksempel på tidskritisk informasjon som er viktig å få delt raskt.
87	M	Er det da viktigere å få delt den informasjonen lokalt, som for eksempel hvis du har en autonom basestasjon som kan dele til alle i nærheten, eller det viktigst å kunne få gitt beskjed om dette til operasjonssentral?
88	I	I dette tilfellet var det viktig å få gitt det over et veldig stort geografisk område, det var ressurser fra hele Østlandet som var på vei opp samme veien. Hadde de ikke fått beskjeden, så hadde det ikke vært nok å bare få gitt den meldingen til de enhetene som var i umiddelbar omkrets. Men det var enheter på vei hele aksene fra Gjerdrum og ned mot Oslo sentrum. Så den meldingen var viktig å få gitt, og kringkastet i et veldig stort geografisk område.
89	M	Det gikk gjennom kjernenettet? Det hadde ikke gått an å gi den beskjeden gjennom LST på samme måte?
90	I	Nei, nei, nei.
91	M	Har dere noen tanker om hvordan brukerstyret vil se ut eller vil fungere?
92	I	Nei, jeg har bare sett eksempler i England på fremtidens radioer og, det er jo en smarttelefon passet i en litt mer robust versjon.
92	M	Ruggedized?
93	I	Ja, med de ulike funksjonene som vi er vant med på en smartphone, men i en mer robust variant. Men jeg er usikker på, har ikke vært på de siste utstillingene og sett hva som er ferdig produsert. Jeg tenker at fremtiden gir, det kommer radioer kan du, skal festes her og der, du kan få bodycam integrert i den, du får integrert for eksempel i hjelm og garnityr-utstyr som du har, sømløs overføring,



		bluetooth for eksempel via bil til devicen. Så jeg har ikke sett hvordan det ser ut nei.
94	M	Nei. Sist men ikke minst, du var litt inne på det i stad. Generelt, hva er dine tanker om et 5G-basert Nødnett, og dets evne til å erstatte dagens TETRA-baserte?
95	I	Gitt at robusthet og dekning blir økt, vi har jo dekning i områder der mobilnettet ikke har dekning. I England har de vært nødt til å bygge tre-fire hundre nye basestasjoner for å tilfredsstille nødnetts krav. For ikke sant, tradisjonelt har jo mobiloperatørene bygd ut der folk bor, og der de kan tjene penger. Nå får de et annet behov. Så gitt at robusthet økes, strøm, transmisjon, dekning, basestasjoner bygges ut, så tenker jeg at det kan bli en god løsning. Men det må være tydelige prioriterings-mekanismer hvis man mister funksjoner eller mister dekning, for eksempel ved ekstremvær da. Det må være en bevissthet, for nå har vi fått viktigere VIP-kunder inn i nettet enn bare fjortisen som skal FaceTime. Men samtidig så er jo det fremtiden i forhold til -. Vi har snakket litt om hvordan fremtidens kontrollrom ser ut, eller fremtidens operasjonssentral ser ut. Det er vanskelig å forstå hvordan det ser ut når det kommer til å bli stor del av artificial intelligence, det kommer til å være selvtenkende beslutningsstøtteverktøy, som gir operatøren automatiserte råd. Jeg opplevde et innlegg for noen år siden fra Danmark hvor dette var testet. En datamaskin vil kjenne igjen en innringer som ringer angående en hjertestans, raskere enn hjernen kan forstå. For datamaskinen kjenner igjen, tenker og algoritmer, og har lagret alle tilfeller i hele den sentralen, kanskje landet, kanskje internasjonalt. Basert på erfaringer kommer den opp med en løsning mye raskere enn den menneskelige hjernen klarer å tenke ut.
96	M	Pluss at den kanskje har mer tidsriktig informasjon om hvor nødnetts befinner seg i felten og så videre.
97	I	Ja, og bruk av kartløsninger, GEOdata-løsninger med Arcsys, så det er ingen tvil om at fremtiden gir helt andre muligheter enn i dag. Så må man gjøre alt man kan for å håndtere utfall og ekstremvær, og ikke minst hvis man mister kommunikasjonsmuligheten. Så ja det blir spennende å se. Men igjen, jeg kommer tilbake til det med opplæring, trening og øving. Uansett, du kan gjerne lage et automatisert system, men brukeren må være bevisst på hva som skjer, og hvordan han skal håndtere det. Og hvis du klarer å få et automatisert system som brukeren nesten ikke merker, da er det noe annet. Engelsk-menn, jeg hørte også en historie derfra. De fikk disse nye moderne telefonene som var ruggedized og sånn, og var ute og testet dem i skarp situasjon da, for de skulle teste. Og plutselig gikk alle terminaler i svart, fordi det var en software-oppgredning som ble lastet ned. Da hadde de satt softwareoppdatering til automatisert, automatisk oppdatering av software, men

		ikke tenkt på at de ikke kan kjøre alle på samme tid. Og plutselig så var de 20 de hadde på test, de bare slo seg av, og så var de borte i 2-3 minutter før de slo seg på igjen. Det er sånt eksempel, da må bruker være klar over, hva skjer nå?
98	M	Det blir jo noen helt andre-
99	I	For eksempel kun hente oppdatering når du ikke er på vakt, for eksempel, at radio står til lading.
100	M	Det er så mange nye problemstillinger som kommer av at teknologien er så mye mer sofistikert.
101	I	Det blir spennende å se. Igjen som jeg sier, vi har ikke lykket i dagens Nødnett på å få fokus på backup-løsninger. I fremtidens backup-løsninger må enten være automatisert, hvis ikke må det øves og trenes og lages prosedyrer, og det må sitte i ryggmargen til brukerne.
102	M	Det ene er kanskje litt enklere enn det andre? Det er jo så mange brukerorganisasjoner.
103	I	Ja, og jeg bruker å si det sånn at, hvor ofte trener vi på at bilen ikke virker? Vi tar det som en selvfølge at den starter hver morgen når vi skal på jobb. Og det samme er det med Nødnett, det bare virker. Men hva gjør de den dagen det ikke virker, eller at ekstremvær eller situasjonen tilsier at vi må klare oss med noe annet? Vi har jo ikke noe backup-løsning i dag på Nødnett, annet enn direktemodus og LST på noen basestasjoner. Andre land har jo egne dedikerte backup-nett også. Det har vi ikke i Norge. Sånn er det. Og gitt prognosene fremover, med våtere, villere vær, så må vi forvente mer av det!
104	M	Yes, sånn er det. Men da har jeg fått besvart alle de spørsmålene jeg har forberedt!
105	I	Ja, så bra, og skulle det være noe mer du trenger, så må du bare si ifra!
106	M	Takk skal du ha, tusen takk for at du ønsket å delta!
107	I	Lykke til med oppgaven!

## Appendix

# Interview: The Directorate for Civil Protection B

This appendix includes the transcript of the interview with a representative from DSB.

This appendix is written in Norwegian. The letter "I" indicates that the interviewee is speaking. The letters "M" indicates that the interviewer, Marius, is speaking.

ID	Speaker	Comment
1	M	Da er lydopptaket i gang! Hva er din stilling, og erfaring med Nødnett sånn konkret?
2	I	Jeg jobber i DSB, innenfor nød- og beredskapskommunikasjon, teknisk forvaltning og utvikling, ja. Jeg har gått i Trondheim en gang jeg også! Jeg har jobbet med TETRA-nettet og de første årene jobbet jeg med datakommunikasjon i Nødnett. Det finnes, TETRA er en slags 2G-standard, det ligner en del på GSM-standarden. Og datadelen, pakke-datadelen, er veldig likt GPRS som jeg har jobbet med tidligere.
3	M	SDS altså?
4	I	Nei, ikke SDS, men det finnes pakke-data a-la mobildata. Det finnes mobildata i TETRA også, men det går veldig, veldig sakte, fordi det er plass til så lite data per tidlukk, så du kan bruke 1-4 tidlukker for det her på en sånn 25 kHz carrier. Da er du maks oppe i 12-13 kBit hvis du bruker flere tidlukker. Man kan jo gjøre en del med 12-13 kBit, på ulike applikasjoner og dataløsninger hvis man er smart ikke sant. Man får jo ting gjennom. Og noen av brukerne våre bruker det littegrann. Det er noen i kraftbransjen blant annet som bruker det på sånne SCADA-systemer. Det er ikke mye brukt, men det finnes bruk av det. Og det gjør det rundt i verden, at TETRA brukes til datakommunikasjon til sånne SCADA-systemer. Så det finnes.
5	M	Men det er litt mer maskin-til-maskin?
6	I	Det er litt mer maskin-til-maskin-kommunikasjon ja, det er det, det brukes ikke noe menneske-til-maskin da. Den er for treig til alle sånne saker. 20-30 år siden så hadde det vel vært aktuelt. Jeg har sittet på sånn 2.4 kHz modem på 90-tallet med PCen og svart på litt e-post, så det var jo sånn før. Ikke sant, ja. Men i dag er det ingen som bruker sånne helt spesielle ting. Det er jo mye grunnen til at vi må over til bredbåndsnødnett da, for å få ordentlige data-tjenester. Jeg hadde en stund i TETRA-nettet, i Nødnett, noe som het TEDS. en annen bruk av radiokanalen hvor du har bredere radiokanaler. I stedet for 25 kHz mellom hver kanal, så har vi 50 kHz mellom hver kanal. Da kan du ha en annen kanalkoding som slipper gjennom mer data per sekund, og da fikk vi liksom borti tidoblet dataraten. Da var vi på rundt 80 kBit da.
7	M	Er det det de kaller advanced TETRA?
8	I	Ja, det heter TETRA advanced, eller TETRA 2 eller noe sånt. TETRA Enhanced Data Service. Det hadde vi i nettet vårt skjønner du, på ca en av tre basestasjoner. De som hadde TEDS, det betalte vi ekstra for. Det var en del av

		<p>avtalen med Motorola, og vi puttet det på en av tre siter, og da var det siter som dekket større befolkningsentra og de viktige ferdselsveiene. Også ute i periferien hvor det var grisklendt, der hadde vi bare vanlig TETRA. Men vi dekket veldig store områder med TEDS, så jeg har jobbet mye med TEDS. jeg ble leid inn som konsulent, det var først for å jobbe 2-3 år primært for å jobbe med TEDS. Etterhvert begynte vi å jobbe med mye forskjellig da, men da jobbet jeg med TEDS. Jeg var med på å sjekke at det virket, og vi gikk helt ned på å teste det, virkelig, gjorde demonstrasjoner og hadde det på konferanser på Nødnett-dagene og viste frem. Men det var ikke nok interesse. Fremdeles er alt i kBit, når bredbåndveiene beveger seg på flere Mbit, og nå på flere hundre Mbit. Du fikk ikke mer IT-utvikling hos våre viktigste brukergrupper på det her. Også var det litt for få terminaler, det var en bilmontert modell fra Motorola, og så hadde ikke det noe håndholdt Nødnett-radio. Det krevde en del utvikling. Og så var det bare lille Norge som hadde TEDS. Det var få andre kunder, ihvertfall av Motorola, så det var veldig få terminaler. Det fantes noen kanskje-terminaler. Det var dårlig utvalg av terminaler, men vi kunne ha det i biler. Men det ble tungt. Brukerne ble ikke nok interessert, så til slutt la de det ned. Da kunne vi konvertere alle de 700 TEDS-basestasjonene til vanlig TETRA for tale, og saktere data. Så vi har jo et TETRA-nett i dag som har ganske god kapasitet. Vi har mange radio carriers, baseradioer, på hver basestasjon. Flere enn mange andre TETRA-nett i verden. Så det var liksom gevinsten. Vi måtte bare gjøre om de radiokortene til å kjøre vanlig TETRA istedenfor TEDS. Så der er vi nå. Det må kanskje være 5-6 år siden. Og det er ingen som ser seg tilbake der nå. Det er ingen brukere som har etterspurt det. Det er ingen andre operatører. Men det har jeg jobbet med. Og jeg har jobbet med bredbåndsnødnett, mye rundt det de siste årene. Du vet at vi har laget en konseptvalsutredning, jeg har vært med å skrive den.</p>
9	M	Ja jeg har hørt mye om den, men jeg får ikke lov til å se!
10	I	Nei den får du ikke se. Men jeg har vært med på hele det arbeidet der og egentlig fra lenge før det også.
11	M	Den er jo unntatt offentlighet. Jeg gjør sikkert mye av det samme som KVUen ser på.
12	I	Det gjør du sikkert!
13	M	Men sånn hvis man skal gå videre og se på de situasjonene hvor ekstremværet herjer, og Nødnett ikke fungerer som det skal, som for eksempel i Vestfold-Telemark i fjor høst, i november i fjor. Vet du hvordan det påvirket brukerne?
14	I	Da det var masse ekstremvær i Vestfold-Telemark i fjor? Ja, nei det er ikke jeg den beste til å svare på. Jeg følger ikke så mye med på driften av Nødnett. Men

		det var vel nedetid en del steder. Men hvordan det var for brukerne, da må du nesten snakke med noen andre organisasjoner om.
15	M	Okei, men vet du hvor lang tid det tok å få det opp igjen?
16	I	Jeg følger litt med på driftsstatus hos oss. Men altså når basestasjoner går ned kan det gå alt fra minutter til timer til dager. Men noen siter var jo nede i dager. Men de hendelsene hvor det er så mye som skjer da, så kan det være brudd på transmisjonen, og da kan det være brudd i transmisjonslinjene slik at flere basestasjoner taes ut. Så hvis redundansen taes ut, så er det lite som skal til før en ring med basestasjoner detter ut, eller ihvertfall deler av ringen. Og det var det nok en del av på den tiden, at det var mange basestasjoner som forsvant. Og det har nok en konsekvens. Når du har flere basestasjoner i en ring, så har du jo gjerne dem i nærheten av hverandre, og da kan det være svart i et større lokalt område, og det er dumt. Og da får du ikke kommunisert, og da er det vel slik at noen av brukerne kanskje har noen slags reserveløsninger. Gjerne har de ikke det, og da funker bare mobilnettet som reserveløsning, hvis mobilnettet funker da. Men her er du litt på rullering også, at mobilnettet kan jo falle ned samtidig.
17	M	For det går jo i samme grøfta, og TETRA bruker litt av transmisjonsnettet også?
18	I	Ja, eller strømforsyninger også da. Det er ofte strømmen som forsvinner, og ikke transmisjonen. At det er rotårsaken da, siden det detter trær på strømledningene.
19	M	Det var jo det som var rotårsaken da, det var vel 80,000 trær oppover dalen. Det kan jo ofte være en mulighet, men det er dumt når man mister begge formene for kommunikasjon samtidig, både TETRA og mobilnettet. Sånn vil det jo være i fremtidens mobilnett, når Nødnett baseres på mobilnettet også. Mister du det ene, så mister du alltid det andre, så vidt jeg har forstått. Har du noen tanker om det eller?
20	I	Når du mister alt sammen? Da mister du reserven din da, det er dumt. Men du må nesten snakke med brukerne om hva som da skjer, men det er jo helt klart dumt. Vi har jo det, det skal du sikkert inn på, men vi har disse transportable basestasjonene, vi må jo ha noen kommunikasjon. Enten det, eller direktemodus mellom håndsettene.
21	M	Det er jo spesifisert i mobilnettet, heter proximity services.
22	I	Ja, det kommer, men det er ikke noen som bruker det i Norge, og det er dårlig støtte for deg i enhetene også.

23	M	Derfor er det spennende, og jeg innser jo hvor viktig det er å se på det med andre former for kommunikasjon når mobilnettet svikter, for man kan ikke gå ut ifra at det alltid vil funke. Da står man der uten. Har dere gjort dere noen tanker om hvordan dere vil at brukerstyret skal se ut eller fungere i fremtidens Nødnett?
24	I	Ja, det har vi. Det er gjerne sånne robuste terminaler, det kan være bilradioer også, som er 4G/5G, også håndholdte terminaler er gjerne litt sånne robuste mobiltelefoner da.
25	M	Har dere tenkt noe på, nå går jeg litt på alternative kommunikasjonsmetoder, men har dere vurdert i det hele tatt å implementere satellittkommunikasjon på håndholdte -
26	I	Vet du hva, det er noe vi snakker om! Det er utvikling i 5G med satellitt som radioaksess. Der er det et mål i 5G å få til slik satellitt-kommunikasjon, slik at man kan putte satellitt inn i håndholdte terminaler. Særlig mot lavbanesatellitter. Det er en interessant utvikling å bruke det som 5G-aksess. Det vil jo fungere best utendørs regner jeg med. Men det vil det nok være use caser for. Spesielt for nød- og beredskapskommunikasjon. Da er man ikke avhengig - jeg bare prater i vei jeg. Det er klart at med satellitt vil ikke det å være utsatt for fiberbrudd og strømbrudd. Da kan kommunikasjon opprettholdes tvers gjennom de største stormene og sånt. Det er da beskyttet. Og det er jo bra. Så vil det være noen egenskaper, altså servicenivået, med hensikt til forsinkelse og kapasitet. Så man må kanskje tilpasse bruken litt. Det må kanskje være. Fremtidige satellittsystemer vil sannsynligvis ha god kapasitet. Så kanskje det er greit, at forsinkelse og roundtrip-delay ikke blir så mye høyere. Men det blir en sikkerhetssak. At Norge har ikke så særlig mange, det finnes, men vi har ikke så mange satellittsystemer selv. Da må man stole på utenlandske aktører, med hensyn til nasjonal autonomi, er det vanskelig. Men hvis det er en reserveløsning, så kanskje? At det er noe man unntaksvis bruker. Så det må vurderes hele tiden. Hvordan forholder man seg til at trafikken går utenlandsk?
30	M	Det er jo en av løsningene jeg har sett på. Jeg har sett for meg at det å skulle ha satellitt-mulighet til alle håndholdte mobiltelefoner som nødnetten går rundt med, det kan bli litt kostbart. At man heller kan ha en form for mobil basestasjon eller repeater som man flytter med seg, i utrykningskjøretøyene for eksempel. Hvis man skal til et område der dekning ikke eksisterer, så har man mulighet til å få hentet ned satellitt til kjøretøy, og få spredt det rundt lokalt.
31	I	Det er veldig interessant. Det finnes to modeller der. Det ene er satellitt, det andre er at man kan bruke mobilnettet enda, men da parkerer man kanskje litt i utkanten av dekningsområdet, slik at man kan skyte videre inn og få lokal dekning inn i en dal eller bygning der det ikke er radio-dekning. Det er jo to

		<p>prinsipper da. Det ene er gjennom mobilnettet. Det er noen sånne self-backhaul-systemer i 5G blant annet, som man kan få til dette på forskjellige måter. Men nå kommer dette inn i standard og sånn, så det blir nok støttet. Det andre er at man har backhaul på satellitt-system. Og da kan man kanskje ha de kjøretøyene man snakker om, som vi kanskje ser for oss. Som en mulig del av fremtidig løsning. Å kunne utstyre biler med både satellitt- og mobil-backhaul. Hvis man skal ha satellitt og mobil, blir det kanskje et kostnadsspørsmål også, som kommer an på hvor mange biler man har. Man kan gjøre det, men alt har en kost da. Men hvis det er prioriterte kjøretøy da, kommandobiler og, så kan det kanskje rettferdiggjøres. Da blir det ikke så mange stasjoner. At noen spesielle kjøretøy, innsatsleder heter det kanskje, har det da.</p>
32	M	<p>Og hvis du gjerne har, også på brannbil og ambulanse, så har du kanskje mulighet til å lage et lite slags mesh-nettverk ute i området, hvis det er flere også.</p>
33	I	<p>Den teknologien finnes, men den har jeg ikke hørt diskutert så mye enda. Det går kanskje an. Jeg vet ikke om sånne mesh-nett skal bli en del av Sidelink-systemer. Man snakker om multi-hop relay, på Sidelink. At det kan være en mulighet. Hvor du har en Sidelink ut, eller at det er sånn direktekommunikasjon mellom håndsett også med multihop. Der jobber de med standardene, det er vel noe i Release 17 som blir ferdige i disse dager. Release 17 legges det siste hånd på nå, Release 18 jobbes det med nå. Det kommer en del mer i Release 18. Der har vi heldigvis, det er ikke bare mission critical som er interessert, det er også bilindustrien. Biler skal kanskje også direktekommunisere. Hvis du skal ha styringssystemer så må du har veldig kort forsinkelse mellom flere kjøretøy. Så det er flere som ser på Sidelink, heldigvis, siden i 4G var vi ganske alene.</p>
34	M	<p>Sidelink er den ene kommunikasjonskanalen man bruker i ProSe. Jeg har også hørt at, fra leverandørene sin side, så er det litt utfordringer i forhold til at chipsettene skal støtte det.</p>
35	I	<p>Det er 4G ProSe, så er det en utfordring at det er få som gjør det. Selv om du har chipstøtte, betyr det ikke at du får terminaler som støtter det.</p>
36	M	<p>Det er jo litt dumt da. Det er jo en av styrkene til TETRA, at man har DMO som en løsning. Selv om de kanskje ikke bruker det ofte nok i Nødetatene, men. Spesielt i de situasjonene hvor man ikke har noe basestasjon å forholde seg til. Når man ikke har forbindelse med andre, så er det greit å ha mulighet til å prate direkte med andre, spesielt ute i felt. Apropos satellitt. TETRA har satellitt på 7 av de transportable basestasjonene?</p>
37	I	<p>Vi har 7 transportable basestasjoner, og vi har satellitt på 3-4 av dem av gangen. Vi har aldri behov for så mange samtidig. Men det bare kobles opp, og</p>



		det er rutine for det. Vi har 7 transportable basestasjoner i dag i TETRA. Det dekker behovet vi har. Men man må huske på at dette er sånne tilhengere da. En sånn liten container. Den går på en ikke veldig stor biltilhenger. Men du må trekke den på bil, eller løfte med helikopter. Det tar litt tid å få den ut og sette den opp. Det er en del sånt. De går over en sånn geostasjonær stasjon som Telenor har.
38	M	Geostasjonær ja! Men forsinkelse på 500 ms hver vei?
39	I	Er det ikke omtrent det da? Det er noe 30,000 km opp til satellitten. Nå blir det rundt ett sekund roundtrip-delay da.
40	M	Vet du hvordan det påvirker talekvaliteten?
41	I	Det påvirker ikke talekvaliteten faktisk, det er ikke så mange bit per sekund. Det er noen bare få kBit. Det er under 10. Men jeg tror, uten at jeg skal si det helt sikkert, så tror jeg brukerne, det er nyttig at du gjør deltakerne i talegruppen oppmerksom på at noen i talegruppen er TBS. Da kan de ta hensyn til deg, og ikke begynne å snakke med en gang til nøkler, trykke på PTT-knappen. At de venter et sekund eller to etter har trykket. Så de vet at det siste har kommet frem, ikke sant. Det kan være smart. Å ha god radiatorutene.
42	M	Det kan kreve litt trening ja, spesielt litt bevisstgjøring. Har du noen tanker om hvordan midlertidig kommunikasjon kan gjenopprettes? Nå snakker vi fremtidens Nødnett, og mobilnettet har blitt slått ut, enten fordi strømmen har gått, eller fordi basestasjonen ikke har forbindelse til kjernenettet. Har du noen umiddelbare tanker om hvordan nødnetatene i felt kan kommunisere med hverandre, eller til operasjonssentral?
43	I	Hvis mobilnettet detter ned? Du tenker på for fremtidens Nødnett, bredbåndsnødnett. Vi har snakket om de metodene nå, med satellitt eller flyttbar dekning, som må ha noe backhaul, eller direktekommunikasjon mellom håndsett, eventuelt med multi-hop. Hvis ikke, så må de bruke noe alternativ kommunikasjon. Det som kan sees på som alternativ kommunikasjon er at vi har nasjonal gjesting i Norge da. Det gjør at vi i sånne tilfeller kan bruke sekundære nett, hvis det bæres over Telia, så kan vi bruke Ice eller Telenor om de fungerer i området. Og der kan du si at vi har et litt avbrudd, det tar litt tid å gjeste, roame over til et annet nett. Re-selekteringstid, vente litt og se om det primære nettet kommer tilbake, og så går det til det andre nettet. Da kan du være uten kommunikasjon i noen titalls sekunder. Det er gjerne ikke så bra. Du kan miste talemeldinger i et halvt minutt. Men der foregår det noe arbeid. Det foregår noe avanseringen i 5G for å koordinere den roamingen bedre. Det kan jeg ikke så mye om. Men jeg vet også at det finnes rutiner som noen har laget. Et nederlandsk selskap, som har laget en løsning basert på software i SIM-kortet. SIM-kortet har en prosessor du kan kjøre noen enkle applikasjoner

		<p>på, enkel JavaScript. En sånn SIM-applikasjon som kan overstyre den vanlige re-selekteringen. Det gjør slik at hvis signalet forsvinner, så venter den ikke veldig lenge og prøver. Den har allerede vært og sniffet på naboene, så den har informasjon. Hvis Telia faller ut, så har SIM-kortet allerede informasjon om Telenor eller Ice fungerer godt. Og da er du nede kanskje bare to sekunder, så har du reselektert. Nasjonal gjesting kan du bare gjøre hvis du har tillatelse til å gjøre det. Men det finnes nasjonal gjesting i Norge i dag. Det virker for internasjonal gjesting også. Hvis du kjører over Svinesund, eller bortenfor Meråker, så går det veldig fort. Da har SIM-kortet allerede nærme svenskegrensen begynt å lytte til de svenske basestasjonen. Den ser at Telenor i Sverige er veldig bra, istedenfor å vente og lete og summe seg. Det er et nederlandsk selskap, og de har sikkert masse patenter. Men det finnes noen som har gjort masse på det, og det er lovende for oss. At det finnes tekniske løsninger. Det er noe kanskje vi skal tenke på å teste og pilotere. Slik at vi kan ha det på fremtidens Nødnett. Det er viktig å få gjort nasjonal gjesting effektivt. Gjesting er et område, jeg vet ikke om du har tenkt på det, men det ville jeg gjort. Flyttbare med satellitt, flyttbare med 5G-backhaul, direktekommunikasjon i ulike varianter med eller uten gateway, og satellitt-, eller TETRA-terminal, og så har du det vi snakket om nå, nasjonal gjesting, alternative radionett. Da har du en del.</p>
44	M	Nå har du gjort oppgaven min for meg du nå!
45	I	<p>Ja der har du en del! Men flyttbart, det snakket vi om, i TETRA så er det 7 TBSer. Og det er ikke mange. Men de er store. Men i fremtiden, vi vet om 4G-systemer som finnes i flyttbare basestasjoner som får plass i en ryggsekk, ikke sant. Det bare spørres hvor mye batteri du gidder å bære med, om du trenger generator. Du kan se på noe som heter Athonet, kjenner du de? Sjekk de. De driver også med sånne. De jobber med Frankrike blant annet, fremtidens nødnettssystemer der. Frankrike er ganske tidlig ute, de har noen deadlines neste år for rugby-VM som en sånn kjempepilot, og OL bare om to år. De er inne og jobber veldig mye nå. I Frankrike, se på Athonet, de jobber med de franske. Men jeg tror det å ha flyttbare basestasjoner kan bli en viktig brikke for å gjøre ting, både mer robust, men du skal også ta hensyn til at flyttbare basestasjoner er geniale for å lage dekning der vi ikke har dekning per i dag. Inni nasjonalparker, eller på vidda, eller plutselig langt inni en skog. Jeg går jo på tur i marka rundt her, og dekningen forsvinner jo. Jeg skal oppdatere skiforeningsappen for å se hvor det er preppet langt inni der, og så får jeg ikke oppdatert. Det er klart at dekning må bli bedre. Det finnes dekningshull nesten overalt da. Permanent. Pluss utfall. Det vil være bra for det da. Med sånne bobler.</p>
46	M	Det er også et triks å få til en løsning som kommer ut raskt nok.

47	I	Det er veldig viktig! At den lar seg sette ut og få etablert veldig raskt. Det er viktig.
48	M	Cells on wheels, som operatørene har, det kan jo ta opp til et døgn å få det flydd ut og satt opp og i bruk. Da har du allerede vært uten nett en stund.
49	I	Jeg tror de temporære flyttbare løsningene ikke brukes så ofte. De er per bestilling. De vet at det skal være festival. Så kjører de ut tre dager før festivalen, eller whatnot. Eller det er vel en festival hvert år, så har de sikkert bare investert i mer kapasitet i de lokale basestasjonene. Men det er jo sånne store hendelser som er planlagt så kommer de gjerne ut. Men hvis de skal komme etterpå for å løse et problem, da kommer de kanskje først når hendelsen er over. Det er viktig å ha det raskt utsettbar. Hvis man baserer konseptet på det, så må det være hensiktsmessig. Hvis det er vanskelig å komme til. Du kan si, ikke bare i 4G-ProSe, men 5G-ProSe, 5G Sidelink hvis det også blir forsinket og ikke støtter så mange håndsett de første årene, så kan man kanskje ha sånne taktiske bobler, sånn flyttbar dekning, gjøre det problemet litt mindre. Det tenker jeg nå, at man kan leve litt bedre uten god Sidelink-støtte fordi man kan ha flyttbar eller rask deployerbar dekning. Det forventes nesten ikke at Sidelink i 5G skal få like lang rekkevidde som i TETRA, for det blir ikke samme signalstyrke. Det blir ikke like robust. Men det gjenstår å se. Hadde jeg hatt mer tid, hadde jeg fulgt mer med på arbeidet i Release 18. Jeg rekker ikke alt.
50	M	Nei jeg har dykket ganske dypt ned i disse releasene det siste halvåret. De sitter ganske godt i panna nå.
51	I	I: Det er bra. Du kan vel gå på 3GPP.org sine sider, og lese om work items og aktiviteter i hver release.
52	M	[Fjernet]
53	I	Jeg har vært i det systemet selv da, på 90-tallet, jobbet med standardisering i ETSI og 3GPP fulltid. Jeg har gjort det tidligere. Jeg har laget mye av GPRS-standarden for 2G-data. En gang i tida. Da var jeg i det systemet og jobbet med tekniske spesifikasjoner og change requester og sånt hele tiden. Jeg var en rapportør for tre av specene til 3GPP. Men fremdeles har de det samme rammeverket. Strukturen på arbeidet. Det har bare blitt mer raffinert, blitt mye større. Men det er et veldig kompetent sekretariat i ETSI, som har hovedhånd på 3GPP-arbeidet. ETSI er bare en av syv regionale standardiseringssammenslutninger som utgjør 3GPP.
54	M	Jeg går videre til mitt tredje forskningsspørsmål som handler om minimumskravene til kommunikasjon generelt. Ikke bare brukerne sine krav, men generelle krav. En interessant problemstilling, dersom nettet er basert på

		kommersielt nettverk, og det er opprettet alternative løsninger fordi basestasjonene er slått ut, hvordan bør prioriteringen gjøres i forhold til bruker-trafikk kontra nødetat-trafikk?
55	I	Det er viktig med prioritering, særlig når det blir metning i nettet. Både forsvinner kapasitet i tillegg til at nødetater får mer behov for å kommunisere. Poste bilder i Instagram om at nå har vi stearinlys i stua, det er ikke strøm og så videre. Det er klart, men alltid er det viktig at nødetater er prioritert. Hvis det er det som er spørsmålet, om prioritering. Og det skal vi ha. Det er gjerne disse QCI-nivåene i 3GPP-spesen som legges til grunn. Og det er høyt prioritert. Litt avhengig av hvilken tjeneste og trafikk det er. Intensjonen er at det stort sett alltid skal komme gjennom. Men en liten advarsel, som er snakket om blant de som kan ting bedre enn meg, så er det slik at de QCI-nivåene, de er laget for basestasjoner som ikke er mer enn 70% belastet. Når det virkelig trengs, så kan de ikke garanteres. Selv om det i utgangspunktet er plass til nød- og beredskapsbrukerne så er det visse forutsetninger da, for at det skal funke. Det er viktig å ha sånne avbrudd da, pre-emption av bærere og i tillegg til access class barring, ACB, det er også en måte å utelukke brukere på. Da kan du utelukke grupper av brukere som ikke får lov til å attache seg på mobilnettet i en periode. Da signalerer de heller ikke, de får ikke lov til å sende attach, for å logge seg på nett. Det er jo det som skjer når du skruer på telefon, da attacher telefonen. Da får ikke de lov til å attache, hvis de er på utelukket gruppe.
56	M	Da kan man prioritere forhåndsdefinerte grupper?
57	I	Ja, da har nød- og beredskap og operatørens egen driftsorganisasjon og 112-kall og sånne ting. Funker 112 så får du gjort det allikevel da. Men for vanlig trafikk så er det ID fra klasse 0-9. Da kan du sette opp et bitmønster på de, og slippe gjennom noen en stund. Så kan du lage rettferdighet da, slippe gjennom noen først, og så noen andre senere. Det kan du gjøre dynamisk, slik at du kan lukke en halvtime av gangen på 20, 30, 40 prosent av brukerne. Da blir du kvitt trafikk, og da blir det lettere å komme gjennom. Men nød- og beredskapsbrukerne er bare en prosent av brukerne i et mobilnett. Hvis du ser sånn roughly. Hvis det er 6 millioner brukere i mobilnettet, så er det 60,000 brukere i Nødnett. Roughly en prosent. Sånn er det i mange andre land og. Det er gjerne plass til vår trafikk. Men så er det kanskje som du er inne på, at det er en hendelse med begrenset kapasitet. Da kan det til og med bli problematisk selv om nød- og beredskap har prioritet, at de kan mette en celle. Man kan lett se for seg det.
58	M	Da er det jo viktig å vite hva som er det absolutte minimumskravene til kommunikasjon, så man ikke tilbyr sånne tjenester som overbelaster nettverket.

59	I	<p>Det kan du si, eller at man må tilpasse bruken. Det er noe arbeid på det og i noen av disse nasjonale organisasjonene. De ser på massive mission critical video. Hvordan håndterer man det, hvis man skal sende mer video enn det er båndbredde til. Hvis det er mange nødetater som skal streamere uplink video. Da er det kanskje bedre å la den beste, eller mest hensiktsmessige, eller første på et skadested dele med de andre, istedenfor at både politi, helse, brann, hovedredningssentralen og frivillige, flere som skal sende sin egen video. At man klarer å dele på tvers. Det er en god del tenking og arbeid som skal foregå der, for å utnytte kapasiteten smartest mulig. Du har aldri uendelig kapasitet, og når det er problemer at du mister basestasjoner, så mister du overlappende dekning, du mister kapasitet, du har dårlig med strøm, dårlig med batteri, du er snart tom for batteri. Da kan operatøren velge å skru av noen radiobånd istedenfor, for å spare strøm. Da går kapasiteten ned. Da må du tilpasse trafikken da. Da tror jeg det arbeidet på massive mission critical video kan være veldig viktig, for å se hva de finner ut. Det er en del sånne ting. Å tilpasse trafikken etter båndbredden, det er nok en god del å hente der. Ikke like viktig for tale, for der er bit per sekund, den båndbredden, tale er veldig lavt. For tale er det veldig mange brukere kanskje på et område. Det kan jo være. Skal du snakke om unicast og multicast og broadcast og?</p>
60	M	Jeg har ingen spørsmål om det.
61	I	Okei, da kan jeg stoppe der. Jeg tror jeg snakker med litt bort.
62	M	<p>Men det er jo veldig interessant det du sier. Og jeg har pratet med flere brukere allerede som sier at de er veldig opptatt av dette med basicen, uansett hvor mye fint som kommer med 5G, alle muligheter nødetater får i Nødnett, med mer kapasitet, så må man aldri ta vekk basicen, som flere mener er tale, men som de etter vi har pratet litt, kommer frem til at er evne til å få situasjonsforståelse.</p>
63	I	<p>Det er det selvfølgelig. Hvis du bryter det ned, så er det det det går på. Men tale er alltid effektivt. Du kan være handsfree, du har det bare på øret, du slipper å trykke og lese, eller se. Ja, men det er klart. Tale krever mye mindre kapasitet. Men samtidig i dag, på MCPTT, så sendes jo tale bare til en bruker av gangen. Hvis du har 50 brukere på en basestasjon, så settes det opp 50 forbindelser når noen trykker PTT. Det finnes MBMS, eller eMBMS for enhanced, det har vært lenge. Til og med på 3G. Men det har vi ikke lenger. Det ble vel aldri brukt. Noen har tenkt på det for lineær-TV, men det tenkes det på, for å flytte TV-distribusjon over på 5G, istedenfor, når ikke det er særlig behov for riks-TV. TV på bakken er mellom 470-690 MHz i dag. Men det var helt opp til 790, og enda før det, da det var analog TV, så var det også 800-båndet. Man kaller 800-nettet, den digitale dividende, avkastning. Man konverterer bakke-TV fra analog til digital, så kunne man frigjøre 800 til mobilnett. Vi optimaliserte og flyttet litt rundt, komprimerte og tok mindre plass. Da ble 700-båndet frigitt, og</p>

		det kalles digital dividend 2. Men så kan man tenke seg digital dividend nummer 3, at man fjerner TV i det hele tatt, fordi det er lite lineærbruk igjen, det er mer streaming og alternative bærere. Da kan man tenke seg at hele det båndet gis til mobil. Det vil det sikkert være stor interesse for hos mobiloperatørene. Så kan man tenke seg at det gis til nødkommunikasjon.
64	M	Jeg har jo snakket med noen som har snakket om den problemstilling. Skal man bare opprette alternativ kommunikasjon må man være veldig forsiktig med hvilke frekvenser man bruker, avhengig av hvor man er. Så man ikke skaper mer interferens enn-
65	I	Jaja, du må gjerne ha- det er best å gjøre det på dedikerte frekvenser. Hvis du skal bygge dedikert lokal dekning. Eller så kan man tenke seg at man koordinerer det. Så du vet hvor du skal sette den opp. Hvor du retter antennen inn, og hvor mye effekt du sender på. Slik at du tar det inn i radio-planleggingen. Men det beste, helt sånt fritt, du behøver ikke å tenke, bare kjøp opp. Det er å ha dedikert spektrum.
66	M	At radioene bruker en frekvens de bruker alltid, som ikke krasjer med noe annet?
67	I	Ja. Og det var det jeg pratet om med tale da, og du sender til 50 brukere, så finnes det multicast broadcast over både 4G og 5G, og jeg tror det kommer til å komme i de norske mobilnettene i 5G, ikke 4G, men jeg tror det blir etterspørsel i 5G, ikke bare for oss, men kanskje for bilbransjen og TV. Etterhvert som riks-TV, NTV-nettet, legges ned. Det blir mer aktuelt, og det vil være bra. Da bruker vi mer radioressurser. Dessuten er det en viss oppsett-tid selv om det er bredbånd, hvis du skal sette opp unicast til 50-100 brukere innenfor en basestasjon. Til og med det vil ta litt tid. For det kan gjøres hver gang du nøkler. Så jeg tror det vil bli fint i fremtiden i multicast. Og noe av problemet med multicast broadcast er at det krever god nøyaktig tidsynk i basestasjonen. Kanskje bedre synkronisering enn det som er i nettene i dag. Men med 5G så får du radioteknisk. I dag har vi bare FDD-bånd i Norge. At det er duplex-bånd, opplink å den lavere delen, og noen titalls MHz sender du nedlink til terminal. Det er sånn frekvens-delning duplex. Mens i TDD, time division duplex, så snur du retning hvert millisekund, eller fem hundre ganger i sekundet, 5G-radioen er TDD. Eller det finnes vel begge deler, men det er mer TDD når du går opp i frekvensene. Og da må du ha tidsynk. Så 5G gir tidsynk til basestasjonene, og da kan du introdusere multicast broadcast. 3.6 GHz-båndet som er viktig for 5G, som ble auksjonert ut for et halvt år siden, det er TDD-bånd. Det vil være på alle, eller veldig mange 5G-basestasjoner. Etterhvert har du 5G i hele Norge, og da blir det lettere å putte på 5G multicast broadcast service. Og det kan bli viktig.

68	M	Hvilke fordeler ser du for deg generelt i forhold til å ha et 5G-basert Nødnett, kontra TETRA-basert?
69	I	Fordelen er hovedsakelig rikere tjenester, og høyere bitrater. Høyere kapasitet. Tjenestene er rikere, du kan gjøre mye mer med MCX enn du kan med TETRA PTT. Det går helt utenpå. Du kan lage mye mer. Du kan støtte data-applikasjoner veldig bra. Og smarte systemer for informasjon, data, kunstig intelligens. The sky is the limit. Bare fantasien setter grensene. Så lenge det blir nyttig og godt. Det kan jo bli information overload. Det må være hensiktsmessig.
70	M	Det er mye som er nice to have, men som kan bli forstyrrende, og så er det enkelte som bruker det, og andre som ikke bruker det.
71	I	Jeg tror bredbåndsfremtiden er mye, mye bedre. Men det krever en del. TETRA er jo robust og laget fra bunn og opp, for nød- og beredskapskommunikasjon, med tanke på rask gruppetale. Mens bredbånd er laget med tanke på å få mye data gjennom til mange brukere i nettet uten å optimalisere på en rask gruppe-kommunikasjon. Det har kommet inn litt etterpå. Det er ikke designet fra bunnen av for det. Det blir nok bra.
72	M	Vet du om det skal gjøres noe med kravet til reservestrøm i fremtidens mobilnett, når nødkommunikasjon kommer?
73	I	Det tror jeg ikke at jeg kan si så mye om egentlig. Det ligger i KVUen. Men det er naturlig å se på robustheten i mobilnettene. Både dekningsgrad og robusthet. Oppetid. Og det dreier seg om transmisjon og strøm. Men det vi vet, det er at mobilnettene blir stadig bedre. Uavhengig av oss. Og etterhvert så stiger kvaliteten, så kanskje vi må gjøre noe for å øke kvaliteten litt raskere. Men det kommer til et punkt hvor vi sier at det er bra nok til å gå over. Og det dreier seg om dekning og oppetid, stabilitet og sånt.
74	M	Interessant! Men da er jeg nesten ferdig med alle spørsmål jeg har til deg! Dine tanker generelt, om at et 5G-basert Nødnett kan erstatte TETRA?
75	I	Det er jeg helt sikker på at kommer til å skje. Men det er masse arbeid. Heldigvis er det veldig mange andre land som også jobber med det. England har kommet langt, USA har kommet langt, Frankrike er godt i gang, Finland og svenskene gjør en god del. Korea har kommet langt. Det jobbes i Nederland. Det jobbes flere steder med det. Men vi ser det i vårt arbeid, at 5G kommer til å være veldig utbredt og tilgjengelig, og at det er den grunnleggende teknologien. At 4G blir bare for å ha bakoverkompatibilitet. Bedre hånd(sett)støtte og tjenester, men at 5G blir det ideelle når vi skal over. Det er 5G som kommer til å spille hovedrollen, det tror jeg. Vi ser 5G nede i 700 MHz allerede. Da blir jo deknningen grei. Kapasiteten kommer på høyere bånd, MIMO og slikt.

76	M	Har du noen andre tilbakemeldinger generelt?
77	I	Du må bare ta kontakt dersom du har noen flere spørsmål!
78	M	Det skal jeg gjøre! Men tusen takk for at du ønsket å stille!
79	I	Bare hyggelig Marius, du må ha lykke til med skrivingen. Det er fin oppgave det!
80	M	Takk for alle innspill!
81	I	Bare hyggelig, og takk for samtalen. Ha det godt!
82	M	Ha det bra!



# Appendix **P**

## **Interview: The National Communications Authority**

This appendix includes the transcript of the interview with a representative from Nkom. In addition to representing the regulatory agency with regard to communication technology, the informant shares interesting knowledge relating to satellite communication.

This appendix is written in Norwegian. The letter "I" indicates that the interviewee is speaking. The letters "M" indicates that the interviewer, Marius, is speaking.

ID	Speaker	Comment
1	M	Da starter lydopptak nå.
2	I	Ja, bare sånn et tips, i forhold til din egen vinkling, du sa at dagens Nødnett er mer robust enn 5G. Det kan være en ide, det får du vurdere selv, å nysansere det med at man også snakker om tjenestekonvergens, om at stadig flere tjenester flyttes over på de kommersielle nettene, som naturlig vil føre til økt krav om både robusthet, sikkerhet, i de kommersielle nettene. Så pass på sammenligningsgrunnlaget. Ja, det var kanskje det for en tid tilbake, men man ser nå at Forsvaret ønsker å bruke de kommersielle nettene, bank, finans, helsetjenester. Det er veldig mange som ønsker å bruke de kommersielle nettene. Det kan være et nyanseperspektiv å ta med i oppgaven. Man ser også en utvikling i de kommersielle nettene. Det som er interessant der er at det er en sånn, i loven, så skal de kommersielle nettene være forsvarlig grad av sikkerhet. Det er ikke et abosluttkrav. Det er et krav som endrer seg med antall, og hvilke tjenester som er i nettene. Det er på en måte krav som operatørene har. Å til stadighet sikre nettene sine så det er forsvarlig.
3	M	Det toucher vi litt innom etterpå, men vi kan ta det med en gang. Det stilles krav til 2-4 timer i dag, i forhold til reservestrøm i mobilnettene.
4	I	Ja, men så er det noen punkter hvor det er 72 timer.
5	M	Okei, forsterket ekom?
6	I	Ja, du har den paragrafen du sikkert kjenner, 2-10 annet ledd og første ledd. Første ledd er det de kommersielle operatørene selv må stille og betale for. Det er 2-4, basert på hvor i landet og hvor mange som bor der. Og så har du annet ledd, som er at myndighetene går inn og finansierer inntil 72 timer. Strategiske punkter i kommunene, gjerne kommunesentre. For å sikre at kriseledelse skal kunne kommunisere ved en større krise, og for at innbyggerne skal ha et sted å gå for å sende sin informasjon.
7	M	Det er veldig interessant. Vet du om det kommer til å stilles noen strengere krav i fremtiden i forhold til første ledd?
8	I	Nei, men det er nok en gang tilbake til dette med forsvarlig sikkerhet. Dette diskuteres hele tiden. Og det diskuteres også hvorvidt det er hensiktsmessig at det utbedres i mobilnettene, med mer batterikapasitet, eller er det bedre at man bruker de pengene på å forsterke kraftsektoren. Det er også spørsmål. Hvor for du mest igjen for pengene dine? Det kan hende det er flere veier til Rom. i første omgang tok man batteribanker, men det er ikke vits at en basestasjon

		fungerer i 72 timer, hvis strømmettet bak stopper alt annet etter 10. Da gir ikke det noe mening. Dette må sees i sammenheng.
9	M	Vi kan starte med deg generelt. Din stilling, og hva du gjør i det daglige?
10	I	Jeg heter [navn], og jeg jobber som [tittel] i spektrumsavdelingen i nasjonal kommunikasjonsmyndighet. Med det, så er jeg faglig teknisk koordinator på spektrumsområdet. Jeg har også jobbet som avdelingsdirektør i en periode, i Nkom, og sånn sett har jeg jobbet på tvers på flere områder innenfor Nkom. Det jeg jobber med nå er tildeling av frekvensressurser, og harmonisering nasjonal og internasjonalt.
11	M	Okei, og din erfaring med mobilnettet og Nødnett generelt?
12	I	Jeg har deltatt på dette prosjektet, konseptvalgutredningen. Jeg har vært med på den prosessen helt fra start, fra det sto i stortingsmeldingen, eller ekom-planene, som da la grunnlaget for og tanken om å realisere det i de kommersielle nettene og helt frem gjennom denne konseptvalgutredningen, og også i frekvenstildelingen hvor regjeringen tok den beslutningen, at alle ressursene skulle tildeles kommersielle operatører, og dermed de facto sa at neste generasjons kommunikasjonssystem for nød- og beredskap skal realiseres i de kommersielle nettene. Det er ikke en 1-til-1 mellom de to tingene, som det ofte blir sagt. Det finnes andre muligheter for å bygge et egen nød- og beredskapsnett, men det ble sagt at det ikke skal brukes av den kommersielle poolen av ressurser som finnes i 700 MHz-båndet. Det skulle tildeles de kommersielle aktørene. Men det finnes områder hvor man i prinsippet fortsatt kunne bygget et eget nett for nød- og beredskapskommunikasjon, som kanskje ville vært litt dyrere, ettersom du ikke ville fått den kommersielle tilgangen til utstyr. Det er ikke helt sånn at det er utelukket, men det er ingen som ser det som en reell opsjon akkurat nå.
13	M	Da kan vi hoppe rett videre til mitt andre forskningsspørsmål, nemlig måter alternativ kommunikasjon kan opprettes. Du nevnte selv at vi kunne snakke litt om satellitt, og da lurte jeg på om du først kunne snakke litt generelt om satellitt sin rolle i kommunikasjon i dag, og hva som er forventninger til fremtiden.
14	I	Det kan jeg godt gjøre! Jeg vet ikke hvor godt du kjenner til det, men i dag er veldig mye basert på geostasjonære satellittsystemer, hvor satellitten beveger seg med samme hastighet som den faller, som betyr at den står over samme punkt over jorden hele tiden. Det er veldig praktisk. Da vet du akkurat hvor du skal peke satellittantennen din for å kommunisere. Problemet med det er at jo lenger nord du kommer, jo lenger ned mot horisonten må du peke, og da er det mye mer større sannsynlighet for at du ikke ser satellitten, og hvis du kommer langt nok nord, så er krumningen på jorden sånn at du ikke for kommunisert

		med satellitten i det hele tatt. Det er også større sannsynlighet for at du får forstyrrelse i kommunikasjonen din.
15	M	For avstanden er lang fra Nord-Norge til satellitten.
16	I	Det er langt ja, den er 40,000 km uansett. Det er ikke avstanden som har noe å si, men at jorden bøyer seg og du ikke ser den lenger. Alle hindringer vil komme lenger og mellom deg og satellitten. Avstanden er neglisjerbart, men det er ulempe uansett at du får en viss tidsforsinkelse i kommunikasjonen ved å bruke disse systemene. Men det fungerte ganske godt over lang tid som en kommunikasjonsbærer. Utfordringen har vært i Norge, og spesielt nord i Norge, og i nordområdene. Så ser man nå, men Elon Musk, med flere. Det var et initiativ, Iridium, i sin tid, som først begynte å etablere et satellitt-system, hvor de satte opp mange satellitter til å dekke hele jordkloden. Da hadde man spesielle Iridium-telefoner til den. Det ble veldig dyrt, og ikke så mange som benyttet seg av det gikk konkurs. Men så har man sett nå i de siste fem årene, så har det poppet opp veldig mange lavbanesatellittsystemer, hvor Starlink, til Elon Musk og SpaceX er kanskje det som har kommet lengst akkurat nå. Hvor man skyter opp mange tusen satellitter for å dekke jordkloden. Disse er på en 1,000 km opp i luften, så du får ganske lav tidsforsinkelse. Med mange satellitter kan du også få ganske god kapasitet. Det er et veldig spennende initiativ. Du har Starlink, Kuipers til Amazon, OneWeb som var amerikansk, gikk konkurs, og ble kjøpt av et indisk-britisk konsortium, de er også veldig inn på myndighetsbruk, forsvarsbruk, og sånt. Du har tre initiativer, og så har du noen som er litt urealistiske. Rwanda har sagt at de skal sende opp 130,000 satellitter, men det kan kanskje være litt mer posisjonering, mer enn et reelt initiativ. Men med de systemene der, så har man potensielt fått et veldig relevant alternativt kommunikasjonssystem. Det vil også dekke nordområdene, og nord i Europa og Norge. De dekker hele, på sikt da, skal de dekke hele jordkloden. Da får du god hastighet, lav tidsforsinkelse, så sann sett kan det være en realistisk bærer av kommunikasjon.
17	M	Hvor mye tidsforsinkelse prater vi om når vi snakker om disse geostasjonære?
18	I	Det burde jeg visst, men det er noe sånt som 500 ms hver vei, eller er det 500 ms frem og tilbake, så altså 240-250 ms hver vei.
19	M	Er det det TETRA sine transportable basestasjoner bruker?
20	I	Ja det vil jeg anta. Uten at jeg kjenner det i detalj. Høyst sannsynlig. De nye systemene, du kan vel så vidt melde deg som testbruker i Norge.
21	M	Okei, det gjelder også sånne MEO-satellitter?

22	I	Jeg vet ikke om det er så mange systemer for det for kommunikasjon. For det meste er det som regel geostasjonært.
23	M	Ja, og de som er i startfasen med lavbane.
24	I	LEO-systemene, de har ikke vært på trappene. Jeg kan sjekke, hvis du søker Starlink og tidsforsinkelse så får du det. Det har vært noen tester nå på de satellittene de har fått sendt opp. De har gjort noen reelle tester på både tester og forsinkelse.
25	M	Near-zero latency sier de.
26	I	Det er ikke reelt. Skal vi se, hvis man ser på androidpolice så sier de at Starlink får til 40 ms latency.
27	M	Det er jo nærmest neglisjerbart det.
28	I	I mange tilfeller ihvertfall.
29	M	Spesielt talekommunikasjon, da kan det bli litt forstyrrende med et halvt sekund.
30	I	Absolutt, det har vi jo sett på de gamle nyhetssendingene. Man må vente og vente på at ting skjer.
31	M	Ikke sant. Hvilke frekvenser er det snakk om på GEO-kommunikasjon?
32	I	Nå spør du vanskelig, jeg husker ikke. Det er ikke relevant egentlig.
33	M	Men i forhold til, jeg skal jo se på hvordan man kan bruke satellitt som en løsning for å gjenopprette kommunikasjon.
34	I	Det du kan tenke deg da, er at du kan ha, for en normal basestasjon, så bruker du bare en IP-kanal. Det er noe data som skal sendes ut. Du kan tenke deg at du kan bruke en Starlink-enhet for å sende ut data, så kan du tenke to konsepter. Det ene er at du kan bruke det her på basestasjonen, sånn med et alternativt kommunikasjonsnett eller noe som du setter opp i det det går ned. Den andre tanken, som har vært på en måte min kongstanke innen det Neste generasjons Nødnett-prosjekt, er at du kan tenke deg at du har det her på enhver brannbil for eksempel. Enhver sykebil. At de har en sånn antenne på taket. Så er de sin egen basestasjon. I det de beveger seg i et område der det ikke er dekning, eller at deknningen går ned, så har du med deg basestasjonen rundt.
35	M	Det er interessant at du sier, for det er det jeg også har høyest på min liste over hva jeg synes er en interessant løsning. Det er noe jeg selv har valgt å kalle automobile basestasjoner med satellitt-backhaul.

36	I	Hvis du søker på AT&T så har de noen tanker om det der.
37	M	I FirstNet?
38	I	Ja, i FirstNet også, men AT&T har noen sånne lastebiler også, som du bruker som flyttbare basestasjoner.
39	M	Ikke sant. Også har du mulighet til å ha standby-satellitt i basestasjoner, dersom fiberen bryter, så du kan koble det på. Er det en sannsynlig løsning?
40	I	Det kan være det. Ulempen er selvfølgelig at du må ha en permanent satellitt-mottaker på basestasjonen. Det er en kostnad og tar plass i masten. Det er en dyr backupløsning, når du ser hvor sjeldent en basestasjon går ned. Det er en avveining, samfunnsøkonomisk og kostnadmessig, om det er verdt det. Da har du ett system til som skal holdes ved like. Men det er et annet viktig spørsmål også, det er dette med klimarisiko. Du er inne på dette med ekstremvær. De som bygger nettene, må jo være klima-risiko bevisst. At i det du plasserer en basestasjon, så må du ha gjort noen vurderinger om hvorfor skal den basestasjonen stå der, hva er klimarisiko ved at den står der. Enten at det kan gå et jordskred, eller at det kan bli flom, noe som kan ta ut basestasjonen. Det er et viktig moment som operatørene må ta, uavhengig av hvem som er kunder. Jeg er ganske sikker på at de gjør det og. Du ser at det er ikke så veldig ofte at mobilstasjoner, eller mobil basestasjon går ned. Grunnen til at du mister kommunikasjon er ofte at strømmen blir borte over lang tid. Da tar man å ser et steg lenger bak. Hva er egentlig problemet? Er problemet at basestasjonen går ned, eller er problemet at strømmen blir borte? Hvis det er strømmen, hva kan vi gjøre for å fikse det da? Er det å oppdatere strømtilførselen i Norge rundbaut? Man kan tenke seg at spesielt her hvor vi bor nå, der er veldig mye av strømmen i luften. Det går strømkabler. Det kan man også grave ned. Da risikerer man ikke at trær faller over og kapper strømmen. Hva er egentlig problemet, og hva er den beste måten å løse det problemet på?
41	M	Over 50% av tilfellene hvor man har dekningsutfall, så er det strømmen som går.
42	I	Det tror jeg faktisk.
43	M	Det forekommer jo titt og ofte. Senest i høst, uværet i Vestfold-Telemark, reiv jo ned 80,000 trær og tok både Nødnett og mobilnett.
44	I	Ikke sant. Det kan være hensiktsmessig for deg, i din oppgave, at du tenker litt lenger og. Ikke bare se på hva skal til for at den basestasjonen skal fungere i 40 timer, men se på hva som egentlig er problemet.

45	M	Ja, jeg liker å se på det at man må se for seg at hele basestasjonen er utilgjengelig.
46	I	Ja ikke sant!
47	M	Da er man over på enten satellitt direkte ned til user device, eller direkte ned i en repeater eller en slags autonom basestasjon.
48	I	Hvis du tenker at du skal ned til telefonen, så må du ha en telefon som støtter den satellittkommunikasjonen. Det finnes det ikke noen gode løsninger på i dag, annet enn at du har en egen telefon. Sånn er det heller ikke tenkt med dette Starlink-systemet, eller noen av de andre. Det er ikke tenkt som en mobil løsning, det er tenkt som en stasjonær løsning. Da har du den at det er kanskje bedre å tenke at den går inn i en basestasjon som du tar med deg. Oppå en bil, eller hva det måtte være. Og så sikrer du dekning med det. Men så må du også da, når du er inne på det spørsmålet, så må du også tenke at det er greit at du har sikret dekning. Men er det sikkert nok? Det er neste spørsmål man må stille seg. Da sender du data ut av landet, ikke sant. Det er ikke nødvendigvis i Norge at dette blir prosessert. Så det er også et spørsmål man ikke nødvendigvis må svare på, men ihvertfall ta med seg videre.
49	M	Ja det er nok lurt å bemerke seg at det er noe man må tenke over.
50	I	Det må absolutt tenkes over. Det er dette med nasjonal autonomi, spesielt for nød- og beredskapsbrukere. Når du begynner å sende den type data, så øker du risikoen i systemet. Det viktigste er jo å ha kommunikasjon, så i de tilfellene er kanskje det viktigere enn å ta det hensynet, men det er jo noe man kan gjøre en diskusjon ut av da.
51	M	Når man da skal potensielt bruke satellitt i ekstremvær, hvor mye påvirkning har ekstremværet i seg selv på signalene som går mellom basestasjon og satellitt, vet du noe om det?
52	I	Det vet jeg ikke, men generelt så er ikke mye vann, regn og sånn, det vil jo degradere signalet. Men det vet jeg ikke, men jeg vil tippe at det er noe du kan søke deg frem til. Jeg vil tippe at det fungerer helt sikkert helt fint. Du får kanskje noe redusert ytelse, men det går nok helt fint. Det er litt rart hvis du skal lage noe som ikke fungerer. Det kommer litt an på hvilke frekvenser de bruker. Vann kan dempe et radiosignal ganske mye. Det er litt sånn avhengig av hvilke frekvensbånd du er i. Jeg er ganske sikker på at det går helt fint.
53	M	Vi nevnte det litt i stad, jeg har spørsmål som dekker skalerbarhet i forhold til å ha satellitt som standby på alle 8000 basestasjoner for eksempel. Du ser heller for deg en løsning der du ikke-

54	I	I hodet mitt tenker jeg at det mest effektive er å ha løsninger som du raskt kan få ut midlertidig, mer enn at du har en midlertidig løsning på alt og alle -. Jeg tenker at det kan være mer hensiktsmessig. Grunnen til at jeg mener det spesielt med tanke på nød- og beredskapskommunikasjon, det er at selv om vi har ekstremt bra mobildekning i Norge, så har vi ikke mobildekning overalt. Da kan du være med på det å gi dekning overalt i tillegg. Ethvert sted, hvis det er en skogbrann, eller et eller annet annet sted, så har du den dekningen med deg. Du kan bygge din egen lokale boble for de som er der. På den måten kan du få to fluer i en smekk. Du kan øke den vanlige dekningen i ikke-ekstremværsituasjon, samtidig som i en ekstremvær-situasjon så kan du også skaffe deg kommunikasjon.
55	M	Helt uavhengig av infrastrukturen i seg selv.
56	I	Ikke sant.
57	M	Spennende! Jeg har som sagt -
58	I	Du har et problem til du må løse inni det her. Det kan godt hende du har det i oppgavene din. Hvis du har en satellitt på den brannbilen, så må du ha en basestasjon som sender ut mobilsignaler videre. De ressursene er det jo mobiloperatørene som besitter i dag, hvis du skal bruke kommersielle frekvenser. Så du må ha en avtale med de, for å få lov til å bruke de ressursene, så da må du ha noe som sikrer at du ikke gjør noe som forstyrrer det kommersielle nettet. Enten må du ha egne frekvenser, det kan man også tenke seg at man kan løse det med, eller så må du bruke de frekvensene, eller ressursene som mobiloperatørene har. Men da må du passe på at du ikke kommer for nærme en eksisterende og fungerende basestasjon. Det er jo nøye planlagt hvordan de står i forhold til hverandre.
59	M	Det er et godt poeng. Jeg tenker jo at man, til den grad jeg har vurdert sånne løsninger, så har jeg tenkt at de signalene man bruker fra basestasjon til mobildevicen, vil være de samme som hadde vært der hvis man hadde en basestasjon.
60	I	Ja det kan jo være, så hvis du gjør akkurat det samme, så er det greit. Men da må du vite akkurat hva som var der.
61	M	Det er et veldig godt poeng.
62	I	Hvis du skal tenke videre at du skal utvide dekningen, så må du vite hvor du kan gå med hvilke frekvenser som et tankesett, enten som en database eller noe sånt, for å vite hva du kan ha med deg.



63	M	Ja, en form for dekningskart. Det er et godt poeng. Jeg har jo sett på en del løsninger. Både løsninger som baserer seg på 5G-nettet i seg selv, og alternative løsninger som er uavhengige av 5G. Det ene er jo de mobile basestasjonene som jeg pratet om i stad. Hvor vanskelig er det å gjennomføre det å skulle ha en basestasjon i et kjøretøy, i forhold til energieffektivitet, og krav til strøm for å kunne drive basestasjonen?
64	I	Det vet jeg ikke, faktisk. Men jeg har sett at Forsvaret har laget sin egen 5G-basestasjon som de har i en tilhenger. Jeg har sett at AT&T har laget sine basestasjoner som de har i lastebiler og mindre lastebiler også. Det er løsbart tenker jeg. Hvis det kniper, så kan man alltid ha med et aggregat sikkert, for å utvide den levetiden. Jeg tenker ikke at strøm er det kritiske sånn sett.
65	M	Nei, men det er kanskje ikke fullt så enkelt å dytte det inn i en Volvo XC90, i en politibil.
66	I	Alt er jo mulig, men det kommer an på hvilken rekkevidde man ønsker å ha på basestasjonen. Du får jo en basestasjon i dag som du kan koble over ethernet, og det er ikke allverdens strømeffekt du får ut av det. Men da får du også en begrenset rekkevidde. Det skaleres jo opp til hvor-. Skal du replikere en basestasjon så må du ha tilsvarende effekt som den basestasjonen har. Det er en tradeoff du må gjøre. Trenger du at den skal rekke så langt? Det kan jo hende at den ikke trenger det. Hvis du skal tenke spesielt for nød- og beredskapsbruk, så er du i det aksjonsområdet hvor nød- og beredskapsbrukerne er. Og er det er ikke nødvendigvis sånn at det er like stort som dekningsområdet til en basestasjon som potensielt kan rekke titalls kilometer.
67	M	Og så kommer det litt an på hvilke krav man har til kommunikasjonen også.
68	I	Ja du har det også.
69	M	Du trenger ikke nødvendigvis 300 Mbit/s, kanskje. Det kommer jo helt an på.
70	I	Så kan det være at i starten så kan du leve med noe mindre, til du får inn den store bilen din, som kan gi deg noe mer. Man kan tenke sånn også, at man ikke gjør alt med en gang også. Det viktigste i starten er kanskje å få noe kommunikasjon. Så kan man få på kommunikasjon og rekkevidde etterhvert.
71	M	De brukerne jeg har snakket med så langt er veldig opptatt av den basisen. At man i det hele tatt klarer å få en utalarmering fra AMK eller politisentralen, eller hva det nå skulle være. Og det kan være noe så enkelt som en tekstmelding, bare for å indikere at det har skjedd noe. Da er du nede på litt mindre krav.

72	I	Det er en ting til, jeg husker ikke hva det heter i 5G-standarden. Det er mulig du kommer inn på det i oppgaven din.
73	M	Det er mulig det kommer allerede nå? Er det IOPS, IAB, eller ProSe?
74	I	Ja, IOPS var det jeg tenkte på.
75	M	Det er jo de autonome basestasjonene.
76	I	Det vil si at du kan bruke en annen basestasjon for å mate en eksisterende basestasjon. Så hvis du bare har mistet strømmen, eller bare mistet fiberen til basestasjonen, så kan du mate den fra en annen basestasjon. Det er en mulighet.
77	M	Ved at de prater med hverandre? Da er vi over på IAB, Integrated Access and Backhaul.
78	I	Ja! Det var det, beklager.
79	M	Det er også en veldig spennende teknologi. Den er definert for 5G, IOPS er ikke enda definert for 5G.
80	I	Se der, du har mer peiling enn meg, du trenger ikke meg du.
81	M	Jeg kan intervjuer meg selv jeg, hehe.
82	I	Hehe, ikke sant! Men ProSe er jo spennende også. Og det blir nok lettere i et rent 5G-nett enn det er nå i disse Non-Standalone-nettene hvor du bruker mye FDD. Når du får TDD, og sender og mottar i samme frekvensbånd, så er det enklere å håndtere det.
83	M	Du har noe som heter proximity services, definert for både 4G og 5G.
84	I	Ja, for 4G så har det liksom ikke slått an helt. Det som er utfordringer der er at i 4G, så sender du og mottar på forskjellige frekvensbånd. Hvis mobiltelefonen din har valgt et bånd for å motta, og ett for å sende på. Plutselig må du sende på det du mottar på, for at et annet bånd skal kunne motta på det. Da får du utfordringer når du skal sende ting frem og tilbake, og da må du dele en sånn kanal igjen. Det har vært en utfordring akkurat det. Det har aldri slått helt an. Jeg har jo hørt at det har kommet noe utstyr som har i teorien klart det, men jeg tror det kan være lettere å få til med 5G.
85	M	Jeg har en veileder som har nevnt at han var på et møte om akkurat det her, hvor det kom frem at det var usannsynlig at ProSe kom til å være fremtiden, men det var litt mer på grunn av frekvenser og chipset som ikke ville støtte det.

86	I	Det kan være det.
87	M	Har du hørt noe om det?
88	I	Nei, det her er liksom DSB som sitter litt tettere på og følger med på. Jeg plukker opp litt her og der. Det eneste jeg har hørt er at det er veldig driv for å få frem nød- og beredskapsfunksjonalitet inn i 5G-standarden, men hvilke deler og hva og hvorfor det har jeg ikke dessverre.
89	M	Det er vel hovedsaklig MCX til å begynne med. Du har også den IOPS, som du trodde du pratet om i stad, Isolated Operation for Public Safety, den er ikke definert enda for 5G, det er litt uklart om det kommer. Hvis man mister fiberen, og man ikke har IAB eller satellitt, eller hva det skulle være, så har ihvertfall basestasjonen mulighet til å fungere lokalt. Hva tenker du om en sånn løsning?
90	I	Nei det er helt fint det, det som ofte skjer er jo ikke at, det skjer innimellom, at fiberen går da. Det som skjer er vanligvis at strømmen går. Også går strømmen, så går jo alt ned allikevel. Sånn sett, så.
91	M	Det er ikke fullt så relevant?
92	I	Det er relevant i et sånt, i den autonome bilen, basestasjonen, så er det relevant. At de kan prate med hverandre, og ikke har behov for å prate med kjernenettet.
93	M	Da må du ha de viktige nettverksfunksjonene i edge-nettverket.
94	I	Ikke sant. Det kan man tenke seg.
95	M	Det blir jo lettere i 5G.
96	I	Eller så har du backhaul med satellitt da, så slipper man å tenke på det.
97	M	Det blir jo i så fall, i fremtiden, hvis Starlink, OneWeb, Kuipers kommer på nett, da ville man ha på plass avtaler mellom kommersielle operatører i Norge, og -
98	I	Nei, det tror jeg ikke du har behov for. Jeg tror ikke det. I prinsippet kan, det er bare kommunikasjonsbærer, det samme som at du har basestasjon, at du har Altibox, eller Global Connect eller noe sånt som fører signalet fra basestasjonen og inn. Hvis nød- og beredskapskommunikasjonsnettet har fått en avtale fra operatør om at de kan bruke disse frekvensene, så kan de selv bestemme hvordan de sender den kommunikasjonen tilbake til Telenor. Hvis de velger å bruke satellitt, eller trekke fiber som de ruller etter bilen hele veien. I prinsippet da. Det er bare en transportåre for den kommunikasjonen.
99	M	Nettverksoperatøren trenger ikke å bry seg så mye om selve transportetappen?

100	I	I utgangspunktet trenger de ikke det. Det kommer litt an på hvordan du setter det opp. Du kan tenke deg at det er mobiloperatøren selv som også hoster disse mobile basestasjonene, og da blir det en annen sak. Det blir en del av avtalen, om man kjøper en tjeneste, som inkluderer også flyttbare basestasjoner, da kan du tenkte at da er det operatørene selv som må stå for den kommunikasjonslinken, og velge hvordan det skal gjøres. Det blir mer sånn avtaleteknisk.
101	M	En annen ting som jeg har sett på, er noe AT&T allerede har eksperimentert litt med i FirstNet, det er det de kaller Flying CoW. Cells on Wings.
102	I	Ja, det har vi også sett litt på. Utfordringen der, hva var det igjen a? Det husker jeg ikke nå. Du har kanskje fasiten på det. Det eneste er at driftstiden på den dronen er litt, du må ha mange droner for å hele tiden sikre kontinuerlig kommunikasjon.
103	M	Og det vil kanskje være litt vanskelig å få opp i ekstremværet i seg selv.
104	I	Ja, i ekstrem-ekstremvær ja. Men i etterkant er kanskje det største problemet, at det tar litt tid å fikse i etterkant. Det kan være en OK løsning i hvert fall.
105	M	Men en løsning du kanskje ikke trenger om du allerede har løst det med satellitt?
106	I	Ikke sant. Men uansett, selv med den dronen, så må den -. Det er litt det samme problemet der. Den dronen må også kommunisere med noe, videre, den må få sendt signalene videre. Enten ett punkt på bakken som tar i mot, eller at den dronen selv har forbindelse opp til satellitt. Utfordringen i utgangspunktet er den samme. Kanskje eneste forskjellen er at du kommer noe høyere. Du ser litt mer rundt deg, og at du da lettere kan aksessere et annet punkt på bakken med en radioforbindelse.
107	M	Det er et godt poeng! Nå er vi litt over på forskningsspørsmål 3 her, som handler om minimumskrav til kommunikasjon. Hvilken satellitt-type, LEO eller GEO, som vil funke best i et nettverk der tale er minimumskravet.
108	I	Det er LEO, ettersom tidsforsinkelsen er noe lavere.
109	M	Selv om man bruker en PTT-funksjonalitet som vi har i dag i TETRA?
110	I	Jeg vil fortsatt tro det. Tenk da, hvis du skal vente et halvt sekund hver gang. Det er ganske lenge i en samtale. Du må ha enorm disiplin, hvis du skal bruke GEO.
111	M	Og da kan du fort, når det tar et halvt sekund å finne ut om det er du som skal prate i det hele tatt, så kan det fort bli litt merge conflict.

112	I	Ja spesielt i grupper blir det veldig vanskelig. Og tilbake til det med dekning, jo lenger nord i Norge du kommer, jo vanskeligere blir det å bruke et GEO-system.
113	M	Men et LEO-system vil bli ganske likt distribuert rundt hele kloden?
114	I	I stedet for å stå over et fast punkt vil satellittene hele tiden bevege seg rundt jorda. Det krever mer avv mottakerantennen, for den må hele tiden velge den beste satellitten. I det som heter OneWeb er det en mekanisk styrt antenne som beveger seg frem og tilbake, og flytter seg etter satellitten, mens Starlink er en stor plate hvor du gjør det elektronisk. Men i prinsippet vil signalet følge satellitten, og velge en ny satellitt. Da går det hele tiden satellitter rett over hodet på deg. Så lenge du ser himmelen, så ser du en satellitt.
115	M	Ja okei, spennende. Og for et data-orientert nettverk?
116	I	Samme konklusjon.
117	M	Ja, LEO.
118	I	Kanskje ikke mest for tidsforsinkelse, men fordi du trolig vil få mer kapasitet, flere satellitter. Da vil alle dele den samme kapasiteten. I teorien vil du få bedre ytelse på et LEO-system.
119	M	Interessant. Da har jeg lært mye mer om satellitt i dag i hvert fall.
120	I	Så bra!
121	M	Jeg tenkte også jeg skulle ta det ekstremværs spørsmålet mitt til slutt her. Selv om du nevnte at det ikke direkte er ditt fagområde, det her, så er det interessant å høre om du har noen tanker. Hvordan ser du for deg at ekstremvær kommer til å spille en rolle i forhold til dekningsutfall i mobilnettet i fremtiden.
122	I	Ja, det var et vanskelig spørsmål, for det er mange ifs and buts. Men gitt at ekstremværet er som i dag, ta det som et første utgangspunkt, så er jeg veldig optimistisk til at utfallene blir -. La oss trekke perspektivet tilbake i tid, så var det Dagmar i 2011 som var en stor storm, hvor veldig mye av mobilnettene gikk ned. Så kan man trekke paralleller til dagens stormer, hvor det var veldig sporadiske, lokale utfall. Ofte knyttet til at strømmen blir borte over altfor lang tid. Det er på en måte strømmettet som var problemet, ikke mobilnettet som sådan. Den utviklingen fortsetter. Gitt at ekstremværsituasjonen er ganske lik, så tenker jeg at vi konvergerer mot null nedetid, for å bruke et populistisk uttrykk. Tiden for nedetid er forbi. Men så kan du se en annen vinkel, men klimaendringer, og det som måtte medfølge av det, så kan du si at både dette med skogbranner kan øke, det blir mer tørke, det blir mer vær generelt, så trekker det i andre retninger. Sånn som utviklingen har vært er at nettene i seg

		selv har blitt ekstremt robuste, og da tilbake til det vi startet med innledningsvis, at flere og flere tjenester blir lagt på de kommersielle mobilnettene, så tror jeg at de også fortsetter å bli bedre, og vil -. At nedetiden blir mindre og mindre altså. Jeg har troen på at nedetiden blir mindre. Men det er den store X-faktoren da, hva skjer med strømmettet? Jeg har ingen som helst tro på at du kommer til å ha 72-timers batteribanker på enhver basestasjon. Det er ikke bra for klima å ha masse batteribanker eller andre løsninger som sikrer at basestasjonene skal fungere. Det ligger en veldig "hvis" der, at hvis man ikke gjøre veldig mye med strømmen, så har du problemer uansett. Det er min hypotese. Det tror jeg det vil bli gjort noe med.
123	M	Vet du om det finnes noen offentlige rapporter angående utilsiktede hendelser i nettet? Mobiloperatørene rapporterer vel til dere?
124	I	Ja, men jeg vet ikke om de er offentlige. Hvis du søker på ekomros, så se om det kan ligge noe der. Der ligger det masse. Hvert år gjøres det en analyse av risiko og sårbarhet i ekom-nettet. Hvis ikke kan du søke på robinrapporten, robust infrastruktur. De er sikkert greie for deg å se på uansett.
125	M	Genialt, det skal jeg titte på!
126	I	Det er ikke det jeg jobber med til vanlig, så jeg har ikke det i fingerspissene.
127	M	Hvilke fordeler ser du for deg generelt i forhold til å ha et 5G-basert Nødnett?
128	I	Det aller viktigste er at du får ta del i den generelle utviklingen i mobilnettene. Når 5G blir 6G, blir 7G, blir 8G, blir 9G, så er du med på teknologiutviklingen. Istedenfor at du skal investere. Du får et nett som investeres i på vegne av 5 millioner pluss, brukere, avhengig av hvor mange tjenester du putter på topp av mobiltjenesten. Kontra et nett som skal finansieres av 40-70 000 brukere. Det sier seg selv at når du får fordelt den kostnaden på flere, så får du ta del i en teknologiutvikling. Det er den største og viktigste faktoren, ved å gå den veien. Samtidig som du får dratt med deg alt. Den kommersielle utbyggingen, den kommersielle innovasjonene, kontinuerlig oppdatering av sikkerhet. Det er alle de positive sidene ved et mobilnett.
129	M	Ja, da slipper du å sitte på gjerdet med en teknologi fra 1995.
130	I	Ja, og staten er veldig gode til å lage anskaffelser, men staten er veldig dårlig eier. Det er ikke lett å få penger, det kan du sikkert snakke med dem i DSB om og. Det er ikke veldig lett for dem å få penger til opprustning av eksisterende nett. De fikk penger til å bygge det, men å oppjustere og oppgradere det, det er vanskelig. Det er på en måte staten i et nøtteskall. At man allokterer til investeringen, men ikke vedlikeholdet, for å si det på den måten. Man har CAPEXen men ikke OPEXen.

131	M	Jeg skjønner. Så du har generelt et positivt syn på at 5G kan erstatte TETRA.
132	I	Ja absolutt. Det kan erstatte det på alle mulige måter, og jeg har stor skro på at du får dekt de nødvendige sikkerhet -. Skal du bare nytte ut, så er det ikke tvil om. I tillegg trenger nød- og beredskapsbrukerne tilgang til ny teknologi, de trenger droner, de trenger å sende mer data. De trenger mer enn bare tale, for å løse sin oppgave på en god måte. Og jeg tror ikke det blir noe mindre fremover, det behovet, for å ta i bruk andre typer teknologi for å løse sin oppgave bedre, og da må du bygge et nytt nett. Da mener jeg, vi har gjort analyser på det. Det absolutt beste og billigste er å bruke de kommersielle nettene. Og den muligheten er der i dag.
133	M	Ja. Ikke sant, det blir spennende å se hva som blir det absolutt mest kritiske for brukerne om 10 år, når de har vent seg til å bruke den nye teknologien.
134	I	Ja, jeg tror det fort kan være noe annet enn det de sier i dag. Når de vender seg til å bruke ny teknologi i oppdragsløsningen sin.
135	M	Jeg hørte at nødnetene i London ikke bruker tale i det hele tatt neste, kun data.
136	I	Det er jo interessant da.
137	M	Da får man et helt annet behov når det brenner også. Hvis nettet knekker sammen, og hvis det kun støtter tale, og man må gå tilbake til tale, og, altså, da har man ikke lenger lærdommen til å -
138	I	Og tenk deg at du har et AR-headset eller AR-visir, når du går inn i bygningen, du har karttegningen der, hvis du i tillegg klarer å hooke deg på ventilasjonssystemet som samtidig har en radar der som kan detektere om det er mennesker der, så vet du hvilke rom du skal gå i først. Prioriteringen, alt det der kan brukes mye smidigere om man tar i bruk den informasjonen som finnes der i dag. Jeg tror dette kan bli veldig bra, hvis man får sydd det sammen på en god måte. Det blir et komplekst system, det er det ikke tvil om, men hvis du får sydd det sammen, så kan du få enorme muligheter. Bare det å erstattet dagens Nødnett tror jeg er det man gjør i dag i mobilnettet. Tale og enkel data. Det er ikke noe hokuspokus. Så er det å få inn alle de nye funksjonalitetene som blir med på å forbedre det.
139	M	Jeg har nå ihvertfall fått svar på alt jeg lurte på, og vel så det.
140	I	Så bra!
141	M	Tusen takk for at du ønsker å stille opp.
142	I	Du får ha lykke til med oppgaven!





## Appendix

# Interview: The Norwegian Defense



This appendix includes the transcript of the interview with a representative from the Norwegian Defense Materiel Agency. The informant shares interesting experiences and knowledge relating to existing solutions to establish private networks and tactical bubbles in the military, which is highly relevant to the solutions discussed in this thesis.

This appendix is written in Norwegian. The letter "I" indicates that the interviewee is speaking. The letters "M" indicates that the interviewer, Marius, is speaking.

ID	Speaker	Comment
1	M	Da er lydopptak i gang.
2	I	Det som er med neste generasjons Nødnett er jo at de har i dag en mobil, og de har en TETRA-radio, også skal de frem til å bare ha mobil. Det er jo vi i militære øyne litt redde for. Skal vi se, så skal jeg forsøke å dele litt skjerm her. [Fjernet]. Skal vi se.
3	M	Her har vi PowerPoint her!
4	I	Før vi begynner, det er jo litt artig å se, påstanden min er kanskje at noe av det viktigste vi har hatt på kommunikasjonssiden i krig i Ukraina er jo nettopp de kommersielle mobilnettene. Faktisk er det sånn at den største operatøren der borte heter Kyivstar, eid av Veon, de har 4000 mann som ligger i bomberom der borte, i shelter, og de har vært nede at 15 % av nettet har vært nede, 85 % oppe. De har 40000 basestasjoner. Det siste jeg så nå var at mellom 9 og 11 % av basestasjonene var nede, og nærmere 90 % oppe. Så folk kom på nett, og i all hovedsak er det strøm det går på. De to tingene vi frykter er altså, de verste to tingene med mobilnett er selvfølgelig kjernen, hvis den tas ned, men den er gjerne som i Norge også beskyttet i fjellanlegg eller ubåt-hangarer og litt sånne godt beskytta, og de er også beskyttet av militæret. De er ikke lette å ta ut, sånn sett. Gjerne i atombombesikre rom. Du får ikke bombet dem. Men hovedtransmisjonsårer og strøm, det er sånn sett sårbart. Men det er jo interessant å tenke på. [Fjernet].
5	I	Litt hvorfor 5G er så interessant for NATO generelt og Forsvaret, er første punkt dette at vi har et helt annet trusselbilde i dag. Kommunikasjon i totalforsvaret er mer viktig når vi ser de truslene vi står overfor. Ikke nødvendigvis bare kinetiske trusler, men pandemi, global oppvarming, terrorisme, flyktningsstrømmer. Vi ser at Heimevernet, politi, tolletater, sykepersonell, må kommunisere sammen. I dag stå Heimevernet med en DRM-radio, nødnetter med en TETRA-radio, Forsvaret har MMR-radio, og så videre. Når Nødnett skal inn i dette økosystemet er det, jeg må se de fysiske lagene er på plass, for å kunne samhandle i totalforsvaret. Det ser vi også i neste generasjon jernbanenett blir også 5G. 5G er tilpasset bedriftsmarkedet å få tilpasset seg de nye vertikale. Nye bransjer. I motsetning til 4G som var one size fits all, så er denne SDN og NFV, de gjør det mulig å tilpasse funksjonene du trenger i et tognett for eksempel, som GSMR har i dag. De har prioriteringsmekanismer, automatisk togstopp. Nødnett-funksjonalitet som gruppekommunikasjon og disse tingene. De kan også lages nå i dag. Er du teknisk Marius?
6	M	Ja, jeg har studert kommunikasjonsteknologi i fem år, så du må ikke være redd for å bruke fancy ord.

7	I	Jeg har jobbet mye med din veileder, blant annet. Vi jobbet sammen i [selskap]. Jeg begynte der litt før han kanskje, med å bygge opp selskapet fra gamle dager. Vi er interessert, militæret er interessert i den nye radioen i 5G. Du kjenner til massive MIMO prinsippet, og hvordan du kan styre beamen for å sende energi der du ønsker å sende energi. Det er interessant i militære øyne, for å ikke avsløre seg for fienden. Og satellitt, for eksempel, hvis man kan sende energi i riktig vei.
8	M	Akkurat beamforming er jeg ikke så stø på, men sånn jeg forstår så er det at du konsentrerer signalene i en retning?
9	I	Jeg kan vise deg her, egentlig. Hvis du har en vanlig 4G-antenne, som er illustrert her, så er kapasiteten et resultat av båndbredde og signalstøy. Hvor mange bits kan du presse gjennom per Hz. Mens i 5G-antennen her, der har du mange flere elementer, kalt massive MIMO, for eksempel 64x64 arrays. Da kan du gjenbruke hele spektrumsblokken, som du hadde på hele denne i 4G. Da har du mange flere beams både i horisontalt og vertikalt plan. Da er kapasiteten, det er derfor du får så ufattelig mye mer kapasitet i dette. Sånn ser antennen ut, hvis du måler med spektrumsanalysator. Da vil du se energien se sånn ut, typisk. Disse fasene kan du styre, du kan styre lobene, så de treffer der du vil. Forskjellige patterns, så du kan si at du skal kun skyte langt der, og kun i høyden, så kan du lett legge templates.
10	M	Er de dynamiske og kan justeres underveis?
11	I	Disse beveger seg etter brukerne. Det er det som er så kult med militære øyne. Du sparer strøm, ettersom du kun sender energi der det befinner seg brukere. Du får en lenger link, siden du fokuserer som her, linken der det er folk. Så hele energien din, hvis du har en 320W basestasjon, så vil den, hvis du har mange brukere, så bruker den energien på å fordele trafikk overalt. Men har du få brukere, vil den bruke energi på å nå han ene. Du sparer strøm, og ikke minst minst mye mindre støy. Hvis du sender energi der, så kan du gjenbruke den på en annen basestasjon. Det er mindre støy. Og kapasitet, du kan gjenbruke blokken din hele tiden.
12	M	Det er jo kjempeinteressant i forhold til å sette ut en mobil basestasjon som støtter dette, så har man mye mer energieffektiv basestasjon.
13	I	Ikke sant, jeg kommer litt tilbake til hva vi gjør der. Det er altså den nye radioen som er interessant for oss, annerledes enn 4G. Det er som jeg sa også i 5G at vi vil få neste tognett og neste Nødnett. Det vil skje i 5G, ikke i 4G. Tiden går, og 5G kommer til å dominere ganske kraftig snart. Så er det det med SDN og NFV som gjør at du kan lage disse skivedelte nettene, network slice, som vi har gjort i våre piloter. Jeg må bare å si det for å begynne. [Fjernet]. Vi jobber med 5G-piloter siden 2018. Jeg vet ikke når Nødnett er oppe og kjører med noe som

		<p>er i nærheten av en 5G-pilot, men jeg kommer tilbake til det. Vi får inn massive midler for å få til dette. Så skal jeg si litt om hvordan vi har separert trafikken i vår slice. Hva er en slice? Det er så mangt. Også dette med edge computing. Egentlig den første edge-tjenesten blir kanskje gaming. Som gjør at du får veldig rask respons. Nettbaserte spill blir sikkert stort for teleoperatørene. Du kan tenke VR-briller, så slipper du å bli kvalm. Computen ligger mye nærmere. Men vi er interessert i dette på grunn av muligheten for å få autonomi. Lenger ut i nettet. Det er også interessant med tanke på Nødnett-funksjonalitet. Og her skiller vi oss litt fra Nødnett. I Forsvaret i dag, så har vi en fiende som vil knuse og ødelegge alt for oss. Så vi opererer etter et konsept som heter P.A.C.E. Det står for primary, alternate, contingency plan, emergency plan. Løytnanten som står i felt skal alltid ha en backup, og backup, og backup, og backup. Dette er scenariobestemt, sånn at ut i fra scenariet ditt, er du utsatt for elektronisk krigføring trenger du kanskje en robust radio som har dårlig kapasitet, men en veldig robust modulasjon. Kanskje bare PSK eller noe sånt, og ikke QAM-256 for eksempel. Har du behov for beyond-line-of-sight så har du HF, eller satellitt-kommunikasjon som gjelder. Har du behov for mye kapasitet og dekning, så er det kanskje mobilnettene. Vårt mål når vi jobber her, er at vi kan i de fleste scenarier, så kan primærbærer være 5G-nettene. Det er også sånn at vi ivaretar egne kryptosystem. Konfidensialitet og integritet. Jeg skal si litt om dette med availability etterhvert. Du kjenner vel til sikkerhetstrekanten, CIA. Konfidensialitet og integritet ivaretar vi. Det er viktig med tanke på Nødnett. Vi vil aldri legge alle egg i en kurv, og kun stole på mobilkommunikasjon. Derfor er jeg litt skeptisk til å legge ned TETRA egentlig, for det er jo et robust talenett. Men det jeg har sagt til de i Nødnett, er at det de må fokusere på i Nødnett er ikke tale, egentlig, de bør jo egentlig se, de skal gjennom en KVVU og få penger fra myndighetene, så er det de andre mulighetene som ligger i AI og videoanalyse, som jeg skal vise litt om hvordan vi ser på denne dimensjonen. Helt andre egenskaper enn tale. Tale er bare en nesten uvesentlig tjeneste for oss oppi det her. Men det jeg kan si, det er derfor vi fortsatt har andre talekanaler til fly og bakke-luft-samband, eller grønne militærradioer. Vi jobber blant annet nå med Kongsberggruppen med en ny grønn radio. Den blir svindyr, men den jobber helt ad-hoc, og over store frekvensbånd og er veldig robust mot elektronisk krigføring for eksempel. Men også veldig synlig, med omni-antenne som stråler på høy-effekt. Så her har vi en fordel også.</p>
14	I	<p>Jeg kunne snakket i dagevis om dette her da. Vi bruker smartrutere, multikanalrutere, som har blant annet SIM-kort fra Ice, Telenor og Telia, men også en ethernet-utgang, så du kan koble på grønn radio, eller mot satellitt-modem.</p>
15	M	<p>Tar det mye plass? Selve opplegget for å kunne-</p>

16	I	<p>Nei. Men det er forholdsvis dyrt, så en sånn krypto og ruter, som skal være opptil høygradert trafikk, opp til nasjonalt hemmelig og NATO secret, da må du ha Tempest-beskyttelse, strålebeskyttelse. Hvis du skal opp på høyt graderingsnivå må du faktisk ha en skjerm som ikke stråler for mye. Du kan få smitte på strømkabler og avlese på vinduer for eksempel hvis du har en sånn skjerm. Skal du på høygradert må du ha veldig spesielt sært utstyrt. Kryptoboksene vi bruker her, er vel på størrelse med en litt større enn en AppleTV, kanskje dobbelt så stor. Men med disse multikanalsruterne i kombinasjon med alt som er pakket inn, så blir det som en, la oss si den er en 30x20 cm og 10 cm høy. En sånn boks, som er høygradert, og du kan koble til og ha innebygd masse moden også. Det er litt av vårt konsept. Vi ivaretar alltid vår egen sikkerhet. Vi er ikke så nøye på om det er Huawei, Ericsson eller Nokia, men vi er tilhengere av mer diversitet i 5G-nettene, og ikke at en leverandør skal levere alt. Vi skal bruke alle nett, så det er vårt mantra. Forsvaret skal bruke alle nett ut i fra scenario velger vi hva som er primærbruker og ikke. Selv om vi ødelegger mobilinfrastruktur, ja vel, da har vi kanskje andre nett vi kan bruke, eller andre bærere. Og så har vi kontroll på egen krypto. Det er litt the secret sauce i militær kommunikasjon. Aldri legg eggene i en kurv. Der sliter Nødnett litt i dag. De har jo, så det er derfor hele konseptet med at å terminere TETRA og gå til mobilnettet -. I min verden hadde du forlenget kanskje i alle fall ett robust talenett, og så er det sikkert kommersielle grunner til at de vil legge det ned, det koster mye, det er end-of-life, kompetanse og hele bøtteballetten, det skjønner jeg. Men samtidig, så er mitt poeng at det er ikke tale vi bruker mobilen til i dag. Så skal jeg si hva vi bruker 5G til, for det er helt andre egenskaper som vi har fokusert på.</p>
17	I	<p>Når det gjelder sikkerhet, så har vi MCX-tjenestene. De hopper vi bukk over. Jeg har null tro på en del ting når det gjelder MCX. det er bra at det er en standard, men det er ingen håndsett på markedet i dag nesten. Det er finske Iridium, og et Samsung-apparat som de har brukt i England, allerede utdatert. Vi må ta innover oss at vi er enprosenten. Det lages ikke consumer-device som støtter multicast-broadcast, eller disse QClene. QoS Group Identifies. For eksempel MCPTT, eller MCDData, og disse tingene. Du må ha spesielle chipsett fra Qualcomm. Det er ingen som lager dette. Det er problemet. Vårt mantra er egentlig, jeg kan egentlig begynne med dette. Første slide, når vi snakker om 5G nå, så er det et mål for oss å utnytte, piggybacke på den enorme utviklingen som skjer i dette økosystemet. Åpne standarder skal benyttes, og vi skal ikke fravike standardene. Og så kan du si at MCX er også en standard, problemet mitt er at det er så lite det økosystemet, at det bare er enprosentene. Men vi ønsker å piggybacke på de 99 andre.</p>
18	M	<p>Jeg vet proximity services har det samme problemet.</p>

19	I	Ikke sant! Det finnes ikke håndsett som støtter Sidelink eller D2D. Og jeg spør hele tiden, ja hvem er det, det må være mange andre Nødnett i verden. Alle sitter på gjerdet og venter. De har ikke fått det til i England, og i USA sitt FirstNet har de ikke hatt prioriteringsmekanismer. De har hatt mer spektrum og litt sånn. De har heller ikke hatt multicast-broadcast i nettet. De bruker vanlige modem og vanlige ting og tang.
20	M	Har de ikke brukt MCX i FirstNet?
21	I	Nei. Meg bekjent har de ikke det. I hvert fall da jeg snakket med dem, så finnes det nesten ikke utstyr. Og det er akilleshælen til hele Nødnett-prosjektet. Det er hele MCX, knytning mot mobiloperatøren. Vi vil gjerne være operatør-agnostiske. Vi vil kunne opte inn og ut, og ha dem på ståen. Vi ønsker ikke å bruke off-leverandører. Det er viktig for oss. Vi ønsker å bruke off-the-shelf. Consumer eller military off-the-shelf produkter. Ikke lage noen spesialprodukter til oss. Modem for eksempel, når vi tester det nå, så er det kun vanlig utstyr. Så langt det lar seg gjøre, så ønsker vi å utnytte hyllewareprodukter. Du må gjerne jobbe med parametersetting innenfor standarder, men bruk hylleutstyr. Pakke det inn i ruggedized casings. Da kan du kaste den i vann. Casingen koster 1000 kroner, men du kan skifte ut, og rettferdiggjøre mer hyppige bytter av modem eller dingser, hvis du kjøper hyllevarer. Vi jobber også med en defence network slice, som blir designet for å være en enabler for massevis av tjenester som kommer i fremtiden. Jeg kommer tilbake til defense slicen, for å prate om hvordan dette også kan bli en Nødnett-slice. Vi ser også veldig fokusert på disse cloud native-teknologiene. Og DevOps, kontinuerlig utvikling. Så jeg måtte bare si det med en gang. Jeg skal prøve å fokusere på det vi fraviker fra Nødnett.
22	I	Tilbake til dette [viser på skjerm]. Hvordan sikrer vi 5G-kommunikasjon? Jeg sa i stad at vi ser ikke på SIM-kort i mobilnett en gang som en sikkerhetsmekanisme. Vi har alltid våre egne ende-til-ende-krypterte tjenester. Enten i form av HTTPS eller egne CA-sertifikat, eller kryptosystemene vi har. Vi bruker bare 5G-nettet som en bærer. Og utliser eget nett. Så har vi MDM-løsninger på toppen av mobilene våre. Vi har mobile device management. Vi har både høygraderte og forskjellig. Vi har også mobiler som går helt til høygradert. De er veldig spesielle og koster 50-60 000 kroner, leveres av svenske Sectra. De er Tempest-godkjente, så de er veldig sære. Kjøpe ikke Android, men eget OS. Jo høyere gradering du skal ha, jo mer sære blir ting for å si det sånn. Da kan vi ikke være i lomma til Apple eller Google for å si det sånn.
23	M	Hva med satellitter og sånt? Satellittene dere bruker, er det norske Thor 7 eller?

24	I	<p>Vi bruker litt av hvert. Vi har mye NATO-samarbeid på satellitt-siden. Vi skjøt opp en for en uke eller to siden, en liten minisatellitt, fra FFI. Det var vel en payload på en SpaceX-utskyting. Og vi skal ha to store neste år, med SpaceX, såkalte HEO-satellitter, høyelliptiske, som går mot smutthull i Russland. Vi skal spotte med to stykker hele tiden, så vi har 24-7-dekning i nordområdene. Ellers er vi med i mange satellitt-samarbeid. Vi bruker masse sivile satellitt-system og militære. NATO har en del felles kapasitet. Som ikke nødvendigvis er norske. En del felles satellitt-ressurser. Norge er med i masse felles ressurser. Droner for eksempel, fra Sicilia, store Global Hawk-droner. Felles løftekapasitet, denne C17 Strato Master, flyene fra Ungarn. Og så videre. Men, som jeg sa, integritet og konfidensialitet det løser vi selv i eget kryptosystem. Så jobber vi mye med å sikre tilgjengelighet i form av prioriteringsmekanismer, private nett, skal komme tilbake til private nett, og så er vi litt redde for metadata. Hvem befinner seg hvor, og hvem snakker med hvem. Denne metadataen, den kan vi ta kontroll på når vi har vår egen slice. Så er det også slik at vi har også en strategi om at vi skal sette ut det andre er flinkere på enn oss. For eksempel 5G. Men, vi har selv en del kompetanse, og driver med en del sære ting. La oss si at vi hadde vår egen MCX-tjeneste, så vil vi ikke sette den ut. Vi vil ha orkistreringsansvar der. Vi har ingen knytning på våre applikasjoner, mot sære mobiltjenester. Så vi er ikke knyttet mot operatør, for oss er det bare en rammeavtale hvor vi kan opte inn eller ut, og ingen knytning til HSS eller UDM. Denne QClen og disse tingene. Dette vil ikke vi bort i. Det gjør vi eventuelt ikke før dette blir hylleware, commodity for alle sammen. Da kan vi ta det i bruk. Men vi vil ikke låse oss til en operatør, sånn som jeg frykter at de gjør i Nødnett. Om de skal sette ut hele til en aktør. Vi må sette ut det andre er flinkere på enn oss, og så må vi kunne opte inn og opte ut, for å få til konkurranse. Det er viktig for oss. Alle de tre norske mobiloperatørene er under sikkerhetsloven og ekomloven. Vi har inngått samarbeid med Telia og Telenor. Okei. det er også slik at det som er bra her, og vi jobber jo tett sammen med Nødnett og Knut Baltzersen og disse her. Vi har jo verdens beste utgangspunkt i forhold til både USA og England til å få til et Nødnett i de kommersielle mobilnettene, vi har verdens beste nett, og vi har veldig gode reguleringer, god dekning. Vi har en stående paragraf om nasjonal autonomi som lett kan tre i kraft. En sikkerhetslov og. Vi har også mye government subsidiering. For eksempel nå, med Nkom i Lillesand, de forvalter en del midler opp mot 200 millioner i året, for å robustifisere transmisjon og strøm til visse såkalte ekom-sikrede punkt. Post 70, heter det. Der kan både Ice, Telenor og Telia komme inn i samme mast, og det skal være minst 72 timer med strøm, og to uavhengige transmisjonsveier. Forsterket ekom. Det er mye spennende på gang. Trøndelag fylkeskommune legger til rette for utbygging der ingen kunne tru at noen kunne bu. Vi ser mer av dette spleiselaget. Hvis jeg skulle komme med noen bønn, til justis, så er det å legge til rette for å speede opp denne prosessen, for å få forsterket ekom. Det blir bare verre og verre vær. Det er litt av ditt spørsmål også. Også ønsker ikke vi heller å ha forskyvninger i</p>
----	---	---

		<p>konkurransesituasjonen. Vi ønsker tre robuste mobilnett. Vi heier på at Ice og Lyse fusjonerte. Nå får også Telia og Telenor en ordentlig konkurrent. I den myten med at the winner takes all med Nødnett, så vil ikke vi ha noe av at det skal sprøytes statlige midler inn kun til en operatør og leverandør. Nei, nei, nei. Her må det fordeles broderlig, slik at alle kan konkurrere på like vilkår. Det er viktig for oss, å ha tre robuste mobilnett, og holde liv i konkurransen i telekom-markedet. Det at for eksempel, hvis Forsvaret er misfornøyd med teleoperatøren sin, kan de opte ut og få en ny leverandør. Vi har lyktes med å ha god konkurranse i det norske telekom-markedet. Mange har sett på Telenor som den store der, og var ganske sikre på at de skulle få Nødnett-kontrakten. Nå er Lyse inne på eiersiden i Ice, de har Norges største aksessnett for fiber. Det er en spennende konstellasjon. Det kan bli god konkurranse. Men det er vel oppsummert. Forsvaret vil sette ut det andre er flinkere på oss. Teleoperatørene er ikke flinke på MCX. de kan ikke MCX. Jeg vil mye heller ha en modell der Nødnett hadde styrt MCX-tjenesten selv. Og så ville jeg vært veldig skeptisk til om MCX var avhengige av spesielle håndsett. Multicast-broadcast, eller QCI. da er jeg redd for at det ikke blir noe økosystem. Det er litt av min oppsummering. Hadde jeg vært Nødnett ville jeg tatt kontroll over MCX-tjenesten selv. På sikt, om de ikke har avhengighet til multicast-broadcast og QCI, da kan de også skifte leverandør, om de er misfornøyd med operatøren sin. Og så videre. Det tror jeg er viktig.</p>
25	I	<p>Og så er det også viktig å si at for å lykkes med 5G må du ha et bredt samarbeid. Selv teleoperatørene har ikke den kompetansen i dag. Vi jobber sammen i dag med folk som kan sikkerhet veldig godt, sky-teknologi, 5G og radio selvfølgelig. Men også tjenester. Jeg skal si litt om hvordan vi har satt sammen vårt 5G-scrum-team. Forskere fra FFI og slikt. Hvordan vi har vært ute i mobilnett med EU-finansierte piloter, som ligger flere år foran kommersielle nettverk. Der vi designer og tester. Det er også en forskjell her fra nødetatene. Vi er ikke interessert i det vi kaller en fossefallsmetodikk. Det betyr at du skal ut og kravstille 10 000 krav om hvordan nettet skal fungere, og før du er ferdig med kravene, så er det gått 3 år og verden er endret totalt. Vår metodikk er egentlig mer en DevOps-tankegang. Vi har det vi kaller for et minimal viable product. Og så jobber vi sammen med våre partnere hele tiden for å videreutvikle så godt vi kan. Og så trenger vi selvfølgelig å finansiere for dette. Det er også en utfordring, jeg sa ikke det, men en av de utfordringene som vi har i staten, men ikke det private, er at vi typisk drevet en vannfallsmetodikk på prosjektstyring. Vi skal spesifisere en NH90 med 10 000 krav. Ja det tok 5 år å spesifisere, og by the way, den ble så komplisert at den ble levert 20 år på overtid. Problemet i staten er at du får 10 milliarder for å dekke et landsdekkende fibernett, du får penger sånn CapEx-investering, men så er prosjektet ferdig. Vanlig prosjekt styres veldig ofte på tid og kost, men lite på ytelse. Og så plutselig har du brukt de 10 milliardene, og prosjektet er ferdig. Så</p>



		<p>skal man flytte en layer, men det er ikke en krone igjen for å drive kontinuerlig utvikling. I staten, hadde de fått 10 milliarder for å utvikle Facebook, så hadde i staten Facebook vært ferdig i 2008. I det sivile, så er Facebook i 2008 kun starten, og blir kontinuerlig utviklet. Men vi har ikke finansiering i dag, for å drive på sånn. Det er også et veldig issue i dag, det er dette med drift og sikkerhetsgodkjenningsprosesser, der myndighetene er veldig fragmentert. Noen har politisk ledelse, noen har militærledelse, noen skal få Forsvaret til å tjene mest mulig penger, mens noen skal kanskje vinne krigen. Sånn er det bare. Derfor erkjenner vi også at sett ut mest mulig, vi har et uttrykk som sier "så sivilt som mulig, det skal vi sette ut, så militært som nødvendig, det må vi ha kontroll på selv". Men vanlig anskaffelse-strategi i staten er ikke tilpasset kontinuerlig utvikling per i dag. Det er Finansdepartementet som sitter på det. Vi ser i IKT i dag, det går fra hardware til software. Du har jo SDN og NFV, docker-containere og i det hele tatt. Når Telia og Telenor kan drive med DevOps-team, så har vi dessverre i staten slik det er rigget, så ønsker vi å gå dit, men det passer ikke inn i den statlige modellen. Så enkelt er det.</p>
26	M	TETRA er vel et kroneksempel på det.
27	I	Sikkert, at de fikk penger for å investere, og så er det ikke penger til å drive utvikling. Kun vedlikehold med patching, og den type ting.
28	M	Ja, og tiden fra man startet prosessen, til det var ferdig.
29	I	<p>Okei. Men da tror jeg at jeg har oppsummert litt av hovedpoengene mine, så skal jeg si litt om hva vi jobber om. Først om piloten vi har gjort, og hvordan vi har tenkt å sikre ting. Både på cyber attacks og fysiske angrep. Men jeg sier at tilgjengelighet jobber vi mest med, og metadatakontroll. Vi begynte med 4G-piloter med Telia og Telenor, og i stedet for å si hvordan vi skulle gjøre det, så sa vi hva vi hadde behov for. Kontroll på tale og data. Så skal jeg si litt etterhvert om, dette er altså piloter som kjøres i live-nettene til Telia og Telenor. Vi har nettopp begynt to nye piloter med dem nå. På fredag signerte vi faktisk. Til syvende og sist skal det ende med valg av partnere i rundt 2024. Da skal vi kjøre både i 5G med en eMBB slice, en defence slice lukket militært nett, og kanskje private 5G-nett as a service fra teleoperatørene. Ingen MCX, vi har selv kontroll på tjenestene våre. Vi vil ikke ha avhengigheter til spesielle dingser. Dette eksemplet, det er en Samsung pakket inn i en militær casing. Vanntett og kan brukes med hansker. Det er vår approach. Så skal jeg prate litt om pilotene som er kjørt med EU-finansiering. De er altså litt foran oss. Vi starter med 4G-pilotene. Vi har behov for å ha kontroll på tale og data. Vi blir plaget av så mye fake news, spam SMS og telefoni. Det Telia valgte å gjøre var å lage et eget SIM-kort med to partisjoner. Militær- og Telia-partisjon. Når vi går inn i MIL-partisjonen får vi annen prioritering i nettet, høyere tilgjengelighet, dataprioritering. Det er kun data vi snakker om. Vi har også noe som heter</p>

		<p>access class barring. En annen aksessklasse som gjør at vi så alle 7000 basestasjonene til Telia, pluss disse basestasjonene som du kan koble rett på internett, som har dobbelt kryptert tunnel, som fremstår som en basestasjon i telia sitt nett, orkistreres og styres som en basestasjons. Vi kunne ta de med til Kabul, og det var kun våre SIM-kort som så disse basestasjonene. Og alle de andre. Når jeg starter opp dette SIM-kortet og går inn i MIL-partisjonen, så tvangsstyres all trafikk på dedikerte pairing-linker. Her går jeg inn i MIL-partisjonen. Bang, så står det MIL her, ingenting er på internett, mobilen tvangsstyres fra basestasjonen til Telia rett inn på dedikerte fysiske fiberlinker, til Forsvarets datasentre. Har jeg behov for å få nytt OS på telefonen ute til Apple sitt datasenter i Danmark, så går jeg på Telia-partisjonen, får tilgang til Internett, kan laste ned nytt OS for eksempel. Sånn kan jeg gå frem og tilbake. Men jeg kan også forsterke deknningen med å ha egne private nett. Telenor valgte også å gjøre testing rett i live-nettet. De valgte eSIM-profiler. Da må du ha støtte i telefonen, og så er det en QR-kode du scanner. Nå enabler jeg min Forsvars-eSIM-profil. I høyre hjørne står det Forsvaret.</p>
30	M	Der er du koblet på både Forsvaret og Telenor samtidig?
31	I	<p>Ja, men det jeg sier på applikasjonsnivå, så sier telefonen at den skal kun sende all data på Forsvarsnettet hvis det er tilgjengelig. Det kan du gjøre på iPhone din. Du kan ha 10 eSIM-profiler. Jeg har fire profiler på min i dag. Grunnen til at jeg sier det, er at jeg skal komme tilbake til private nett og slice. Det er her muligheten til å gå inn i forskjellige slicer eller private nett er. Og så litt om 5G-piloten vår. Bare en liten demo-video. Hører du lyd?</p>
32	VIDEO	<p>"5G-Vinni is a European research and innovation project that is building a large-scale end-to-end 5G facility across Europe. This facility is a platform used by vertical industries such as healthcare, manufacturing, to test use cases and validate 5G KPI. In Norway, Telenor hosts the 5G-Vinni testing platform, along with Ericsson, Nokia and Huawei. Palo Alto supports on security, Keysight on testing tools, while Cisco provides the IoT data fabric. 5G base stations use new frequencies, such as mmWave which are positioned at Fornebu and across Norway. Our open multi-vendor cloud platform hosts the 5G core networks and enables easy onboarding of customer applications. We have already implemented isolated 5G networks, called slices, using both 5G standalone, and non-standalone. These slices are being used in various ways by vertical industry partners. One such partner is the Norwegian Defense. The 5G-Vinni-site in Rygge is where we host use cases for Norwegian Defense, such as gunshot detection and drone control. 5G-Vinni has provisioned a dedicated slice for the Norwegian Defense. The Rygge site consists of both seaband and mmWave 5G radios, along with satellite for backup transport connectivity. This site is also equipped with an edge data center. "We are excited to work with Telenor research in the 5G-Vinni project, as this allows us</p>

		to experiment with innovative technologies which are not available in the commercial networks like 5G standalone and network slicing." We are exploring with the Norwegian Defense how to gain instant situational awareness by applying machine learning on multiple video streams in the edge cloud."
33	I	Jeg stopper der. Okei, men det var litt om 5G-Vinni, det er altså vi henter inn 220 millioner EU-midler. Brukte ikke en krone på Forsvarets midler, vi satte det opp på Rygge militærbase, leide inn helikopter og flydde inn ting og tang. Igjen, her har ikke Nødnett gjort noe som helst. De sier at Forsvaret har så mye penger. Ja, vi har mye penger, men vi har ikke brukt ett øre på dette. Vi har hentet inn EU-midler fordi vi er medlem av EØS-avtalen. Sammen med Telenor Research da. Her nede på Rygge har vi siden 2018 testet. Vi har verdens mest avanserte 5G-base der nede, med 890 MHz frekvensspektrum. Det er ufattelig mye. Norske operatører har vel i dag 350-370 MHz. Vi har mye mer enn det. Vi har testet mm-bølge. Opp til 26 GHz, pluss en C-båndsantenne. En veldig avansert antenne. Vi har testet en edge node, edge compute. Dette er et Nokia datasenter, og du nevnte Thor 7, vi har faktisk en backhaul via Thor 7, i tillegg til doble fiber. Så, hvis Spetsnaz kapper begge fiber, fungerer det via satcom. Jammer de satcom, så har vi fortsatt en helt autonom flybase. Slicen vår, den defence slicen som vi har laget, den har en liten 3U edge her nede på Rygge, som kjører full 5G-kjerne, pluss en del tjenester som i 5G heter application functions. Skudd-deteksjonssystem, en del AI og video-analyse. Der har vi de siste to årene drevet litt testing av elektronisk krigføring, sammen med FFI, vi har drevet med norsk industri, utviklet 5G-rutere for Heimevernet, Kongsberg Thales, datarespons, og så videre, med cyberingeniør-skolen på Jørstadmoen.
34	I	Hva er egentlig en network slice? Vi har enda ikke lansert 5G SA, vi har 5G NSA, et anker i 1800 MHz-båndet. Det er der signaleringen går. Når vi får 5G SA om ca to år, vil vi få langt bedre dekning. Da vil du også kunne kjøre signalering på 700 MHz-båndet, og vi lanserer, du er sikkert kjent med DSS, som betyr at vi vil tilby 5G i alle frekvensbånd. Du vil få 5G overalt, 90 % av landarealet i Norge, sånn sett. I dag har vi bruk for roaming abroad, sosiale medier, internettaksess med 2G og 3G i utlandet for eksempel. Vår slice er bygd for et helt annet behov. Det er her slicing-teknologien kommer inn. For å dekke vårt behov satte Telenor opp en egen 5G-kjerne. Det er gjerne en 5G-kjerne fra Ericsson her, og en 5G-kjerne fra Ericsson der, og kanskje samme personal som drifter det, men en separat Docker-container med 5G core, og kanskje et felles Kubernetes-cluster. Og da fikk vi mye mer kontroll på metadata. Vi putter ingenting i det som kalles BSS, billing and support systems i mobilnettet. Så vi kaster Dev0 i søpla, de funksjonsdataene her. Vi fjerner alle kjente angrepsvektorer. Vi har ingen roaming-link mot 800 operatører, sånn som kunden her oppe har. De skal fungere i Uganda, Kina, Russland. Vi har ingen internettforbindelse. Selv om mobilen din blir infisert av virus, så får den ikke ringt hjem til Russland eller Kina. Alle mobilnettene henger jo på egen

		<p>transmisjon, de er ikke på intranettet. Vi har ingen av det vi kaller som E164, som er vanlig nummerplan i verden, +47 og disse tingene. Det er ikke telefoni her. Det er en ren data slice, uten prioritering faktisk, for det er også sagt at, har du behov for prioritering når kapasiteten blir 10-100 ganger det den er i dag? Der har jo Nødnett har vært hele tiden, at de trenger prioritering, men det kan være fordi de har tenkt litt gammeldags kanskje? Jeg er usikker på om du trenger prioritering på tale i fremtiden, når kapasiteten blir 10-100 ganger høyere. Det er lenge siden vi gikk i sperr på nyttårsaften for å si det sånn. Hvis vi får 10-100 ganger kapasiteten. Du kan supplere også med private nett, om du har behov for det. På idrettsarrangement eller sånt. Vi har fjernet all legacy support. Da mener vi 2G, 3G og 4G. Vi vil kun ha 5G SA i vår slice. Og det er på grunn av IMSI-catching-problematikk. Det å kartlegge å triangulere, finne ut hvor våre styrker befinner seg, som vi ser nå i Ukraina. Så det kommer 5G med noe som heter SUCI, Subscriber Concealed Identifier. Kort fortalt, så er IMSIen din kryptert, så du blir ikke attachet til en falsk basestasjon lenger. Det forutsetter at du har 5G SA, at du har SUCI-support på SIM og i kjernen, og at du låser telefonen til 5G SA, og ikke legacy 2G og den type ting.</p>
35	M	Det er en verifisering i 5G-nettet?
36	I	Standarden legger opp til at du skal sette opp en kryptert kanal før du sender over IMSI, og den type ting.
37	M	Med en nøkkel som er hardkodet i SIM-kortet?
38	I	<p>Ja, nettopp. Stemmer, stemmer. Det er altså vår defence network slice, som vi kaller det. Den blir etterhvert landsdekkende. Vi er i pilotnettet nå, men vi skal innen juni neste år, har vi satt et mål om at vi skal være først i landet med å få opp en defence network slice fra de kommersielle aktørene. Så får vi se om vi klarer det. Og så har jeg har litt informasjon som jeg ikke kan gå ut med, men det blir tøff kamp for å si det sånn. Og den ene ligger litt bedre enn den andre. Jeg kaller dette for strategisk 5G. Vår skivedelt og network slice i de kommersielle nettene, så kommer det en ny funksjon som heter public network integrated non-public network. Knytning av vår slice til våre private 5G-nett, med samme SIM, så kryptonøkkel som ligger på SIMen din ligger både på UDM i slicen vår, og i UDM i det private autonome nettet ute i felt. Du fikk med deg den eller? Der du har KI-nøkler i dag. Okei. Jeg er jo arkitekt. Dette er vår visjon, et nettverksbasert forsvar hvor vårt skivedelte nett, vår defence slice på strategiske 5G-nett som for eksempel det blir tilgjengelig på 10 000 basestasjoner, gir god dekning, knyttes mot våre militære skyer og dedikerte pairing linker. Vi er ikke på internett, vi er isolert fra det. Vår lukkede dataverden, vi har også egen firewall-applikasjon i vår slice. En network slice, du kan i dag gå inn og si at din Docker-container skal kjøre på en egen blade, egen network interface. Du kan også ha fysisk separasjon i datasentre. Vi har isolasjon her i</p>

		<p>dag, SDN-kontrollere og fysiske Palo Alto firewaller, mellom disse lokasjonene her. Også sa jeg det vi hadde gjort med fjerning av internett, roaming, ingen billing, ingen IMSI, ingen 2G, 3G og så videre. Og så er det også viktig for meg å si at 5G for oss er det vi kaller et svart nettverk. Sikkerheten ligger ikke i 5G-nettet i seg selv. Det vi gjør her er at vi sørger for å bli autentisert på et nett, og så har vi vårt eget kryptosystem. Dette er den nye Thor Kongsberg-radioen. Den het MRR før. Den får høygradert krypto, og et 5G-modem. Når du nøkler, så sender du ut på den ene radioboblen i Gudbrandsdalen, så kan det gå via 5G-nettet, med høygradert krypto, og ut i Østerdalen, og sette opp en annen boble der, så du er på samme radionett og bruke 5G som en bærer for høygradert trafikk. Du kan sette den ene i Kabul, og den andre i Bardufoss. De er på samme radionett, fordi de har høygradert krypto.</p>
39	M	Skal denne erstatte MRR som vi har i dag? Eller er det i tillegg?
40	I	Det er den nye MRRen.
41	M	[Fjernet]
42	I	<p>Men da kjenner du til beten som det heter, betjeningspanelet og kryptoen der og sånt. Alt dette settes nå i en ny radio som bli modulbasert, der vi får en 5G-modul og en kryptomodul. Det samme er det jo med denne multicast-ruteren som jeg viste tidligere, i PACE-konseptet. Data Respons som leverer disse multikanalrutene, TKN som det heter, taktisk kommunikasjonsnode, har 5G-modem og minip, eller sånn høygradert krypto fra Thales inn. Endesystemet gir oss graderingsnivået. Og smartmobiler, da får man ikke mer enn sikkert ugradert nivå hvis man skal være i lomma på Android eller Apple. Men det er klart, det blir mange brukere her. Heimevernet for eksempel, som skal samhandle med totalforsvaret. Og her vil sikkert også kommunikasjon med Nødnett eventuelt komme inn på en eller annen applikasjon. Men det blir ikke nødvendigvis MCX. selv om de har MCX-støtte hos sin operatør, så må de kunne samhandle med Heimevernet og Forsvaret, uten å være i samme nett. Det er viktig for oss. Det er akkurat som du har i dag, en Signal, eller Telegram, men jeg kan fortsatt ta Messenger eller whatever, og kommunisere uavhengig av nett. Man må passe på å ikke få knytningen til teleoperatøren. Det sier jeg nei til.</p>
43	I	<p>Så det var det. Her kommer det private nettet, og så skal vi se på sammenhengen mellom disse tingene. Her ser du også vår firewall. Der kan jeg styre hva som er tillatt trafikk, til Nødnett, til Apple, til Google eller whatever. Okei. Som sagt, i 2024 håper jeg å kunne kjøpe kommersielt, en network slice as a service fra en mobil nettverksoperatør, 5G SA-støtte. Og vi regner med at hvis du akkumulert alle nettene, så har vi 90% arealdekning i utgangen av 2024,</p>

		når samtlige 20,000 basestasjoner er stoppet, og DSS er satt i drift og 700 MHz-båndet er tatt i bruk. Det var den.
44	I	<p>Så over til private taktiske nett [viser slide om Fudge 5G]. Her kommer vi litt inn på dette med spørsmålet ditt, rundt gjenoppretting av kommunikasjon. Vi bygger fire sånne nett nå. Kanskje vi får hundre etterhvert. Det fine som jeg har sagt til deg, i våre piloter, så skal vi bruke samme SIM-kort på nasjonalnettet som på vår roam. Dette er en eksperimentlab i dag, fullt av spektrumanalysatorer og ting og tang. Men om bord i disse nettene har vi store, tunge batteripakker. Vi kan gå 10 timer på Lithium-strøm. Vi har Honda-aggregat med oss, vi har solcellepanel, så under gunstige forhold kan den bare stå og stå. Ikke i ekstremvær, da må vi har tilførsel av diesel. Vi har også ti timer med batteri. Ja, vi har et lite datasenter, dette er en Amazon edge, Amazon Snowball Edge, heter det. Militær rugged edge, som kjører på 5G-kjernen, fra en italiensk leverandør som heter Athonet, og masse tjenester. Vår app store da, med speed test server, gunshot detection, dronekontroll og litt forskjellig. Så har vi 100 MHz båndbredde, så vi kan tilby opp mot 1.5 Gbit/bruker/beam. 25 Gbit i bakplanet. Vi kan tilby gigantiske hastigheter. Dette er en mast som går opp til 10 meter. Vi har testet rekkevidde opp til 9 km radius fra vogna, og i tett skog ca en kilometer. I teorien kan vi programmere om det som heter numerology og tidsluker som gir opp til 32 km. men det er alltid uplink som er svakhet i mobilnettet. På modemsiden kan du ha høyere utgangseffekt på C-båndet, i 3.3 GHz-båndet. Per i dag kan du ha 23 dBm på en håndholdt mobil. Altså 250 mWatt. Mens i modemsiden kan du ha 26 dBm, 400 mWatt uplink, og ekstern antenne. Det hjelper godt på. Men altså, fullstendig autonomt, i denne boblen opptil 9 km radius kan du tilby tjenester, og veldig høye hastigheter. Disse vognene vi bygger har vi etterhvert 2-3 antenner, dekker 360 grader, dedikert spektrum, så vi slipper å planlegge det. Vi har også knyttet datasenteret i vognen til sentrale Amazon-skytjenester. Det er også litt viktig at vi har distribuert skyarkitektur. Det fungerer autonomt, men også i nettverk, man får bedre og mer robust tjeneste. Og så har vi som første i Norge, også oppe OneWeb-utstyr, som vi fikk rundt jul, som vi har bestilt fra SpaceX. Det er sånne flatpanel-antennene i bilen. Poenget er at vi har multikanalsrutere ombord i vognen, som tar inn Ice, Telenor og Telia, og satcom, så når du kjører er du i normaltlfelle flere bein i bakken mot et remote datasenter. Men blir alt kappet, så kan du fortsatt fungere autonomt i nettet ditt. Og vi har kjørt med dette i over et år. Vi var i Nord-Norge i forrige uke, på Senja i september, der vi tester interferens mot forsvarets radarsystem. Ja, så kort fortalt er vi altså i våre 5G-piloter de to første, Fudge 5G, og 5G-Vinni, 300 million EU-midler, fokusert mot det som har vært vanskelig sett med militære øyne. Dette med elektronisk krigføring. Hva kan vi gjøre for å unngå å bli oppdaget, beamforming, og hva kan vi unngå for å ikke bli slått ut, intercepted og for eksempel det med plassering av modem og beamforming for å sørge for at du må inn i loben for å</p>

		<p>slå ut kommunikasjonen. Da kan vi unngå dette med IMSI-catching. I vår slice har vi altså 5G SA og privatnett. Ingen 4G, ingen legacy, og vi har SUCI-støtte i nettet. Vi kan også unngå å bli slått ut og få bedre form for autonomi, med edge på flyplassen, og i det private nettet vårt har vi også en egen Amazon edge. Så bare for å illustrere, fra et telekom-perspektiv ønsker vi å utnytte private og offentlige nett. Med offentlige nett mener jeg den store bobla her som er vår slice i det nasjonale nettet. Når en beveger seg utenfor dekningsboblen sin, så er han always connected. Det kan være noen tjenester du kun får tak i i edgen, på grunn av graderingsnivå, men det er litt avhengig av hvordan man gjør det. Det blir et sikkerhets-issue og ruting. Fra telekom-perspektiv er du connected på et eller annet vis. Fra et tjenesteperspektiv snakker vi om en extended cloud, distribuert skyarkitektur. Vi har vært vant i dag med å få tjenester levert fra sentral sky. I 5G-Vinni-pilotene har vi orkestret Docker-containere så vi kjører opp tjenester i vår slice, i vårt tilfelle på Fornebu og på Rygge, på flyplassen der. Vi kan også kjøre det opp i edgen. Viktig at vi gjør det på cloud native-prinsippet, uavhengig av om det er Google, Amazon, Azure, eller hva det nå er. Sånn sett kan du bygge mye mer robusthet, selv om de tar ut sentrale datasentre, som vi er redde for i Ukraina. Du vil fortsatt ha tjenester tilgjengelig i mobilnettene, helt ut på flyplassen vår på Rygge, og til og med det private nettet.</p>
45	I	<p>Så spør folk meg. Hva kan man bruke 5G til? Da spør jeg heller hva man ikke kan bruke 5G til, hvis man har et programmerbart nett, som man kan programmere til sitt behov, fjerne angrepsvektorer, kjempehøy kapasitet, og 90 % arealdekning i det norske nettet. The sky is the limit, og noen sånne lavhengende frukter, for eksempel en trådløs kommandoplass. Du var i Hæren? Du vet de rigger kommandoplass, det tar tid. Vi ser nå på hvordan vi kan komme med en 5G-boble, og folk kan trådløst via modem nå koble seg opp til edgen. Kjenner du til Tyr? En sånn militær edge. Den er ganske ny. Den kom i 2018 eller noe. Det er en militær edge som tilbyr Norsis og NorBMS og slikt. Disse tjenestene kan nå distribueres trådløst på kommandoplass. Det er behov for lav RF-signatur, ikke være synlig for ter, slipper å rulle ut feltfiber, høy mobilitet. Sånn vil det kanskje se ut i fremtiden. Du har din app store, din edge med deg, kan tilby dekningsboble fra en til ni kilometer. I normalt tilfelle har du også forbindelse fra din taktiske ruter, inn til din militære sky. Eller eventuelt via denne satellitt-forbindelsen, som jeg viste på taket av bilen.</p>
46	M	<p>Akkurat dette løsningen synes jeg er superinteressant. Når jeg har jobbet med dette frem til nå har jeg kommet frem til at den mest ambisiøse og kuleste løsningen jeg har sett hittil, er noe jeg har valgt å kalle automobile basestasjoner med satellitt-backhaul, og dette er som jeg ser på din tegning akkurat det samme som du presenterer.</p>

47	I	<p>Hvis man skal si at løsningen til Nødnett. Jeg er litt usikker på, de kan ikke bare si at hei, vi skal ha tusenvis av tonnevis av dieselgeneratorer på alle basestasjoner, eller batteri. Jeg vil utfordre dem på en del ting. Kanskje heller spe på med private nett? Eller kan det tenkes at du kan fly inn en generator eller en batterikilde på disse posisjonene, med snøscooter eller beltevogn. Det å sette opp dieselgeneratorer på alle fjelltopper er et miljøproblem, og vil koste ufattelig mye. Der jeg kommer fra, så er mobilnettene blitt så viktige, for et år siden, så var det mye snø i fylkene, at basestasjonene gikk ned. Min onkel var faktisk avhengig av mobilnettet for å styre en melkemaskin. Kommunen gikk til innkjøp av mobile generatorer som plasseres ut etter behov. Det var snøfall som tok linja, det tok strømmen. Så kommunen kan selv nå kjøre ut og koble seg på fra utsiden, og gi strøm til innsiden.</p>
48	M	<p>Hvordan er beredskapen der i form av tid?</p>
49	I	<p>Det vet jeg ikke, men her tenker jeg at her finnes det gode løsninger. La oss si at man i dag har fire timer batteribackup, da må man i løpet av fire timer få ut et feltapparat som er på vakt 24/7. Jeg tror ikke det er en veldig big deal for de, si at de må, det er gjerne et fylke de har. I de aller fleste tilfeller så vil de nok ganske enkelt kunne være på den basestasjonen med for eksempel et ekstra batteri eller noen ekstra batteri. Du får modulbaserte batteri i dag som du kan hekte på. Hvis du i min batteribank, der hadde vi ekstra 10 timer med strøm. Jeg bare tenker helt, nå har vi i dag 100 KWatt batteri på en Tesla. Tenk å bare kjøre ut med batteri og plugge seg på etter behov, eller fly inn, eller kjøre inn med snøscooter eller beltevogn. Dieselgenerator er et kjempemiljøproblem. Dieseldyr i drivstoffet. Jeg vet ikke om det er svaret på alt, at du skal øke batterilevetiden på alt mulig. Det blir i hvert fall veldig dyrt.</p>
50	M	<p>Og hvis du mister transmisjonen, så er basestasjonen uansett ganske begrenset. Hvis du ikke har transmisjonsnettet, hjelper det ikke å ha en basestasjon som lever i en uke.</p>
51	I	<p>Nei, det er derfor. Nå skjer det mye interessant på backhaul på lavbanesatellitt, OneWeb og Starlink. Nå skal vi teste med begge to. Jeg skal ikke konkludere med noe som helst, annet enn av her må vi tenke ut gode samfunnsøkonomiske løsninger. Kanskje sammen med kommunene og teleoperatørene, med Forsvaret. Private nett, kan være en del av den ligningen. Det kan ihvertfall supplere og forsterke og forlenge. Nødnett, for eksempel. Bare for å ta et eksempel, jeg hørte Telia sa de har 4 timer batteribackup på en basestasjon som dekker 100 bånd. De kan programmere og kun prioritere Nødnett-trafikken. Da kan de få 28 timer med noen tastetrykk. Kutte en haug av frekvensene, radioene, ta det ned, og kun prioritere trafikk til 113 for eksempel. Eller trafikk innenfor aksessklassestyring. Kun Nødnettbrukere får benytte disse stasjonene. For eksempel, hvis noen har strøm, men de det gjaldt ble tatt ned,</p>



		at man kun har nødkommunikasjon som går gjennom der. Du får ikke surfet på internett da, for å si det sånn. Det er blokkert. Det er mange ting man kan gjøre annerledes. I Agder har du et prosjekt der bøndene fikk dobbelt så godt betalt for å hugge trær langs det som var nærme masta. Det var ofte det som tok strømmen.
52	I	Når det gjelder private nett, så er det mange som er interessert i det. Her er vogna vår, hvor du ser vi hjelper til med skihopp i Midtstubakken og vi ga trådløs kommunikasjon, med 5G-modem som var på disse kameraene, så de kunne bevege seg trådløst rundt. Her er vi på Sjusjøen. Vi sto her oppe, en kilometer unna, dekket hele skitraseen. Vi plasserte ut seks sånne HD-kameraer som hadde opptil 50 Mbit/s uplink. Pluss noen fjernstyrte kameraer, styrt fra Oslo. Vi fikk video feed inn i vogna, sånn her. Fra alle seks-åtte kameraer. Siden vi fant IP-forbindelse i en pølsebu plugget vi oss inn i ruterens net og gjorde hele produksjonen på Marienlyst. I fremtiden ser vi kanskje for oss at vi bare tar med oss trådløse kameraer, setter det ut i felt, styrer de fra Oslo, og all produksjon skjer i Oslo. Da har du 5G-nett plassert i felt.
53	I	Så hørte du kanskje problemet med radar-altimeter og 5G i USA, som stoppet arbeid med 5G langs flyplasser. Radar-altimeter er ett av tre høydemåler-systemer i fly og helikopter, går på 4.2-4.4 GHz. rett og slett en radar som skyter energi mot bakken. Refleksjonen sier litt om avstand til bakken. Vi lurte på om dette var et problem også i Norge, og kort fortalt sperret vi av Kjeller flyplass en dag. Vi skrudde av 5G-nettet på C-båndet til Telia en hel dag. 3.7-3.8 GHz. vi fikk redningshelikopter også til å komme, politihelikopter og ambulanshelikopter. Vi testet en hel dag med burst case scenario. Vi kjørte på med beamforming og high-gain. Kort fortalt sto de på flystripa med tre systemer, det var GPS-høydemåling. Det var barometrisk trykk, og det var radar-altimeter. De står på halebommen disse radarene. De sto på bakken. Så skulle vi få beskjed om å skru av eller på, bønn gass på beamen fra bak helikopteret, eller i helikopteret, så hadde vi et modem som trakk all energien, for å se om de fikk noe forskjell. Null problem, så det var veldig bra. Ihvertfall ikke med disse moderne helikoptrene, og utstyret som vi har da.
54	I	Jeg vet ikke om vi skal vise det men vi har 60-70 forskjellige use cases. Her bruker vi maskinlæring for at hver soldat blir en sensor, eller hver politimann, en skuddetkjonsapp. Kort fortalt, hvis det kommer et skudd, så vil politimann eller heimevernssoldaten se i sin app, hvor skuddet kommer fra, vinkel og avstand, og hvilken våpentype det var som skjøt. Det akustiske signalet gjøres til et grafisk bilde. Det tagges med tid og sted, lastes opp til edgen din. De hadde millionvis med skudd, trent på skudd og signatur, det blir som et fingeravtrykk. Det blir en match på hvilken våpentype. Om det var en AK-47 eller hva det var for noe. Et eksempel på maskinlæring, hvordan 5G og skytjenester henger sammen. Noe jeg ser de har fokusert litt for lite på i Nødnnett. Hva kan NGN bli?

		<p>Ikke bare tale-appen. Her var vi i Vinni-nettet på Rygge. Dette er militærflyplassen som du ser. Vår 5G-basestasjon ligger her [peker på kart]. Vi plasserte ut 20 mobiler i en svær leir. De kan lytte 2,5 km radius rundt hver mobil. Vanlig Motorola-telefoner, med SIM-kort fra vår Vinni-stasjon. Tjenesten kjører i Vinni-nettet, i vårt 5G-nett. Det er en application function som backend kjører som en tjeneste i vår slice. Putt in SIMen, du har en app på mobilen. Vi fulgte en skytter i leiren, filmen med FaceTime når han var rundt og skjøt. På 20 skudd var man nede på meteren, så den traff nøyaktig. Når han skyter, så får vi opp informasjon. Trykker jeg på den røde ringen, der skuddet falt, så får jeg opp informasjon avstand til skytter, og vinkel, og også våpentype. Igjen, hva kan Nødnett bli? Det er litt av tanken min også. Skal ikke gå gjennom alle disse, men vi har gjort mange demoer på disse tingene.</p>
55	I	<p>En annen ting som er relevant også for NGN, veldig relevant spør du meg. Etter Gjerdrum kom norsk luftambulansse til oss og sa at det var mange flotte sensorer i luften på Gjerdrum. Hvor både redningshelikopter og politihelikopter og drone med varmesøkende kamera og sånn. Problemet var at de ikke klarte å dele situasjonsforståelsen med de som var nede og gravde. De endte opp med å skrike og hoie, frem og tilbake, høyre og venstre. Men de klarte ikke å dele samme situasjonsforståelse. det de spør om da, hva kan vi gjøre med 5G, droner og maskinlæring? Kort fortalt scamblet jeg sammen vårt 5G-team og autonomi-miljøet på FFI. De bygger sånne droner med 3D-printere. Vi utstyrte dem med 5G-modem. Tre kameraer på dronene. Vi har fullstendig kontroll på software i disse dronene. Det er sånne swarming drones. Det vi gjorde da, var å fly i vår slice, fra Fornebu til Rygge, beyond-line-of-sight. De kunne stå på Fornebu og fly på Rygge. Lav forsinkelse på nettet, høy kapasitet, så vi fikk video fra drone. Operatør så ikke forskjell på om han fløy her eller der. Når du får video kan du gjøre to ting. Vi kan sende link til relevant redningspersonell med video fra dronen, hva ser du her, med også varmekamera. Alle som var på demoen på Rygge fikk opp video fra dronen. Vi har også begynt nå å deploye maskinlæring. Hva ser man på videoen? Er det et menneske? Allerede i dag gjør de oppslag på nummerskilt og masse ting. Du kan tenke deg i NGN at et ran for eksempel, en bank, og du kommer ut med drone. Du kan rykke ut mye raskere med drone enn et helikopter. Du gjør oppslag på register, ser hvem som har rulleblad eller er interessante. Det kan du gjøre allerede når du kommer dit. Eller du kan fly til Utøya, ta av fra en sånn drone-in-a-box-løsning som du får kjøpt i dag, hvor du har en hangar, en IP68-hangar, som du lander på. Trykk på knappen så rykker du ut, full fart, 10 minutter fra Sandvika til Utøya. Med videokamera, leverer videostrøm til alle som står på Utvik og venter. Man ser at det bare er en skytter, og kan til og med gi beskjed om at han kan taes ut. Kunne sikkert reddet mange der, eller på Gjerdrum for den saks skyld. Det er laget en video som viser noe av dette mulighetsrommet. Dette er en 5G-SA-drone, som kan styres både via manuell kontroll, og via 5G-nettet</p>

		beyond-line-of-sight. Vi leverer også video fra dronen, til alle som er på testen der nede, 40 stykker. Pluss vi har backhaul på vogna som blir levert også til satcom eller hva det var, til NRK sitt kontrollrom på Marienlyst og politiets kontrollrom på Jaren.
56	I	[Viser video om drone-demo]
57	I	Vi var på Cold Response, som er i ferd med å avsluttes nå faktisk. Da finn Heimevernet oppdrag om å overvåke Borg havn. Her er Borg havn [peker på kart]. Her ligger HV sitt hovedkvarter. Ganske stor havn. Her nede sto vi med 5G-nettet og foret masse sensorer, og effekter via 5G-nettet vårt. Vi knyttet opp 5G-modem til optiske og termiske sensorer, til Squarehead sine drone-deteksjonssystemer. Triangula sitt gunshot detection system, til anti-dronesystem, som skulle ta ned droner ved å brenne elektronikken. Så det var, igjen brukte vi rett og slett 5G for å knytte sammen alle sensoreffekter. Så ser vi på neste generasjon kamp-øvingssenter. Hvordan vår slice kan støtte SAAB-systemet på Rena. de ønsker å øve og trene i hele landet. Da er IoT og denne spillsimulatoren koblet til med SIM-kort til vår slice, og i fremtiden vår militære sky, der du kan se på dette med AR og VR, og gassromstrening, og stridsdommere som slipper å gå rundt i teigen. Disse har posisjons- og skytedata.
58	I	Jeg hopper litt videre. Vi vil se skya, de finnes jo. Direkte pairing-linker til 5G-slicen vår. Vi kan altså robustifisere og forsterke strategisk viktige områder, som jeg viste nede på Rygge. Ikke minst med private nett ute i feltet, for å garantere dekning. Forsterke og forlenge. Vi bruker samme SIM for å autentisere inn i boblen. Vi er også blitt kåret til den mest avanserte 5G-piloten i Europa av NATO. Det kom en rapport i høst. Av NATO sitt cybersecurity-senter. Vi har også fått, i Mobile World Congress i Barcelona vant vi en pris for "best network software breakthrough", der vi demonstrerte IMSI-catcher-mitigering sammen med Telenor Research og andre partnere.
59	I	Så det var det. Da tipper jeg du fikk mange svar, Marius.
60	M	Virkelig! Dette var superinteressant.
61	I	Jeg har vært negativ til Nødnett på enkelte områder, bare for å oppsummere det litt også. Jeg er ikke tilhenger av en vendor-lock-in. For det første, vi vil nok være veldig skeptiske til å utelukkende basere oss på ett mobilnett. Vi er ikke interessert i nasjonal roaming, vi har flere SIM-profiler som gjør at vi kan benytte flere nett. Det er en del svakheter i nasjonal roaming også. Hjemmenettet ditt må alltid være oppe for å bruke nasjonal roaming. Hvis din HSS er nede i 4G, så fungerer ikke heller nabonettet. Mens det vi gjør her, er at vi kjører opp flere profiler. eSIM eller fysisk profil. Så er vi i en heldig situasjon i Forsvaret at vi skal ikke legge ned våre robuste radioer eller satellitt. Vi har nok litt mer utstyr, så

		<p>aldri legge alle egg i en kurv. PACE-konseptet er viktig for oss. Det er viktig for meg å få frem denne modellen her, at vi skal sette ut det andre er flinkere på enn oss, men vi vil selv ha kontrollen på utvikling av tjenestene og kryptobiten, den har vi all kontroll på. Konfidensialitet, integritet ivaretar vi med eget utstyr. Det vi gjør på 5G-siden er kontroll på metadata, posisjonsdata blant annet. Og bedre tilgjengelighet. For eksempel i form av private nett. Vi vil ha operatørene på tå hev. I og med at vi ikke devierer fra vanlig standard, ikke krever noe multicast-broadcast eller 8 timer batteribackup eller tjo og hei, så er det mye enklere å ta oss ombord som kunde. Alle vil ha oss som kunde. Det er risiko også med Nødnett, men jeg er mer usikker på forretningsmodellen der, og hva vil dette koste, og hvordan skal du unngå denne konkurransenedbrytingen i samfunnet. Vi skal sette ut disse tingene, og kanskje også private-5G-as-a-service, der operatørene tar hånd om softwareoppdateringer, på 5G-kjernen, mens vi har vår egen edge, den militære edgen. Den styrer vi da. Så ja, det var vel stort sett det. Vi skal gjøre tjenestekjøp av denne slicen. Vi har også behov for denne her. Her har nok politiet litt større problem. Vi kan lukke oss helt inne i en militær slice. Vi har ikke behov for å ringe til noen. Ren data-slice. Mens politi skal ringe pårørende, og helse skal ringe til pårørende, og brann skal ringe. Så de kan nok ikke ha helt den separasjonen som vi ønsker, kanskje. Har du noen spørsmål?</p>
62	M	Litt angående den løsningen dere har med hva dere kalte det, multiruter?
63	I	Multikanalsruter.
64	M	Ja, i forhold til det å skulle raskt reagerer på et dekningsutfall under ekstremvær for å skaffe lokal dekning på et skadested. Vil det være mulig, i dag eller i overskuelig fremtiden å få en sånn løsning integrert i et sett med utrykningskjøretøy, på en brannbil, politibil?
65	I	De har jo det i dag. Forsvaret har jo i dag flere tusen sånne løsninger. Også i dag har også politiet og helse Peplink, eller Goodmill. Jeg er ikke sikker på hvilket produkt de har. De hadde jo det i to moduser. For det første, det de i all hovedsak gjør. De har bonding og bundling. Bonding, da kan du i teorien sette opp en VPN, og så kan du bruke edge hos Ice, 4G hos Telia og 5G hos Telenor, så setter du sammen i en VPN-konsentrator, og når du bare kjører, så får du kanskje litt forskjellige båndbredder, men du har alltid kanskje opptil tre bein å stå på. Har du satelitt i tillegg, ja, da har du en bonding-funksjonalitet. Men du er avhengig av en VPN-konsentrator i midten som setter sammen pakkene. Det er også interessant for oss, med tanke på trafikk mønster, og at ikke hvem, hvor, hvilken trafikk går hvor? I og med at de går forskjellige veier er det vanskelig å se i nettet til Ice hva som skjer. Men de fleste bruker nok bundling, så du har en og en kanal. Faller en ned, så kobler du automatisk over til de andre. Det kommer litt an på applikasjonen din, hvor rask og bra den er. Men de fleste

		<p>applikasjoner vil håndtere en sånn. Her er det stor vitenskap rundt hvordan du har flere bein i bakken, og hvordan dette faktisk fungerer. Vi skal teste med norske Celerway på disse tingene. Vi har testet med Goodmill Systems, og vi skal også teste med Peplink. Disse tingene fungerer, skal ombord i vår vogn, den kan vi kjøre rundt i vår vogn. Den kan stå på hele tiden, vi har egne frekvenser. Vi kommer opp til en plass hvor det har vært utfall. Vi skal også bygge opp så vi kan koble på helikopter. Modulbasert, så vi kan ta med utstyret på båt eller helikopter, plassere det der vi måtte ønske. Vi skal teste også droner, tjora droner, tethered drone, som gjør at du bare i stedet for en mast, har en power ethernet som forer droner, som drar den opp 50-100 meter. Da får du dekket et mye større område. Det er ting vi ser på.</p>
66	I	<p>Jeg skal se litt på spørsmålene dine, se om jeg fikk med meg alt. Hvor står påvirkning vil ekstremvær ha på overlevelsessevnen til et 5G-basert Nødnett. Hva skal jeg svare på det. Det er jo lurt å tenke to tanker. Nummer en, vi bør robustifisere mobilnettene generelt, og ha spesiell fokus på strøm kanskje, og transmisjon, og der synes jeg mye ligger allerede i forsterket ekom-programmet til Nkom. så få vi se om det er behov for mer nødstrøm. Eller kan vi finne andre gode løsninger for det? For eksempel, det er kommet mye lithium-teknologi, ting blir mobilt. Kan vi gjøre ting på intelligens, koble ned ting, så vi plutselig har 28 timers backup? Det sa Telia at de kan programmere inn. Der tenker jeg at her kan vi gjøre mye smart i Norge. Den andre er at hvis vi supplerer med private nett, som enkelt kan flys inn, så er det noe som bør sees på, som et samarbeid mellom teleoperatører og Nødnett, for eksempel. Typ Fudge. De kan enkelt sette opp sånne vogner. De har hatt, ja. Så er det alltid sikkerhetsissues da. Du kan si, det som er spesielt med oss, i og med at vi har egen slice, så har vi bare våre 20 000 profiler i vår UDM. det er vi som er ansvarlige for å sikre disse Ki-nøklene i UDM. mobiloperatørene er ikke så glad i å legge ut 3 millioner SIM-profiler i kanten av nettet, som er litt mindre beskyttet, kanskje. Også er det sånn at til og med for nødnummer kan du ringe uten å autentisere. Du trenger ikke autentiseringsmekanismer. Da kan du til og med, uavhengig av operatører, til og med uten SIM-kort. Man kan ta kun nødtrafikk, og alle kan benytte seg av det. Det er sånn du kan typisk løse det. Jeg tror det blir svaret på den der. Selvfølgelig at det blir mer og mer ekstremt vær. Å tenke to tanker, både robustifisering av eksisterende, men også i form av for eksempel private nett. Gode løsninger på strøm, da. Her tenker jeg at det er mange ting som man bør se nærmere på. Rydding av traseer, premiering av det. Preventivt.</p>
67	I	<p>Hvordan kan oppdragskritisk kommunikasjon bli gjenopprettet dersom en katastrofe forårsaker dekningsutfall i Nødnett, og på hvilke måter forbedrer dette nødnetts evne til å gjennomføre -. Ja har jeg ikke egentlig svart på det også?</p>

68	M	Der har du svart veldig godt mener jeg. Det var jo dette jeg var veldig interessert i å prate med deg om. For å se på alle disse prosjektene dere har gående.
69	I	Og dersom alternativ kommunikasjon må gjenopprettes, hva er minimumskrav til nødetatene. Det er litt mer nødetsatsesifikt. Ja.
70	M	Jeg satt opp en rekke punkter som jeg ønsket å få besvart i løpet av praten, og her har jeg egentlig bare huket av underveis. Der har jeg ingenting å utsette!
71	I	Du har fått svar på alt da?
72	M	Jeg har fått svar på det aller meste som jeg har satt opp! Det var da mye angående, altså premisset er jo at basestasjonen i seg selv ikke fungerer optimalt. Enten at det er tomt for strøm, eller at de fortsatt har reservestrøm, men transmisjonsnettene fungerer ikke. Så du har ikke forbindelse med andre basestasjoner eller kjernenettet. Da har du jo IOPS i 4G i dag, ikke enda påbegynt for 5G, jeg vet ikke om det kommer.
73	I	Heter det ikke private nett da, eller hva, Isolated Operation for Public Safety.
74	M	Rett og slett autonome basestasjoner.
75	I	Jeg tenker at svaret kan ligge en plass i at nå får vi mange spennende, i form av en eller annen, for eksempel på transmisjonsløsninger tester vi ut lavbanesatellitter. Det kan bli en game changer hvis ting faller ut. Eller, når tenker jeg bare høyt. Hvis man har en type beredskap i hver kommune, teleoperatører har felter på sitt. Da har man både en generator tilgjengelig, og en satellitt-forbindelse som gjør at du enkelt -. Ta Vassenden for eksempel, da det var ras der oppe. Det tok lang tid å skjote fiberen. De satellitt-forbindelsene vi har testet kan klare opptil 32 Mbps. på tale så er det gigantisk mye. Du kan jo bare nekte dem internett-trafikk, og si at det er kun tale-trafikk. Du kan også si at det er kun nødtrafikk som går der. Dette utstyret her er veldig transportabelt og lett. Du kan til og med tenke deg at det er montert på snøscooter eller beltevogn, eller kjøretøy forøvrigt. Både generator og dette. Du kjører inn og mater disse tingene, via en eller annen farkost. Kanskje. Jeg tenker litt at i plassen for å bruke masse penger på å, kanskje milliardvis av kroner, på å robustifisere hvert enkelt punkt, så kanskje heller møtes på halvveien og sier at vi gjør en del fornuftige ting med rydding av strømgater, trær, og så har vi en eller annen løsning for, en logikk for å kjøre ned annen viktig trafikk når vi går på nødstrøm. Som gjør at vi kun slipper gjennom nødtrafikk, i kombinasjon med noe som er mobilt og kan plasseres ut. Kanskje.
76	M	Slik jeg har forstått det, når har jeg pratet med representanter fra alle nødetatene egentlig, og til tross for alt potensialet 5G kommer med, så er det det å kunne prate lokalt mellom etater, og om det så bare er en forbindelse fra

		KO tilbake til operasjonssentral og oppdatere, og få gitt noe beskjed, så har man kommet veldig langt. Der skjønner jeg at det er veldig mye på gang, og mye løsninger som er mulige. Jeg tror satellitt blir en ganske viktig brikke der.
77	I	Kan fort bli det altså. Jeg tenker at dette med satellitt. Nå har du sett med krigen i Ukraina hvor viktig det kan bli. Russland klarer ikke å jamme det ut, for det er en veldig smal lobe på satellitter, og du må inn i loben for å ta det ut. Mens geosatellitter blir tatt ut, de blir jammet. Hvorfor skal ikke for eksempel kommune-Norge i fremtiden ha en sånn type beredskap, satellittkommunikasjon. Både på strøm og på kommunikasjon. Jeg tenker at hver kommune, hvor ansvaret skal ligge vil jeg ikke si, men jeg vil tippe at ihvertfall bør være kommuner som har den type kommunikasjon, i tillegg til mobilkommunikasjon. Og kanskje også basestasjonene. De koster ikke allverden disse greiene. Vi betaler 5000 for start-kit pluss 100 dollar i verden, for SpaceX-abonnement. Det er klart, om du har det på noen, og kanskje de var mobile i tillegg.
78	M	Jeg har sett for meg at et utvalg av utrykningskjøretøyene har det, så man har mulighet til å ta med seg nettverket dit man skal. Da har du også mulighet til å potensielt få 100% arealdekning, i stedetfor å bare ha de 86-90% man har nå.
79	I	Du vet også, nå er det mye snakk om det. Jeg kunne snakket mye om dette med kommunikasjon direkte til satellitt. Jeg har spådd at en eller annen gang etter 2025 så vil den første operatøren i verden kunne tilby roaming fra satellitt, akkurat som du i dag kan roame om bord på en båt. Så skjer det veldig mye spennende med lavbanesatellitter, og konstellasjoner. Du vet at OneWeb, det er et rent 4G-nett fra Nokia. Nokia eNodeB i London, hvor man har 4G-core, EPC.
80	M	De er koblet til basestasjon, og fra basestasjon til terminal?
81	I	Det er et rent Nokia-nett. Man bare putter inn noe satellittutstyr. OneWeb er et Nokia 4G-RAN, og 4G core. Men på sikt jobbes det mye med at du skal, når du er utenfor landbasert dekning, så skal du kunne, i teorien, roame med utstyr med satellitter. Så er det litt sånn med antennestørrelse og linkbudsjett. Vi lærte for en stund siden at man må ha omtrent 25 cm antenne for å få det til, eller så må satellittene være veldig store. De går veldig lavt disse satellittene. Det blir mange tusen av dem. Så det er klart. Men selv om de ikke får det til fra mobilen, kanskje du har en jack du må sette den i, som du har i dag.
82	M	Eller om du har en gateway som kan ta i mot og videreføre. Et slags rele.
83	I	Problemet har vært størrelse på antenne og strøm. Tenk deg i dag, veldig mange modem har ekstern strøm. Og mulighet for større antenne. På satellitt-siden, ikke bare for backhaul, men kanskje direkte UE-kommunikasjon for kjøretøy for eksempel. Også en mulighet som en bør se nærmere på

		etterhvert, som gjør at vi kan lansere langt billigere Nødnett-tjenester. Hvis ting faller ut, da kan vi hekte oss på satellitt kanskje. Noe mer forsinkelse på talegruppen, men then-be-it, du får ihvertfall gjennomført en samtale.
84	M	Dette er veldig interessant!
85	I	Nå er du ferdig med stoffet, og vil bearbeide det, men du er ferdig med meg?
86	M	Yes, nå vil jeg transkribere hele samtalen.
87	I	Ja men det går sikkert fint. Du får ha masse lykke til da!
88	M	Tusen takk!



