

Martin Keng He

Usikkerhetens innvirkning på håndtering av naturfarer

En kvalitativ casestudie av skredvarsling i Norge

Masteroppgave i Helse, miljø og sikkerhet

Veileder: Eirik Albrechtsen

Medveileder: Martin Indreiten

Juni 2021

Martin Keng He

Usikkerhetens innvirkning på håndtering av naturfarer

En kvalitativ casestudie av skredvarsling i Norge

Masteroppgave i Helse, miljø og sikkerhet

Veileder: Eirik Albrechtsen

Medveileder: Martin Indreiten

Juni 2021

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet

Fakultet for økonomi

Institutt for industriell økonomi og teknologiledelse



NTNU

Kunnskap for en bedre verden

Forord

Denne masteroppgaven markerer slutten på min tid som student ved NTNU Trondheim. Først og fremst ønsker jeg å takke min veileder Professor Eirik Albrechtsen for gode veiledningstimer og motivasjon under masteroppgaven. Takk til Martin Indreiten, min medveileder fra UNIS som har svart på faglige spørsmål og vist meg rundt i Longyearbyen. Jeg ønsker også å takke Elisabeth Aasland Moen som har tatt meg imot med åpne armer når jeg var i Longyearbyen.

Jeg ønsker å takke alle intervjuobjekter både fra fastlandet og Svalbard for at dere stilte opp til intervju. Uten dere har ikke masteroppgaven vært mulig.

Til slutt en takk til medstudenter, venner og familie for motivasjon og støtte under dette semesteret.

11. juni 2021

Gløshaugen - Trondheim

Sammendrag

Nyere klimaforskning indikerer en økt forekomst av naturfarer som følge av vær- og temperaturendringer. Med økende befolkningsvekst og infrastrukturutvikling vil sårbarheten mot naturfarer øke tilsvarende.

Klimaendringer kan i flere kontekster beskrives som en påvirkende faktor til usikkerhet i flere av samfunnets sektorer. I risikostyring kan usikkerhet defineres som et svakt kunnskapsgrunnlag, hvor det er vanskelig å kartlegge sannsynligheten for en uønsket hendelse og tilhørende konsekvens. I risikoforskning har man derfor stilt spørsmålet om å tallfeste risiko, ettersom det er relativt få ting som kan gjenspeiles fullstendig av sannsynlighet og matematikk. Det er dessuten stor forskjell i kunnskapsstyrke på ulike områder. Man stiller derfor spørsmålet om den todimensjonale definisjonen av risiko er tilstrekkelig. Denne oppgaven tar utgangspunkt i kunnskapsstyrke som en tredje faktor i risikobegrepet.

Studieobjektet i denne oppgaven er varsling av skredfare. Varsling kan betegnes som en risikostyringsprosess som består av datainnsamling, tolkning og beslutningstaking. Formålet med oppgaven er å få innsikt i hva usikkerhet er-, og hvordan det kan identifiseres og håndteres i risikostyring. Bruk av nye teknologier/instrumentering for å håndtere usikkerhet var også et gjennomgående tema i oppgaven. Empirien i oppgaven er basert på kvalitative semistrukturerte intervjuer.

Informantutvalget bestod av 14 intervjuobjekter som var tilknyttet ulike varslingssystem i Svalbard og i fastlandet. Kilder til usikkerhet og usikkerhetshåndtering ble studert inngående. Intervjuobjektene ble delt inn i deres respektive roller i varslingen. Disse er observatør, varsler og beslutningstaker. De øvrige informantene var tilknyttet fire forskjellige varslingssystem, der alle var i forskjellige faser. To av disse er relativt godt etablerte varslingssystem, mens de resterende to, er relativt nye og er fortsatt i tidlig test fase.

Empiriske funn ble delt inn i relevante kategorier og analysert. Resultatet indikerer at usikkerhet i et varslingssystem er sammensatt og hvert varslingsledd vil være preget av forskjellige typer usikkerhet. Usikkerhet i tidlig i prosessen vil forgrene seg videre i systemet dersom det ikke blir identifisert og håndtert.

Kilder til usikkerhet i risikostyring kan beskrives som ufullkommen informasjon i form av manglende kunnskap og kompetanse, i tillegg til manglende eller upresise modeller og inputparametere. Kommunikasjon og risikopersepsjon vil påvirke kvaliteten av en risikostyringsprosess og hvorvidt usikkerhet fanges opp.

For å identifisere og håndtere usikkerhet i risikostyring er det viktig med vedvarende fokus på usikkerhet i organisasjonen. Til dette formålet må usikkerhet eller kunnskapsgrunnlag operasjonaliseres slik at det dannes en felles forståelse for usikkerhet blant aktørene. Resultatet indikerer at informasjon fra flere kilder, kvalitetssikring, taus kunnskap erfaringsstilbakeføring er viktige faktorer for å håndtere epistemisk usikkerhet.

Digital datainnsamling og bruk av instrumentering i kombinasjon med lokal- og ekspertkunnskap kan bidra til mer presise varsler, og dermed bedre beslutninger. Det er derimot en forutsetning av teknologien er godt testet i ulike forhold og at man forstår hvordan instrumentene fungerer i sin helhet.

Abstract

Recent climate research indicates an increased occurrence of natural hazards resulting from weather and temperature fluctuations. With increasing population growth and infrastructure development, the vulnerability to natural hazards will increase correspondingly.

Climate change can in several contexts be described as an influencing factor to uncertainty in different sectors. In risk management, uncertainty can be defined as weak knowledge foundation, where it is difficult to analyse the probability of a hazardous event and the associated consequences. Recent risk studies have therefore asked the question whether to quantify risk using probability and mathematics, since relative few things in this world can be completely described by numbers and probability alone.

There is also a big difference in knowledge strength in different areas. The question is whether the two-dimensional definition of risk is sufficient. This thesis implements the strength of knowledge as a third factor in risk in addition to the probability and consequence.

The study object in this thesis is warning systems for natural hazards. Warning of natural hazards can be described as a risk management process that consists of data collection, interpretation and decision-making. The purpose of the thesis is to gain insight into what uncertainty is, and how to identify and handle it in the context of risk management. The use of new technologies / instrumentation to deal with uncertainty was also a recurring theme in the thesis.

The empirical data in the thesis is based on qualitative semi-structured interviews. The selections of informants consisted of 14 interview with subjects who was associated with various warning systems in Svalbard and on the mainland. Sources of uncertainty and uncertainty management were studied in detail. The interviewees were divided into their respective roles in the warnings system, including observers, interpreter and decision makers. The informants were associated with four different warning systems, each in different phases. Two of these are strong well-established, while the remaining ones are relatively new and are still in the early test phase.

Empirical findings were divided into relevant categories and analyzed. The results indicates that uncertainty in a warning system is complex and each warning link is characterised by different types of uncertainty. Uncertainty early in the process will branch out further in the system if it's not identified and managed.

Sources of uncertainty in risk management can be described as lack of information caused by weak knowledge foundation and lack of competence, in addition to lack of- or imprecise models and input parameters. Moreover, communication and risk perception will affect the quality of the risk management process, and whether uncertainty is identified in the warning process.

In order to identify and manage uncertainty in risk management, it is important to have a sustained focus on uncertainty in the organisation. For this purpose, uncertainty or knowledge foundation must be operationalised so that a collective understanding of uncertainty is formed among the actors in a warning system. The result indicates that information from several sources, quality assurance, tacit knowledge and experience feedback is important factors for managing epistemic uncertainty.

Digital data collection and the use of instrumentation in combination with local and expert knowledge can contribute to more precise warnings, and thus better decision-making. A prerequisite is that the technology is well tested in various conditions and that one understands how the instruments work in their entirety.

Innholdsfortegnelse

Forord	i
Sammendrag	ii
Abstract	iii
Figurer	vi
Tabeller	vii
1 Innledning	1
1.1 Formål	2
1.2 Problemstilling og forskningsspørsmål	2
1.3 Oppgavens avgrensninger	3
1.4 Oppgavens struktur	4
2 Bakgrunn	5
2.1 Klimaendringer som en kilde i usikkerhet	5
2.2 Naturfarer og systemisk risiko	5
2.3 Varsling av skredfare	7
2.4 Overordnet rammeverk for varsling av naturfarer	9
2.5 Konseptuell modell for skredvarsling	9
2.6 Risikobildet i Longyearbyen	10
2.7 Risikobilde i Nordkapp og KlimaDigital prosjektet	12
3 Teoretisk grunnlag	13
3.1 Ulike definisjoner av risiko	13
3.2 Risikostyring og risikovurdering	13
3.3 Usikkerhet	15
3.4 Kilder til usikkerhet	16
3.5 Operasjonalisering av kunnskapsgrunnlag	18
3.6 Sikkerhet-informasjonssystemet	20
3.7 Turners Informasjonsperspektiv	22
3.8 Beslutningstaking og beslutningsteori	23
4 Metode	27
4.1 Tidligere litteraturstudie	27
4.2 Forskningsdesign	27
4.3 Utvalgsstrategi	29
4.4 Kvalitative intervjuer	29
4.5 Nøytralitet og sensitivitet	31
4.6 Gjennomføring av intervjuer	31
4.7 Validitet	32
4.8 Reliabilitet	32
4.9 Ethiske betraktninger	33
4.10 Analyse av data	33
5 Resultat	36
5.1 Vær og vind	36
5.2 Kilder til usikkerhet	36

5.3	Risikopersepsjon	43
5.4	Kommunikasjon	43
5.5	Instrumentering i varsling	45
5.6	Erfaringstilbakeføring	46
5.7	Kvalitetssikring	47
5.8	Operasjonalisering	48
5.9	Forbedringer	48
6	Diskusjon	50
6.1	Komparativt perspektiv mellom caset i Longyearbyen og casene på fastlandet .	50
6.2	Hvorfor er usikkerhet relevant i risikostyring?	51
6.3	Hvordan kan usikkerhet i risikostyring identifiseres og håndteres?	54
6.4	Instrumenteringens innvirkning på beslutningstaking og usikkerhet	60
7	Konklusjon	61
7.1	Videre arbeid	62
	Referanser	63
	Vedlegg	67
A1	Prosessmodell	67
A2	FHI risikovurdering	68
A3	Operasjonalisering og kommunikasjon av usikkerhet	69
A4	Infoskriv	70
A5	Intervjuguide	72

Figurliste

1.1	Ulike tiltak mot skredfare	3
1.2	Oppgavens struktur	4
2.1	Illustrasjon av systemisk risiko	7
2.2	Regional flom- og jordskredvarsling	8
2.3	Konseptuell modell snøskredvarsling	10
2.4	Aktører i lokalvarsling	11
3.1	Illustrasjon av risikobegrepet	14
3.2	Kilder til usikkerhet	16
3.3	Kontinuerlige matriser	19
3.4	Risikomatriser med kunnskapsgrunnlag som en tredje dimensjon	20
3.5	Sikkerhet-informasjonssystem	21
3.6	Informasjonsperspektivet	22
3.7	Bounded rationality	23
3.8	Nøkkelprinsipper i Risiko-informert beslutningstaking	24
4.1	Forskningsmetode og oppbygning	28
4.2	Kategorier i analysen	35
6.1	Usikkerhetsmomenter i varsling av naturfarer	51
6.2	Risikostyring og leddene i varslingssystemet	54
6.3	Usikkerhet og Bounded rationality	55
6.4	Sikkerhet-informasjonssystem og usikkerhetshåndtering	57

Tabelliste

1.1	Katastrofetyper	3
2.1	Kategorisering av naturfarer	6
3.1	Operasjonalisering av kunnskapsstyrke	18
3.2	Sensitivitet i usikkerhet	19
3.3	Beslutningstaker naturfarer	25
4.1	Litteratursøk	27
4.2	Roller i rammeverk for varsling	29
5.1	Klassifisering av intervjuobjekter	36

1 Innledning

I de senere årene har det vært økt fokus på usikkerhet i risikofaget (Aven og Zio, 2014; Aven, 2017). Formålet med risikostyring er å forutse uønskede hendelser og implementere tiltak for å redusere risikoen. I realiteten vil det være svært vanskelig ettersom vi har begrenset informasjon om hendelsene vil inntreffe og alvorlighetsgraden hvis det skulle skje (Aven, 2017). Det kan sies at det moderne risikosamfunnet har ført til en sterkere kobling mellom fysiske, sosiale og økonomiske risiko. Dette resulterer at risiko er blitt mer usikker, kompleks og tvetydig. Teknologiske fremskritt og økt globalisering har ført til at verden har blitt mer knyttet sammen enn noen gang. Et resultat av denne tette sammenknytningen er at farekilden og konsekvensene ikke trenger å være det samme. Det nye synet av risiko stiller seg kritisk til å tallfeste risiko ettersom man ikke kan forutse fremtidige hendelser helt eksakt (Engen et al., 2016). Et godt eksempel på global risiko er klimaendringer. Global oppvarming og klimaendringer er en kryptende krise som har enn innvirkning på alle levende vesener i biosfæren. Det har medført utallige forskjellige effekter, som oppstår ved forskjellige tidspunkt med varierende grad av alvorlighet. Det har blant annet ført til varmere somre, nedsenkede øyer og nedgang i biologisk mangfold (Boin et al., 2020). Verden blir på en måte mer usikker på grunn av unormale vær og temperaturforhold som oppstår. De nyere klimatrendene har ført til at det norske samfunnet har vært vitne til eksempelvis utfordringer. En av dem er hyppigere forekomst av geologiske naturfarer som eksempelvis jordskred, snøskred og flom. Tidligere klimaforskning indikerer en økning i nedbør, snøsmelte og temperaturendringer. Disse er alle påvirkende faktorer i naturfarer (Norsk Klimaservicesenter, 2017). For snøskred vil dannelsen av vedvarende svake lag som følge av temperaturendringer og økt belastning på snødekket være kritisk. For sørpeskred vil snøsmelte og opplagring av nedbør være en påvirkende årsak. For flom og jordskred derimot vil styrtregn være en sentral årsak til begge deler. Samtidig som klimaendringene fortsetter forventes det at den norske befolkningen vil fortsette å vokse, med befolkningsvekst kommer naturligvis større mengder infrastruktur til å være sårbar mot disse naturfarer. Dette betyr at det fremtidige risikobildet i forhold til naturfarer blir mer komplekst og usikkert. Disse utfordringene øker behovet for kunnskapsgrunnlag om klimaendringens innvirkning på det norske samfunnet og ikke minst interaksjonen mellom ulike typer risiko (Cicero, 2018). Det destruktive potensialet til naturfarer kan gjenspeiles i flere hendelser både på fastlandet og på Svalbard.

Snøskredet Lørdag 19. desember 2015 gikk i Lia i Longyearbyen, skyldtes ekstreme værforhold som aldri har blitt observert tidligere. Store vindhastigheter er vanlig på øya, men ikke i kombinasjon med store mengder nedbør. I denne årstiden er det polarnatt i øya. Det var dermed vanskelig å danne et fullstendig oversiktsbilde over forholdene. Dagen før skredet ble det dannet ekstremt mye fokksnø på lesiden av fjellet Sukkertoppen. Den økte belastning på snødekket og dannelsen av vedvarende svake lag var den sentrale årsaken for at skredet ble utløst. Tross de ekstreme værforholdene ble det ikke innført noen tiltak mot den økende skredfaren. Konsekvensene av skredet var to menneskeliv og elleve hus ble totalvraket (DSB, 2016).

Tirsdag 21. februar 2017 gikk det et nytt snøskred i Lia. Denne gangen gikk skredet fra toppen av Sukkertoppen. I forkant av skredet ble det gjort en vurdering om evakuering. Den lokale vurderingen konkluderte med at utløpslengden ikke var stor nok til å nå bebyggelse, og ingen av boerne var derfor evakuert. Det lokale varslet tok ikke hensyn til at skred på toppen av fjellet var et mulig scenario. Deler av skredmassene stoppet på en mindre terrasse i fjellsiden. Snøen som fortsatte nedover var utgangspunktet til et nytt skred som traff bebyggelse. Et hus med tre boenheter ble totalvraket. Skredet slagtrykk var så kraftig at huset ble delt i to. Ingen mennesker ble skadet under skredhendelsen (Landrø et al., 2017).

Året før denne masteroppgaven skulle leveres skjedde den mest alvorlige skredulykken i nyere tid. Kvikkleireskredet Onsdag 30. desember 2020 i Ask, i Gjerdrum kommune, gikk dels i et boligfelt der minst 9 boligbygg med 31 boenheter ble tatt av skredet. I etterkant av skredet var flere personer skadet, ti personer var bekreftet omkommet etter en intensiv redningsarbeid. Per dags dato er ikke granskningsrapporten til skredet publisert. Ifølge NVE eksisterer det to hovedårsaker for at kvikkleireskred blir utløst. Den første er naturlige årsaker som erosjon. Den andre er menneskelige inngrep som utgravinger i bunn av skrånninger, utfylling på toppen av skrånninger eller andre terrengbelastende aktiviteter som kan redusere skråningsstabiliteten (Norges vassdrags- og energidirektorat, 2021).

1.1 Formål

Som nevnt i innledningen er klimaendringer en kilde til økt forekomst av naturfarer. Det er et stort kunnskapsbehov som må fylles for å gjøre det norske samfunnet beredt på konsekvenser dette kan medføre. Dette manglende kunnskapsbehov kan i denne kontekst defineres som usikkerhet. Dette henger sammen med at vi ikke har fullkommen informasjon om hvilken konsekvenser klimaendringer vil medføre i et lengre tidsperspektiv. Kunnskap og usikkerhet kan dermed anses som to antonymer. For å fylle det overnevnte kunnskapsgrunnlaget er første steg å finne ut hva usikkerhet egentlig betyr og hvorfor det er relevant for risikostyring. Hensikten med oppgaven er derfor å få dypere innsikt i kilder til usikkerhet, hvordan det kan identifiseres og hvordan det kan håndteres i risikostyring. Til dette formålet vil oppgaven fokusere på varsling av naturfarer. Dagens varslingsystem gir et godt overblikk over hvordan risiko relatert til naturfarer kan håndteres i et kortere tidsperspektiv. Her vil det være relevant se på forskjellige aktører innenfor varsling og deres formeninger om usikkerhet.

1.2 Problemstilling og forskningsspørsmål

Problemstillingen for denne masteroppgaven er «Hvilke usikkerhetsmomenter eksisterer i ulike deler av skredvarsling og hvordan kan disse håndteres?» Ut fra oppgavens formål kan tre forskningsspørsmål defineres:

1. Hvorfor er usikkerhet relevant i styring av skredrisiko/risikostyring?

Formålet med dette spørsmålet er å finne svar på hva usikkerhet er i en risiko-sammenheng. Det er også ønskelig å finne kilder til usikkerhet og mekanismene bak disse i en risikostyringsprosess. Et viktig punkt er å kartlegge hva de ulike aktørene i risikostyring forbinder med usikkerhet.

2. Hvordan kan usikkerhet i risikostyring identifiseres og håndteres?

I dette spørsmålet forsøker man å finne svar på hvordan usikkerhet kan identifiseres og senere håndteres. Et hovedpunkt er å finne ut hvordan usikkerhet håndteres i hvert varslingsledd og deretter se på det i et større perspektiv .

3. Hvilken innvirkning har digital datainnsamling på beslutningstaking og usikkerhet?

I de senere år har det blitt tatt i bruk nye teknologiske løsninger for å innsamle nåtidsdata. Hensikten er å se nærmere på hvilken betydning sensorteknologi/instrumentering har for usikkerhet i risikostyring. Vil det eksempelvis gjøre beslutningstaking lettere, eller vil det føre til ytterligere usikkerhet?

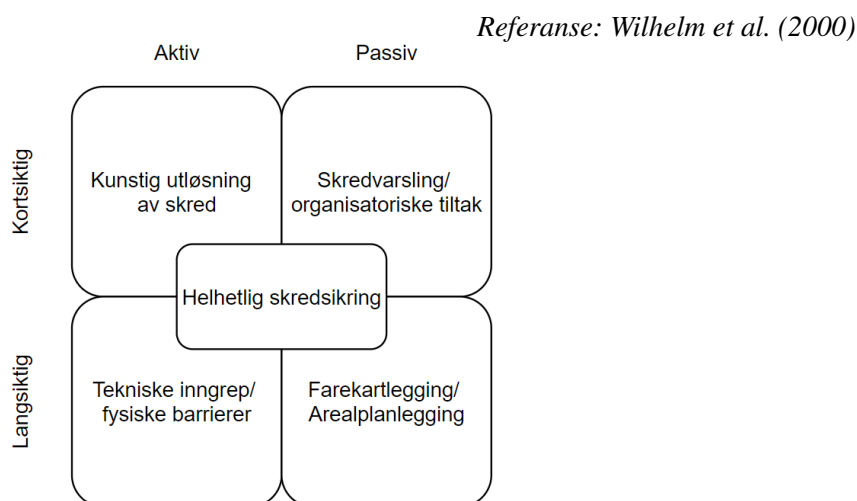
1.3 Oppgavens avgrensninger

I de siste hundre årene har de verste katastrofene vært menneskeskapt. Dette strekker seg fra atomulykken i Chernobyl til Deepwater Horizon utblåsningen. Teknologisk fremgang har på mange måter økt det potensielle skadeomfanget dersom man skulle miste kontroll over de store energikildene i de øvrige eksemplene. Katastrofer som skyldes naturfenomener kan betegnes som en av de eldste katastrofene i menneskets levetid. I litteraturen skilles det mellom flere typer farekilder (Jackson og Hood, 1991).

Tabell 1.1: Katastrofetyper

	Katastrofetype		
	Naturlig	Hybrid	Sosial
Årsakssammenheng	Naturfenomener som har ingen tilknytning til menneskelig aktivitet.	Interaksjoner mellom menneskelig- aktivitet og naturfenomener.	Forårsaket kun av menneskelig aktivitet
Eksempel	Meteoritt treffer jorden under forvarsel.	Skred ødelegger bebyggelse bygd på utløpsbanen.	Flere feilhandlinger fører til kjernefysisk nedsmelting.

I denne oppgaven vil det være fokus på den hybride typen som skyldes interaksjoner mellom det naturlige systemet og det sosiale systemet. Dette kan eksemplifiseres gjennom naturfarer som truer bebyggelse, og som har et stort potensial til å påføre skade på mennesker og infrastruktur. Det eksisterer en rekke tiltak for å forebygge skredskade. I skredlitteratur skilles det gjerne mellom aktive og passive metoder med en tilhørende kortids- eller langtidseffekt. En oversikt over ulike tiltak som benyttes i sikring av skred er vist i Figur 1.1.



Figur 1.1: Ulike tiltak mot skredfare

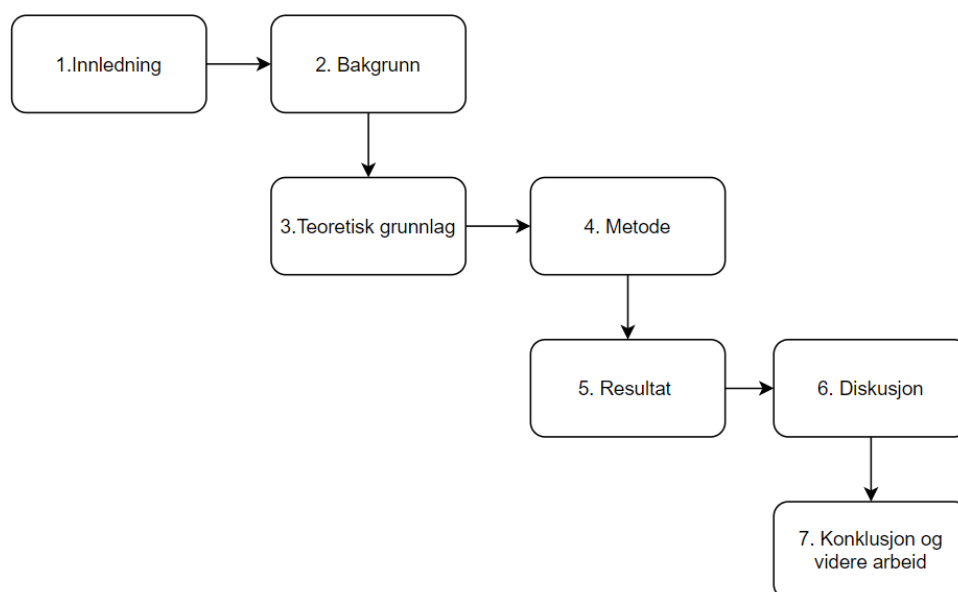
Skredvarsling kan betegnes som et organisatorisk tiltak, en passiv metode med relativ korttidseffekt. Hvor formålet er å forhindre at sårbare mål befinner seg i utløpsområdet og er dermed skjermet fra energikilden. Eksempler på tiltak er evakuering av utsatt bebyggelse og stenge veier. Varsling av flom, jordskredvarsling og snøskredvarsling er i utgangspunkt forskjellige disipliner, men selve rammeverket for hvordan det gjøres er lik. Rammeverket består

av innsamling av data, tolkning av data, beslutningstaking og tiltak. I jordskredvarsling benyttes eksempelvis meteorologiske data som en basis for hydrologiske modeller. I snøskredvarsling derimot, benyttes det egne observatører for å samle inn data av snødekket. I de senere årene har det i økende grad blitt tatt i bruk ulike teknologier for å samle inn meteorologiske data. Dette er for eksempel automatiske sensorer som samler store mengder inputdata, blant dette er sensorer som måler terrengforhold som snødybde, eller vanninnhold i jorden. Statens vegvesen har eksempelvis installert sensorteknologier som stenger veier ved økt skredfare.

Denne oppgaven vil kun ta for seg usikkerhetsmomenter i risikohåndtering av skred. Studieobjektet er skredvarsling på fastlandet og på Svalbard. Hvor både aktører som er tilknyttet regional varsling og lokal varsling er sentrale intervjuobjekter. Oppgaven vil ikke fokusere på detaljer innen varslingsmetodikk, men heller se overordnet på hvilken usikkerhet som kan forekomme i et moderne varslingsystem med mange aktører og store datamengder. Oppgaven består i hovedsak av fire caser: Regional varsling, varsling i Svalbard, Varsling i Nordkapp og KlimaDigital prosjektet.

1.4 Oppgavens struktur

Oppgavens struktur er vist i Figur 1.2 og er delt inn syv deler.



Figur 1.2: Oppgavens struktur

I Kapittel 2 er det fokus på bakgrunn av valgt av tema. Dette omfatter klimaendringer, naturfarer og skredvarsling. I Kapittel 3 presenteres det teoretiske grunnlaget i oppgaven. Dette omfatter litteratur innenfor risikostyring og usikkerhetshåndtering samt relevant sikkerhetsteori og beslutningsteori. I Kapittel 4 gjengis metoden for datainnsamlingen og stegene i analysen. I Kapittel 5 presenteres de viktigste funnene i datainnsamlingen og er et rent empiri kapittel. I Kapittel 6 blir resultatet sammenfattet med det teoretiske grunnlaget. Problemstillingen og forskningsspørsmålene besvares. I Kapittel 7 er oppgavens betydning sett i en større sammenheng og forslag til videre arbeid presenteres.

2 Bakgrunn

Dette kapittelet er ment som et utgangspunkt for oppgaven. Bakgrunnskapittelet består av tre hoveddeler. Den første delen omhandler klimaendringer, naturfarer, og dets interaksjoner med sosiale systemer. I den andre delen presenteres dagens system for varsling av naturfarer i Norge og rammeverker som benyttes. I den siste delen vil casene i oppgaven presenteres.

2.1 Klimaendringer som en kilde i usikkerhet

Den globale oppvarmingen i arktiske landområder skjer omtrent dobbelt så raskt som det globale gjennomsnittet. Svalbard ligger i et område der oppvarmingen er sterkest. På grunn av den ekstreme oppvarmingen er Svalbard på mange måter en indikator på fremtidens klimabilde. Klimaforholdene i Arktis viser stor variasjon fra år til år, men også på lengre tidsskalaer. Norsk Klimaservicesenter (2017) har kartlagt klimaendringene på Svalbard basert på erfarte data for 1971-2000 og projisert data for 2071-2100. Gitt forutsetningen om høyt utslippsnivå forventes det at Svalbard frem mot 2100 vil få en temperaturstiging på 8,8 °C. Vintermånedene vil preges av høye temperaturer og lengre perioder med nedbør. Det er antatt at en betraktelig andel av fremtidig nedbør vil falle som regn istedenfor snø. Dette vil medføre en økende fare for jord-, flom- og sørpeskred. Det er anslått at de øverste meterne av Permafrosten vil tine i kyst og lavliggende områder. Ifølge ROS rapporten fra Longyearbyen lokalstyre (2017) har temperaturen i de øvre delene av permafrosten nær Longyearbyen økt med 0,7 °C per tiår siden 1998.

En rapport fra Cicero (2018) tyder at temperaturendringene på fastlandet vil være mildere enn på Svalbard. Det forventes en temperaturstiging på 4,5 °C frem mot 2100, med størst økning i indre og nordlige strøk. Innvirkningen av klimaendringene vil imidlertid være mer eller mindre de samme som Svalbard. De fører til kraftige nedbør, flere og større regnflommer, stigende havnivå og flere jord-, flom- og sørpeskred. Klimaendringer vil påvirke mange sektorer. Flere undersøkelser tyder at klimabestemte produksjonsbetingelser for jordbruk, skogbruk, fiskeri og oppdrett vil trolig utvikle seg negativt og risikoen for naturskade i alle sektorer vil øke betraktelig. Med klimaendringer kan det oppstå nye forhold som ikke har blitt observert tidligere. I et usikkert risikobilde vil det være vanskelig å iverksette konkrete tiltak. For å redusere denne usikkerheten er det nødvendig med tilstrekkelig kunnskapsproduksjon. Klimatilpasning er derfor viktigere nå enn noen gang. Det kommer frem at det norske samfunnets kapasitet til klimatilpasning har blitt styrket siden 2010. Hvor endringer i lover og forskrifter, en stor kunnskapsproduksjon og i noen grad ressursbruk har bidratt til dette. Til tross for denne fremgangen er det fortsatt en utfordring å omsette kunnskap om klimaendringer til klimatilpasning for bestemte aktører. Mangel på resurser og prioritering av klimatilpasning er også viktige barrierer.

2.2 Naturfarer og systemisk risiko

En farekilde er en kilde til energi. Hvis denne energikilden ikke blir tilstrekkelig kontrollert kan det medføre tap (Kongsvik et al., 2018). Ifølge Renn og Schwelzer (2019) er naturfarer et naturfenomen med store mengder energi som kan påføre negative konsekvenser for mennesker og miljø. Hvis en naturfare skulle medføre store tap av menneskeliv og materiale verdier er hendelsen omtalt som en naturkatastrofe. Naturfarer kan deles inn to hovedgrupper: (1) Hydro-meteorologiske farer og (2) Geofysiske farer (Cirella et al., 2014). En kategorisering av naturfarer er vist Tabell 2.1.

Tabell 2.1: Kategorisering av naturfarer

Hovedgruppe	Naturfare
Hydro-meteorologiske naturfarer	Flom
	Storm
	Ekstreme temperaturendringer
	Skogbrann
Geofysiske naturfarer	Jordskred
	Snøskred
	Jordskjelv
	Vulkanutbrudd

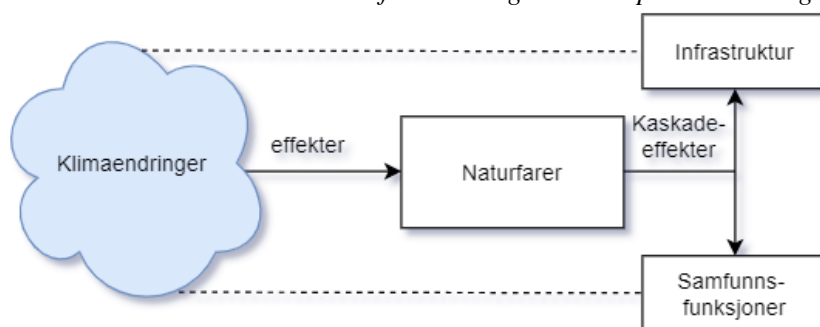
Forskjellige naturfarer kan påvirke hverandre og skape en unik hendelsessekvens. Dette kan medføre amplifiserte konsekvenser. Geofysiske naturfarer som et jordskjelv kan eksempelvis gi opphav til en tsunami, og ekstremvær kan gi opphav til ulike typer skred. Store samfunnsmessige utviklinger fører også til at flere infrastruktur blir mer sårbare for naturfarer, noe som øker kompleksiteten ytterligere. I dagens verden kan naturfarens innvirkning på samfunnet beskrives som kompleks risiko, hvor det er vanskelig å identifisere og kvantifisere årsaker fra forskjellige risikofaktorer (Renn og Schwelzer, 2019).

Det eksiterer flere hendelser hvor en naturfare var utgangspunktet for en kjedereaksjon som har forårsaket store ødeleggelser i samfunnet. I innledning ble eksempelvis snøskredet i Longyearbyen 2015 nevnt. Skredet var forårsaket av ekstrem snøfokk. Husene i Longyearbyen er bygd på pæler. Flakskredets enorme anslag førte til at den første husrekken løsnet fra pælene, og kræsjet inn i den andre husrekken (DSB, 2016). Et internasjonalt eksempel er atomkraftulykken i Fukushima. Et jordskjelv utløste en tsunami som traff kjernekraftverket og medførte svikt av kritisk infrastruktur. Konsekvensene av ulykken, var økt radioaktivitet og store miljøutslipp. Beboere i nærheten måtte evakueres fra hjemmene deres på ubestemt tid (Renn og Schwelzer, 2019). De øvrige eksemplene skyldtes en kombinasjon av flere risikofaktorer i det naturlige systemet og det sosiale systemet, interaksjonen mellom disse kan betegnes som *Systemisk risiko*. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) har utviklet et tverrfaglig definisjon av systemisk risiko. Denne definisjon tilsier at risiko kan vurderes som systemisk dersom samfunnets essensielle funksjoner og strukturer trues. Dette er eksempelvis infrastruktur, telekommunikasjon og helsevesen (OECD, 2003). Denne definisjon har fokus på risiko i samfunnet og indikerer at faktorer som demografi, økologi, teknologi og samfunnøkonomi har betraktelig innflytelse på systemisk risiko (Renn og Schwelzer, 2019).

For å forklare begrepet, systemisk risiko ytterligere, må risiko forklares ved bruk av systemteori. Et system består av flere systemelementer som samvirker hverandre. For at systemet skal fungere effektivt er det gjensidig avhengighet blant komponentene. Dette tilsier at dersom et systemelement eller en del av systemet skulle svikte kan det gi opphav til *feil, avvik eller usikkerhet* som sprer seg videre i systemet eller til andre systemkomponenter. Disse feilene kan betegnes som *kaskadeeffekter*. Dette begrepet har et bredt omfang i forskjellige fagfelt og har sin oppstand fra finans. Kaskadeeffekter er den kontinuerlige forplantningen av en effekt i et system (Scheibe og Blackhurst, 2019). Disse effektene kan beskrives som ringvirkninger, de starter i det små, og forgrener seg videre i systemet. Kaskadeeffekter kan dermed påføre vesentlige forstyrrelser i systemet, i verste fall kan hele systemet svikte (Renn og Schwelzer, 2019).

I denne oppgavens sammenheng, er kaskadeeffekter uønskede hendelser eller avvik som forekommer på samme tidspunkt, eller rett etter hverandre i hendelsessekvens. Resultatet er at konsekvensene amplifiseres og skadepotensialet blir større. Kaskadeeffekter initieres av en påvirkende årsak. Hva som betegnes som påvirkende årsak vil avhenge av kontekst. I denne oppgaven er det klimaendringer. Naturfarer oppstår som følge av klimaendringer og truer samfunnssikkerheten. Dette inkluderer både samfunnsfunksjoner og infrastruktur. Hvor svikt kan føre til at samfunnet ikke lenger vil være i stand til å opprettholde de leveranser og tjenester som befolkningen trenger. Komplekse interaksjoner mellom naturfarer og samfunnsstruktur gir opphav til kaskadeeffekter. Disse effektene utnytter sårbarheten i systemet og medfører et usikkert og kompleks risikobilde (Renn og Schwelzer, 2019). En illustrasjon av systemisk risiko med hensyn til naturfarer er vist i Figur 2.1.

Referanse: Figuren er tilpasset Renn og Schwelzer (2019)



Figur 2.1: Illustrasjon av systemisk risiko

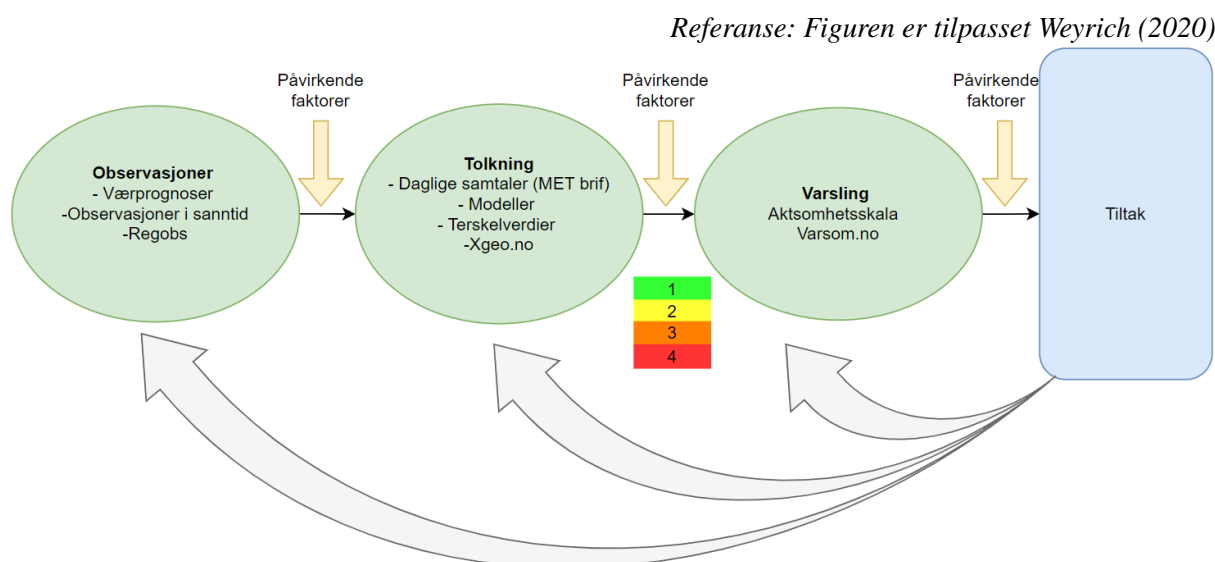
2.3 Varsling av skredfare

God samfunnsplanlegging er grunnleggende for å forebygge risiko knyttet til naturfarer mot bebyggelse. Dette er innlemmet i bygningslover og forskrifter. Jfr. Stortingsmelding 15 (2011-2012) har kommunene det generelle ansvaret for å ivareta befolkningens sikkerhet. Dette omfatter rollen som samfunnsplanlegger på lokalt nivå. Ansvaret til kommunen innebærer å kartlegge risiko og sårbarhet, slik at sikkerheten ivaretas ved utbygging og gjennom lokal beredskap. Fylkeskommunen har ansvar for å bidra til gode og helhetlige løsninger på tvers av kommunegrensene gjennom regional planlegging. Norges vassdrags og energidirektorat (NVE) er underlagt olje og energidepartementet og skal bistå kommunene i å forebygge naturskader fra flom og skred. NVE har dermed en rådgivende rolle og ansvar i å utarbeide farekart og bistår kommunene med sikringstiltak, overvåking og varsling (Olje- og energidepartementet, 2012).

Formålet med varsling kan deles inn i flere nivåer. Mest generelt, er varsling et verktøy for å ivareta sikkerhet ved å for eksempel redusere uønskede hendelser som kan påføre skade eller tap. På et annet nivå kan varsling påvirke folks atferd på måter som forbedrer sikkerheten. På det tredje nivået er hensikten å informere mennesker om risiko og gjøre de beredt på negative konsekvenser som risikoen kan medbringe (DeJoy et al., 1999). Varsling er som nevnt tidligere i innledningen et passivt tiltak med en kortids-effekt. I Norge skilles det i hovedsak mellom regional og lokal varsling. Et varsel består typisk av en beskrivelse av nåsituasjonen, hvordan skredfaren vil utvikle seg i neste døgn og sannsynligheten for at et skred løsner og treffer et varslingsobjekt (Indreiten, 2020).

2.3.1 Regional varsling

Dagens regionale varslingsystem for naturfarer ble opprettet i 2013. I 2016 ble tjenesten utvidet til Nordenskiöld Land. Alt av varsler publiseres daglig på nettstedet Varsom.no. NVE drifter nettstedet i samarbeid med Statens vegvesen, Bane NOR og Meteorologisk institutt. De forskjellige aktørene har klare ansvarsområder. NVE er fagmyndighet for naturfarer og har som nevnt et overordnet ansvar for varslingen. Statens vegvesen har ansvar for drift og vedlikehold av riksveier og stiller med observatører som inngår i varslingstjenesten. Bane NOR har ansvar for drift av togbanen i henhold til varslene og Meteorologisk institutt er en aktør som er ansvarlig for meteorologiske griddata. Regional varsling omfatter et bredt utvalg av forskjellige typer skred. Varslene er regionale for de fleste fylker i hele landet, og er basert på en standardisert faregradskala, fra liten skredfare til stor skredfare. Nettstedet henter også kart og informasjon fra tjenesten RegObs.no hvor alle kan dele naturhendelser og observasjoner i Norge. Inputdata analyseres videre i Xgeo.no som er et beslutningsverktøy. Verktøyet er et geografisk informasjonssystem og inneholder terskelverdier for ulike kombinasjoner av parametere som eksempel skredindekser basert på vær-, temperatur-, og hydrologiske data (Colleuille et al., 2017).



Figur 2.2: Regional flom- og jordskredvarsling

2.3.2 Lokal varsling

Et lokal varsel dekker et mindre området enn et regional varslet. Det vurderer skredfaren i et mindre området med fokus på kjente skredbaner. Det lokale varslet publiseres vanligvis ikke i offentligheten, men blir direkte sendt til beredskapsansvarlige i det gjeldende området. Ifølge Jaedicke et al. (2018) finnes det ikke noen konkrete standarder hvordan lokalvarsling av snøskred skal gjennomføres. Undersøkelser av Jaedicke et al. (2018) tyder allikevel det vil i stor grad tilnærmes den europeiske fareskalaen for snøskred, og på denne måten følge «beste praksis». Lokalvarsling i Longyearbyen følger i stor grad det samme rammeverket for regionell varsling, der vurderingskriteriene bygger på det samme. Kommuneringen av varslet vil derimot være annerledes. Den regionelle varslingen benytter som nevnt en standardisert faregradskala. Det lokale varslet bruker derimot treffsannsynlighet som angis i lav, middels eller høy (Indreiten, 2020).

2.4 Overordnet rammeverk for varsling av naturfarer

Et varslingsystem kan deles inn i observasjoner, varsling og beslutningstaking. En mer inngående oversikt vises i Vedlegg A1. I observasjonsfasen samles det inn inputdata. Dette er faktorer som kan ha en innvirkning på skredfare. Hvilke data som samles vil avhenge av forskjellige typer skred, men vil i hovedsak være vind og vær- og vind-data, vannføring, snøprofiler og stabilitetstester. Når disse inputdata er samlet inn må det sammenfattes. For å gjøre dette benyttes ulike verktøy og modeller til å vurdere graden av fare. Denne tolkningen er en ekspertvurdering som tar hensyn til lokale forhold, historiske data, sanntidsdata og prognosert data. Resultatet er et skredfarevarsel som sendes videre til en beslutningstaker. Beslutningstakeren skal deretter avgjøre om det er behov for tiltak med bakgrunn i dette varselet. Det utarbeidede varselet vil derfor ha stor innvirkning på beslutningstakers respons for å innføre tiltak eller ikke (Indreiten, 2020).

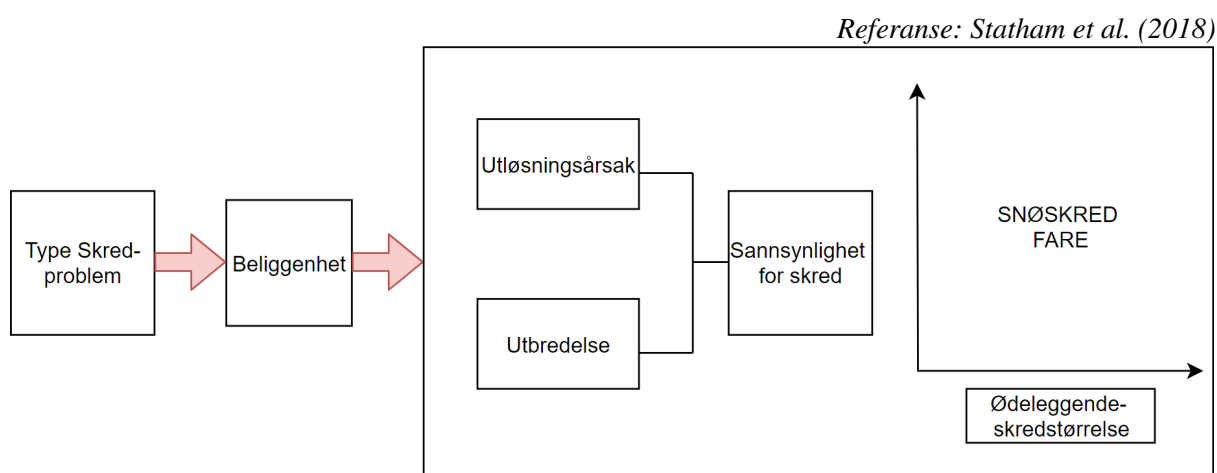
Kommunikasjon i varsling er en sentral komponent i den holistiske tilnærmingen til risikostyring, der man søker en helhetlig forståelse av risikofenomenet i det gitte kontekst. Varslinger går vanligvis gjennom flere forskjellige kommunikasjonskanaler for å formidle et budskap om en potensiell uønsket hendelse som kan føre til tap. Forekomsten av naturfarer er basert på mange påvirkende faktorer. Skredvarsling involverer flere forskjellige aktører og foregår i et kompleks miljø under stadig skiftende sosiotekniske, miljømessige forhold. I et kompleks risikobilde er det nødvendig å samle informasjon om alle påvirkende faktorer og med et økende kunnskapsnivå vil også antall og mangfold av aktører øke tilsvarende (Weyrich, 2020). Dette er derimot ikke nok, for at et slik system skal fungere optimalt må det være klare retningslinjer og ansvarsforhold for de involverte aktørene. Ifølge Weyrich (2020) er ikke Kommunikasjon i varslingsprosessen lineær eller enveis, men heller en sirkulær og toveis prosess mellom de involverte aktører. Det er sterkt avhengig av sosial-tekniske og miljømessige forhold, i tillegg til grad av partnerskap blant de involverte parter. Individuelle faktorer vil også spille inn. Dette er eksempelvis kunnskap, erfaring, tillit og vilje til å dele informasjon. Det teoretiske grunnlaget for risikokommunikasjon presenteres videre i Kapittel 3.2.2

2.5 Konseptuell modell for skredvarsling

Den konseptuelle modellen som benyttes i dagens snøskredvarsler er basert på Statham et al. (2018). Denne modellen er universell og er gjeldende i de aller fleste snøskredproblemer. Modellen er en kvalitativ tilnærming og involverer en risikoinformert beslutningsprosess. Modellen starter i første omgang å definere type skredproblem. Ulike strukturer i snødekket gir forskjellige skredproblemer. I Norge skilles det mellom flakskred, punktsnøskred og skalvknakk. Terrengforhold er også noe som må tas høyde for. Dette er faktorer som skråningsvinkel og høyde, som påvirker hvor størrelsen og hvor langt et skred kan gå. Terrengforhold er koblet imot spesifikke lokasjoner, ofte allerede etablerte skredbaner. Sannsynligheten for skred er sannsynligheten for at skred utløses i en bestemt lokasjon og tidsperiode. Det er en funksjon av utløsningsårsak og utbredelse. Utløsningsårsak er koblet til snødekkets ustabilitet og kan beskrives som sensitivitet. Det deles inn fire klasser fra svært lett å løse ut til svært vanskelig å løse ut. Utbredelse beskriver utbredelsen av problemet i den romlige dimensjonen og deles inn tre klasser fra isolert til utbredt. Estimater fra disse to faktorene blir kombinert til en 3x4 sannsynlighetsmatrise med fem sannsynlighetskategorier som strekker seg fra usannsynlig til nesten sikker. For å bestemme det ødeleggende-skredstørrelsen må skredets destruktive potensial estimeres. Dette er en funksjon av skredets masse, hastighet og massetetthet. Skredets

utløpslengde og bredde må også tas i betraktning. Skredstørrelse kan defineres i fem forskjellige kategorier som strekker seg fra små skred til ekstrem store skred (Statham et al., 2018). For å vurdere sannsynligheten for skred og ødeleggende skredstørrelse må man prøve å relatere til snødekkeobservasjoner, vær-situasjoner og værprognoser. Til slutt kan sannsynlighet for skred og ødeleggende skredstørrelse for et definert skredproblem kombineres til en 5x5 risikomatrix med sannsynlighet i y-aksen og konsekvens i x-aksen. Dette vil gi en kvalitativ tilnærming for å vurdere skredets treffsannsynlighet mot bestemte sårbare objekter. Ved flere skredproblemer kan det plottes inn i samme matrise for å presentere et helhetlig risikobilde og skredscenarier kan prioriteres etter økende faregrad. Et eksempel på dette er vist i Kapittel 3.5.1, Figur 3.3.

Den konseptuelle modellen brukes som et aktivt verktøy i vurdering og varsling av snøskredfare. Den er eksempelvis brukt i Regionalvarslingen, samt lokalvarslingen i Longyearbyen og skredvarslingen i Nordkapp.



Figur 2.3: Konseptuell modell snøskredvarsling

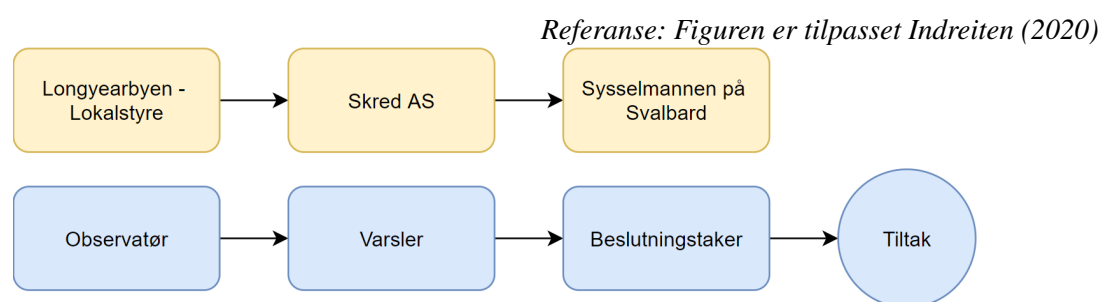
2.6 Risikobildet i Longyearbyen

Svalbard er en norsk øygruppe i Arktis. Øygruppen er preget av et polart klima, unikt dyreliv og gamle gruvelandsbyer. Longyearbyen er Svalbards administrasjonssenter og ligger på Nordenskiöld land. Dette er det sentrale området i Spitsbergen, den største øya på Svalbard. Det er et sentrumsområde som inkluderer betraktelig del av boligbebyggelsen på øya. Tidligere var byen en gruvebosetning med flere aktive kullgruver. Fra 1990 tallet skjedde det en samfunnsendring og i dag, er det kun gruve 7 som er i drift. Turisme og forskning er viktige næringsveier i tillegg til gravedriften. All infrastruktur i byen er bygget på permafrost. Det er ca. 2200 innbyggere der rundt 40 nasjonaliteter er representert. Det sies at det finnes omtrent like mange isbjørner som mennesker i øygruppen. Styringssystemet i Longyearbyen er unikt og følger ikke fastlandsmodellen. Longyearbyen Lokalstyret kan sammenliknes med et kommunestyre og er Longyearbyens øverste organ. Sysselmannen i Svalbard har rollen som politimester og fylkesmann. De har et overordnet ansvar for samfunnssikkerhet og beredskap på Svalbard (Longyearbyen lokalstyre, 2017).

Risikobildet i Longyearbyen er komplekst. På grunn av beliggenheten mellom fjell, er bebyggelsen svært utsatt for snøskred, jordskred og sørpeskred. Bredsmelting og opptining av permafrosten øker også vannføring i Longyearelva og øker også risikoen for sørpeskred fra Vannledningsdalen. Per dags dato er dosing det viktigste tiltaket for sørpeskred og økt vannføring.

Longyearbyen er også i unik den forstand at det eksisterer flere barrierer mot skredfare. Både fysiske og immaterielle barrierer benyttes og er eksempelvis skredgjerder, riving og flytting av bebyggelse i utløpsbanen, bygging av fangvoller og ledervoller. I tillegg er skredvarslingen en supplerende tiltak. Dette gir i prinsippet forsvar i dybden (Kongsvik et al., 2018). Hvis energi skulle komme på avveie vil det være flere barrierer som kan fange opp energien dersom en barriere skulle svikte. I tillegg til de overnevnte naturfarene er zoologiske farer et problem på Svalbard. Dette er relatert til isbjørner som befinner seg på øya. I løpet av de siste årene er det flere eksempler på høypotensielle og fatale hendelser ved møte med isbjørn. I 2020 var det et bjørnangrep i Longyearbyen camping ved Svalbard lufthavn der en person omkom (Strøm et al., 2020). Tidligere i år ble en isbjørn skutt og drept etter at den har angrepet to personer i Mohnbukta, på østsiden av Spitsbergen (Wiersen og Haugli, 2021).

Svalbard ligger i et område der den globale oppvarmingen skjer dobbelt så fort som det globale gjennomsnittet. Det komplekse risikobilde i Longyearbyen vil skape utfordringer i håndtering av naturfarer koblet til naturfarer, da spesielt snøskred. Byen er lokalisert ved munningen av Longyeardalen hvor fjellet til sørøst, Sukkertoppen, og området rundt byen har mye skredaktivitet (Longyearbyen lokalstyre, 2017). Tidligere i år var det iverksatt evakuering av Nybyen som følge av dannelse av store snøskavl på toppen av fjellet til sør, Gruvefjellet (Wiersen, 2021). Longyearbyen er unik i den forstand at det utføres lokalvarsling i sesong. Dette er et midlertid tiltak som har blitt vedtatt etter det snøskredkatastrofen 19. desember 2015. Hensikten med det lokale varslet er å komplementere det regionale varselet i Nordenskiöld Land. Det eksisterer dog ingen standarder på hvordan lokalvarsling skal utføres. Aktører som er involvert i det lokale varslet er Longyearbyen lokalstyre, NVE, Skred AS og Sysselmannen i Svalbard. Longyearbyen lokalstyre, i samarbeid med Universitetscenteret i Svalbard (UNIS) har gjort avtaler med lokale observatører og har ansvaret for observasjoner. I det senere år har NVE gitt varslingsoppdrag til Skred AS. De er ansvarlig for å tolke observasjonene og utarbeide et varsel med eksperter. Dette varselet sendes så til Sysselmannen som er beslutningstaker. Det er Sysselmannens jobb å iverksette evakuering dersom det er økt snøskredfare. Det lokale varslet består dermed av flere lag av aktører som har ulikt ansvar i varslingen. En oversikt over dette er vist i Figur 2.4.



Figur 2.4: Aktører i lokalvarsling

Etter evaluering av flakskredet i 21. februar 2017 har usikkerhet i lokale varsler blitt en punkt som skal vurderes, det eksisterer per dags dato ingen rammeverk på hvordan det kan gjennomføres. Dagens skredproblematikk er at man er sikker på sannsynlighet for skred, men i tvil om skredets størrelse og utløpslengde. Kompleksiteten til skredet øker når det er flere problemer involvert. Det kan eksempelvis være fokksnø, skavlknekk og vedvarende svake lag. Spesielt Sørpeskred er vanskelig å vurdere sannsynligheter for. Føre-var-prinsippet er derfor ofte benyttet. Dette tilsier at usikkerhet ikke skal være en årsak til å unnlate iverksetning av tiltak (Indreiten, 2020). Tidligere undersøkelser av Indreiten (2020) viser at involvering av lokale aktører i hele varslingsprosessen

kan sikre at lokal kompetanse kobles opp i mot ekspertenes ekspertise. Usikkerheten kan dermed reduseres ved å samle inn nye data og identifisere nye mønstre som til sist kan implementeres i risikostyringen. I 2019 ble det installert digitale snøskredmålere på de rasutsatte områdene på Sukkertoppen. Sensorene har blitt testet siden 2016, og omtales som DRIVA prosjektet. Disse målerne er utstyrt med IoT teknologi som gjør det mulig å samle store mengder nåtidsdata. Selve målingene utføres ved bruk av ultralydsensorer som måler snødybden hvert tiende minutt. Målingene kan gi feilutslag ved kraftig vind og snø, men de viser seg å være svært stabile over lengre tid. Instrumentering har blitt utviklet som et samarbeid mellom UNIS og telenor.

2.7 Risikobilde i Nordkapp og KlimaDigital prosjektet

Risikobilde i Longyearbyen er unikt ettersom det er et lite lokalsamfunn i Arktis som opplever en økende grad av naturfarer på grunn dynamiske vær- og temperaturendringer. Denne problematikken eksisterer derimot også i små lokalsamfunn på fastlandet.

Risikobilde i Honningsvåg i Nordkapp kommune har flere fellestrekk med Longyearbyen. Kommunen ligger i Finnmark og har i løpet av de siste årene opplevd økt snøskredfare. Den nordligeste delen av fastlandet er spesielt utsatt på grunn av topografi og polare lavtrykk. I kommunen er det flere bygninger som ikke er sikret og det er mange som blir påvirket. Mange innbyggere forventer å bli evakuert et par dager i vintersesongen, noe som kan være en belastning. I januar 2020 var det storm og ekstremt mye nedbør over tre dager. Mange av husene i Honningsvåg var i «rød sone» for skredfare, resultatet var at nærmere 70 personer måtte evakueres fra husene deres. I oktober 2020 ble Nordkapp kommune den første kunden på fastlandet som tar i bruk DRIVA prosjektet. Det ble installert flere IoT-sensorer i de rasutsatte områdene i kommunen. Sensorene har samme hensikt som de i Longyearbyen hvor de måler snødybde. I 2021 er det fortsatt et pilotprosjekt, videre arbeid involverer å installere flere værstasjoner, en termometermåler i snødekket og et webkamera på sensorene slik at det skal være lettere å observere snøforholdene. Langsiktige planer innebærer å bygge flere støtteforebygninger i fjellsiden og over sentrum for å sikre bebyggelsen. Når de fysiske barrierene er på plass skal varslingsystemet flyttes til andre områder, og vil senere utgå når alle fysiske sikringene er på plass. I likhet med Longyearbyen er NVE, Skred AS og kommunen sentrale aktører for håndtering og varsling av skredfare.

I innledningen fremkommer viktigheten av kunnskapsproduksjon relatert til klimaendringer og håndtering av naturfarer som følge av dette.

Forskningprosjektet KlimaDigital (Sintef) har derfor som mål og utvikle et digitalt varslingsystem, der hensikten er å få større innsikt i hvordan klimaendringer kan påvirke forekomsten av naturfarer. Prosjektet har flere samarbeidspartnere blant annet NTNU og NVE. Rammeverket skal i første omgang kun fokuseres på risikoreduksjon av jord- og flomskred som skyldes nedbør. I likhet med situasjonen i Longyearbyen har det også blitt etablert IoT sensorer som kan samle store mengder nåtidsdata. Sensorene er installert i to geologiske-forskjellig skråninger i Stjørdalsområdet i Trøndelag. Instrumentene måler jordens vanninnhold som er en sentral påvirkende faktor for jordskred, og er de første sensorene i Norge som måler grunnforhold. Det er i tillegg installert flere værstasjoner som måler temperatur og nedbørsmengder. Prosjektet er fortsatt i tidlig fase, så langt har bare rådata blitt samlet inn. Hvordan disse kan benyttes til å utvikle et varslingsystem er fortsatt uklart.

3 Teoretisk grunnlag

I dette kapitlet presenteres det teoretiske grunnlaget for oppgaven. Litteraturen er valgt ut som et hjelpemiddel for å besvare problemstillingen og forskningsspørsmålene. Kapitlet består av tre deler. Den første delen gir et grunnleggende overblikk over de ulike dimensjonene i risikostyring og usikkerhet. I den andre delen presenteres relevant sikkerhetsteori. Den siste delen omhandler beslutningsteori og usikkerhetsmomenter beslutningstaking.

3.1 Ulike definisjoner av risiko

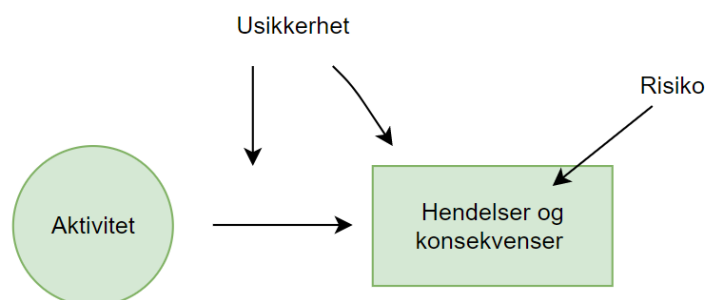
I risikoteori eksisterer det utallige definisjoner på risiko (Rausand og Haugen, 2020). Risiko kan defineres som et antonym til sikkerhet, og antyder at minimalisering av risiko og maksimalisering av sikkerhet er tilsvarende. Kaplan og Garrick (1981) definerer risiko som en kombinasjon av tre spørsmål: (1) Hva kan gå galt? (2) Hva er sannsynligheten for at det skjer? (3) Hva er konsekvensene hvis det skjer? Det første spørsmålet er koblet opp i mot identifisering av ulykkescenarier som har et potensial til å skade noe med verdi hos oss mennesker. En ulykkescenarie kan beskrives som en hendelsessekvens som starter med en initierende hendelse som resulterer i en slutttilstand som kan påvirke og skade verdifulle ressurser. Et eksempel på dette er mennesker, dyr, infrastruktur og miljø. De neste spørsmålene bygger direkte på spørsmål (1) og både sannsynligheten og konsekvensen av de kartlagte ulykkesscenariene kartlegges. Risiko kan dermed anses som en kombinasjon av sannsynlighet og konsekvens. Denne definisjonen bygger på det tradisjonelle synet av risiko som tilsier at risiko kan tallsettes ved bruk av kvantitative metoder. Risiko kan dermed uttrykkes som risikokilder, potensielle hendelser, deres konsekvens og sannsynligheten for at de skal forekomme.

De påfølgende definisjonene av risiko er en bayesiansk tilnærming hvor usikkerhet inngår i definisjonene. Petroleumstilsynet (2016) har følgende definisjon på risiko, «Med risiko menes konsekvensene av virksomheten med tilhørende usikkerhet». ISO standard 31000:2018 definerer risiko som virkningen av usikkerhet knyttet til mål. Denne virkningen kan beskrives som et avvik fra det forventede, og kan være positiv, negativ eller begge deler og kan ta for seg, skape eller resultere i muligheter og trusler. Målene i denne konteksten kan være knyttet til forskjellige aspekter og kategorier og kan anvendes på forskjellige nivåer (ISO 31000:2018(NOR), 2018). Aven (2008) beskriver risiko som en kombinasjon av hendelse, konsekvens og usikkerhet. Aktiviteter gir opphav til hendelser i fremtiden, med en begrenset kunnskapsgrunnlag er det vanskelig å forutsi om disse hendelsene vil inntreffe eller ikke, og hva konsekvensene blir hvis de inntreffer. Usikkerhet eksisterer derfor både for de gitte hendelsene og konsekvens. Hvor trolig en spesifikk hendelse med tilsvarende konsekvenser inntreffer kan uttrykkes ved bruk av sannsynlighet med bakgrunn i et eksisterende kunnskapsgrunnlag. Dette betyr at sannsynlighetsvurderinger er betinget en bakgrunnskunnskap. Usikkerhet i risiko er dermed beslektet til en eksisterende bakgrunnskunnskap (Aven, 2008).

3.2 Risikostyring og risikovurdering

Risikostyring er hvordan man styrer risiko. Dette er et systematisk arbeid som omfatter bruk av tilgjengelig informasjon for å identifisere og evaluere farer, og til slutt implementere løsninger for å kontrollere risiko. Risikostyring kan deles inn i risikovurdering, beslutninger og tiltak (Kjellen og Albrechtsen, 2017). Risikovurdering referer til en prosess der risiko identifiseres og evalueres. Dette kan henholdsvis deles inn i risikoanalyse og risikoevaluering. I risikoanalyse

Referanse: Rausand og Haugen (2020)



Figur 3.1: Illustrasjon av risikobegrepet

stiller man spørsmålet «Hvor trygt er det?», mens i risikoevaluering er spørsmålet «Er det trygt nok?». Hva som defineres som trygt nok er et resultat av kriterier i risikoaksept. Disse kriteriene definerer en øvre grense for tolererbar risiko. De øvre kriteriene kan eksempelvis bli kombinert med kost-nytte analyser slik at risiko er så lav som praktisk mulig (ALARP-prinsippet). Dette prinsippet tilsier at risiko kan evalueres som uakseptabel, tolererbar og akseptabel med bakgrunn i kostnadene og nyttene av videre risikoreduksjon.

I noen tilfeller kan vurderingsgrunnlaget og kunnskapsgrunnlaget bak en risikovurdering være utilfredstillende. Beslutningstaker kan i slike situasjoner bruke føre-var-prinsippet. Dette er tilnærming som er koblet i mot forsiktighet, der tiltak skal iverksettes når det er betydelig usikkerhet i potensielle konsekvenser. I slike situasjoner bør sikkerhet vektlegges. I praksis kan det eksempelvis være at det iverksettes tiltak selv om risikoen er evaluert til tolererbar (Johansen, 2014).

3.2.1 Risikopersepsjon

Den tekniske oppfatningen av risiko omhandler ulykkescenarier, sannsynligheter og konsekvenser. Risikopersepsjon hører til den subjektive siden av risikobegrepet og vil ha en innvirkning i hvordan risiko tolkes, vurderes og behandles (Rausand og Haugen, 2020). Ifølge DeJoy et al. (1999) eksisterer det menneskelige faktorer på mottakelsen av et farevarsel. Risikopersepsjon er et produkt av våre holdninger og mentale bilder av risikoens alvorlighetsgrad (Rausand og Haugen, 2020). Det kan dermed kobles opp mot hvordan individer opplever risiko og hvordan man subjektivt opplever situasjoner der utfallet er usikkert. Det er tre faktorer som påvirker risikopersepsjon. Den første er knyttet til individuelle bakgrunnsvariabler, disse er eksempelvis kjønn, alder, kunnskap, personlighet og kulturelle verdier. Den andre er knyttet til egenskaper ved faren, og kan beskrives av katastrofepotensial, evnen til å kontrollere farekilden og historiske data. Den siste er sosial sammenheng, det relateres til opplevd nytte, tillit og mediedekning (Liu et al., 2020). Flere teorier er blitt foreslått for å forklare hvorfor mennesker foretar forskjellige vurderinger av risiko. Teoriene med bakgrunn i psykologi forklarer at heuristikk er en sentral årsak til usikkerhet, mens teoriene basert på antropologi forklarer at risikopersepsjon er et produkt av kulturell tilhørighet og institusjonell mistillit. I kriseteori kan individets opplevelse av risiko amplifiseres gjennom opplevd trusselpotensial og samfunnets oppmerksomheten rundt fenomenet (Kasperson og Kasperson, 1996). Etter store naturkatastrofer vil det iverksettes en læringsprosess og oppmerksomheten rundt hendelsen vil være høy. Over lengre perioder uten farehendelser, vil denne oppmerksomheten avta. På en annen side

kan overveldet oppmerksomhet om et fenomen føre til en trøtthet. Dette tyder at Individets risikopersepsjon kan variere med en tidsdimensjon (Boin et al., 2020).

3.2.2 Risikokommunikasjon

Kommunikasjon kan beskrives som å formidle eller dele ideer og informasjon. I denne oppgaven er kommunikasjon knyttet til spredning av informasjon knyttet til forebygging av naturfarer. Det eksisterer flere rammeverk i risikostyring der kommunikasjon er en sentral komponent, eksempelvis IRGC rammeverket og ISO standard 31000 (Rausand og Haugen, 2020). Risikokommunikasjon stammer fra studier av risikopersepsjon og er et relativt nytt fagfelt, hovedhensikten er å øke forståelsen for hvordan risiko kan håndteres og hvordan ulike risikoaspekter kan kommuniseres. Risikokommunikasjon omhandler mer enn å bare informere om risiko, det tar også hensyn til hva slags risiko som kan aksepteres, på hvilke grunnlag og hvordan det kan relateres til en sosial kontekst (Drottz-Sjøberg, 2003). Man kan dermed si at kommunikasjon av risiko skjer i to verdener, den tekniske tilnærmingen og den sosiale tilnærmingen. Den førstnevnte handler om kommunikasjon av rene fakta, mens det sistnevnte handler om hvordan kommunikasjon spres (Plough, 1987). Moderne risikokommunikasjon er en toveis interaksjon med kontinuerlig dialog mellom to aktører med fokus på en spesifikk problemstilling. Ifølge Drottz-Sjøberg (2003) eksisterer det flere faktorer som påvirker risikokommunikasjon. Tillit og tiltro mellom aktørene vil påvirke både tolkning og aksept. Dette kan kobles opp i mot kognitive prosesser i individet. Er det stor tillit blant aktørene reduserer man den kognitive belastning når informasjon prosesseres og beslutninger fattes. Dette kan i teorien føre til raskere og bedre beslutninger. Kommunikasjon gjennom ord eller tall er den andre faktoren. Numeriske uttrykk benyttes eksempelvis i kvantitative risikoanalyser, og er ofte vanskelig å tolke på grunn av kompleksitet. Tall kan erstattes med ord for å gjøre tolkningen lettere, men er derimot mindre presise og vil føre til flertydighet. Risikoinformasjon er vanskelig å kommunisere ettersom det i stor grad er basert på matematiske uttrykk og statistikk. Det kan betegnes som «ekspert informasjon». For å kommunisere dette videre i systemet må det konverteres til «dagligtale». Dette for at de andre aktørene i håndteringsprosessen, som ikke nødvendigvis har det samme kunnskapsgrunnlaget, skal kunne tolke informasjonen og unngå misforståelser. Hvordan risikokommunikasjon skal kommuniseres er derfor også en viktig faktor i risikostyring. Risikokommunikasjon må derfor skreddersys til ulike aktører avhengig av deres kunnskapsgrunnlag, kommunikasjon som ikke er tilpasset forskjellige mottakere vil feile (Drottz-Sjøberg, 2003).

3.3 Usikkerhet

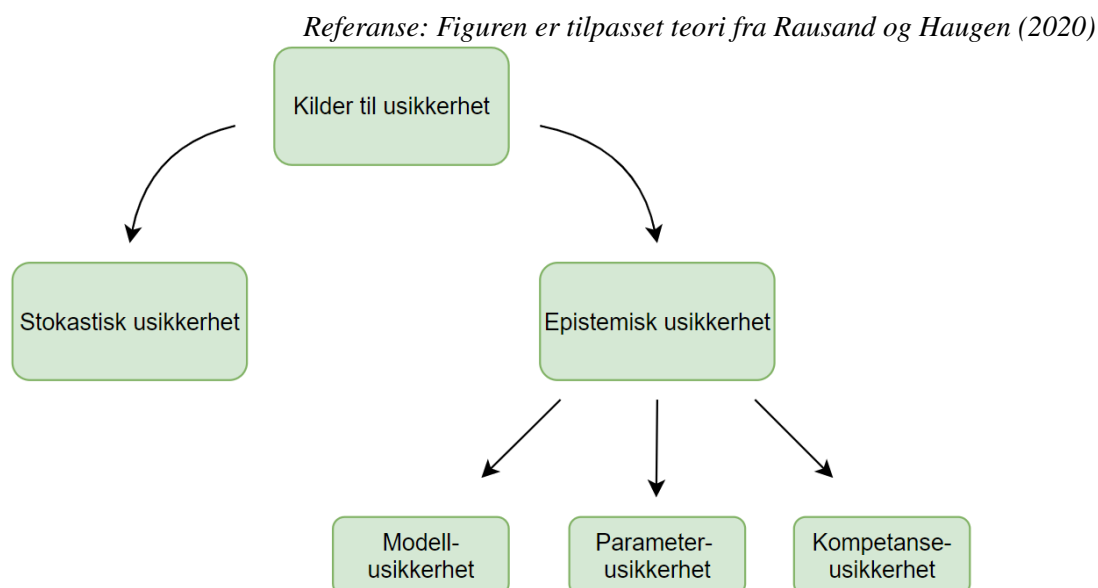
Usikkerhet i risikostyring kan omtales som upresis eller ufullstendig informasjon om en størrelse, hendelse eller hypotese. Det skilles mellom *stokastisk* usikkerhet og *epistemisk* usikkerhet (Aven, 2016). Det førstnevnte er relatert til den naturlige variasjonen i mulige realiseringer av en hendelse. Denne typen usikkerhet er observert når man utfører et eksperiment flere ganger under identiske forhold. De oppnådde resultatene kan variere og et økt antall eksperimenter vil ikke redusere variabiliteten. Dette tyder på at forekomsten av en uønsket hendelse kan være avhengig av uforutsigbare årsaker. Denne typen usikkerhet er i teorien ikke-reduserbar. Eksempler på stokastisk usikkerhet er vindhastighet, vindretning og nedbør (Rausand og Haugen, 2020).

Epistemisk usikkerhet relaterer til manglende kunnskap om risikofenomenet. Epistemisk usikkerhet kan i teorien reduseres (Aven og Zio, 2014). Det eksisterer flere ulike rammeverk

for å beskrive epistemisk usikkerhet. Det er derimot ingen konsensus på hvilke rammeverk som er akseptert i risikoforskning. I følge Gould (2016) har et rammeverk blitt utviklet for skille mellom de forskjellige typene usikkerhet i en risikokontekst. Epistemisk usikkerhet kan i denne sammenhengen klassifiseres som uvitenhet. Den første typen omhandler *kjente ukjente*. Her er man bevist på uvitenhet og man er klar over kunnskapsbegrensningen og dens mangler. I en varsling kontekst kan det være at man er klar over at det blir mye vind og nedbør i de neste dagene, men man er ikke klar over hvor mye det blir. Dette gjør beslutninger om evakuering usikker. Den andre typen usikkerhet omhandler *ukjente kjente*. I denne kategorien er kunnskap eller viktig informasjon tilgjengelig, men som en eller annen måte blir utelatt i beslutningsprosesser. Dette kan eksempelvis være at informasjon i varslet blir oversett eller misforstått. Den tredje typen av usikkerhet er relatert til *ukjente ukjente*. Dette kan klassifiseres som *svarte svaner* og beskriver uventede hendelser som er vanskelig å forutse, men som får store konsekvenser. Dette er den mest problematiske typen ettersom man ikke er klar over at man er uviten. Man innser først usikkerheten i ettertid av hendelsen. Dette medfører at risikoen uteblir fra risikovurderingen og usikkerheten øker betraktelig (Rausand og Haugen, 2020).

3.4 Kilder til usikkerhet

Moderne risikoanalyser er kunnskapsbaserte, de er en proaktiv metode for å forutse fremtidige uønskede hendelser. Tiltak iverksettes i ettertid for å redusere konsekvensene. Skredvarsling i dag er basert på denne tilnærmingen. Det vil imidlertid være preget av usikkerhet, fordi det er umulig å forutse fremtiden helt eksakt. Det vil med andre ord alltid eksistere en fundamental kunnskapsmangel i ulike områder (Aven og Kristensen, 2005). I følge Rausand og Haugen (2020) eksisterer det tre kilder til usikkerhet i risikoanalyser. Disse er *modellusikkerhet*, *parameterusikkerhet* og *kompetanseusikkerhet*. Disse tre typene er direkte koblet opp i mot epistemisk usikkerhet som er vist i figur 3.2.



Figur 3.2: Kilder til usikkerhet

3.4.1 Parameterusikkerhet

Parameter-usikkerhet er usikkerhet knyttet til innhentet data eller input data som benyttes i en risikoanalyse. Disse dataene kan komme direkte fra det studerte objektet eller generiske datakilder. Parametere kan være usikre med tanke på relevansen av innhentet data, kvaliteten av innhentet data, mengden av data, sensitiviteten av innhentet data¹ og prosedyre for tolkning (Rausand og Haugen, 2020). En utfordring knyttet til parameterdata er at eksisterende data kan bli utdatert når det oppstår nye forhold. Disse forholdene kan for eksempel være værforhold som følge av klimaendringer eller at det tas i bruk ny teknologi. Når parameterusikkerhet skal vurderes kan man spørre seg selv et par spørsmål: Ville beslutningen vært annerledes hvis inputdataene har vært annerledes? Ville ytterligere datainnsamling og forskning påvirket beslutningen? Hvor lenge ville det ta å innhente mer informasjon, hvor mye ville dette koste og ville den resulterende beslutningen være vesentlig annerledes? (Rausand og Haugen, 2020)

3.4.2 Modellusikkerhet

De fleste risikoanalyser stammer fra en eller flere vitenskapelige modeller. Det eksisterer usikkerhet i slike modeller fordi de representerer forenklete virkeligheter, der man ikke kan simulere alle mulige utfall av en hendelse. Valg av modeller er i de fleste tilfeller basert på data/informasjon som er tilgjengelige for input. For å redusere usikkerhet bør modellene som er valgt gjenspeile problemet i det gitte kontekst og man bør ha en sterk forståelse av modellen. Modellen må også inkludere et tilstrekkelig antall input faktorer for simulasjoner så nære virkeligheten som mulig (Rausand og Haugen, 2020). En begrensning for modeller er at kaskadefekter ikke kan kodes inn. Dette medfører videre usikkerhet fordi konsekvensene kan eskaleres uten at det fanges opp i modellen. I konteksten skredvarsling er modeller viktige verktøy i fareanalysen som beskriver sannsynlighet for forekomst- og størrelse på skredet (Brundl og Margreth, 2015). I snøskredvarsling benyttes eksempelvis (1) konseptuelle modeller, et rammeverk for å vurdere skredfare. (2) Fenomenmodeller som beskriver et fenomen, eksempel flakskred. (3) snømodeller eller beregningsmodeller for å simulere prosesser i snødekket (Indreiten, 2020).

3.4.3 Kompetanseusikkerhet

Kompetanseusikkerhet er ikke bare usikkerhet relatert til kompetanse, men beskriver også den generelle kvaliteten av en risikoanalyse. Dette omfatter risikoanalysens avgrensninger og mål, og til slutt hvordan analysene i vurderingen utføres. Denne type usikkerhet er svært vanskelig å kvantifisere og er trolig den største kilden til usikkerhet (Rausand og Haugen, 2020). I denne sammenhengen kan usikkerhet knyttes til (1) manglende identifisering av farekilder og uønskede hendelser som kan forekomme i det studerte kontekst. Det er også et spørsmål om (2) hvorvidt eksisterende bakgrunnsdata for analysen er korrekt og oppdatert til dagens risikobilde. Uønskede hendelser som ikke er identifisert i analysen kan medføre «hull» i risikobilde slik at risikoen feilberegnes. Bruk av utdatert bakgrunnsdata som er tilpasset et gammelt system kan i likhet med overnevnte medføre feil og mangler i analysen. Kompetanse er med andre ord fundamentet for kvaliteten av risikoanalysen, og kunnskapsmangel kan resultere i usikkerhet. Det er dog vanskelig å oppnå perfekt kunnskap, og i de fleste tilfeller må det gjøres antagelser basert på tilgjengelige data og modeller. Linkov og Burmistrov (2003) fant signifikante forskjeller når de sammenliknet resultater fra forskjellige kompetanseteam som benyttet samme datagrunnlag og

¹Grad av følsomhet for endring

modeller for å tolke et problem. Dette tyder på at menneskelige faktorer også er en påvirkende faktor i risikoanalyser. Målkonflikter kan også være kilde til usikkerhet. Dette som følge av tidspress og begrensende kostnader på sikkerhetsarbeid. Dette betyr at man kan benytte seg av enkle og raske metoder, hvor manglende dybdeanalyser kan medføre videre usikkerhet (Rausand og Haugen, 2020).

3.5 Operasjonalisering av kunnskapsgrunnlag

Aven (2008) sier at en sentral årsak til usikkerhet er et svakt kunnskapsgrunnlag. Kunnskapsgrunnlag er vanskelig å kvantifisere fordi mangelfull kunnskap og informasjon om risikofenomenet ikke kan fullstendig gjenspeiles i matematikk og statistikk (Aven og Zio, 2014). Vurdering av epistemisk usikkerhet er derfor i stor grad preget av kvalitative vurderinger. Et eksempel er Folkehelseinstituttets risikovurderingen av det muterte Covid-19 viruset (se Vedlegg A2). Her har du en tradisjonell risikovurderingen med sannsynlighet og konsekvens, i tillegg er usikkerhet innlemmet som en tredje faktor. Usikkerheten i vurderingen er gjengitt som en tiltro til vurdering. Der høy tiltro til vurderingen indikerer at usikkerheten er liten og motsatt. Ifølge Aven (2017); Flage og Aven (2009) kan kunnskapsgrunnlag operasjonaliseres ved å ta i bruk subjektive poengsystem. Styrken på kunnskapsgrunnlag kan være basert på faktorene vist i Tabell 3.1.

Tabell 3.1: Operasjonalisering av kunnskapsstyrke

Sterk kunnskapsstyrke (S1-S5)	Svak kunnskapsstyrke (W1-W5)
Kunnskapen er sterk dersom en eller flere av faktorene er sann.	Kunnskapen er svak dersom en eller flere faktorer er sann.
(S1) Forutsetningene som er gjort blir sett på som rimelige.	(W1) Forutsetninger som er gjort er basert på vesentlige forenklinger.
(S2) Store mengder pålitelige og relevante data/informasjon er tilgjengelig.	(W2) Data/informasjon er upålitelig, irrelevant eller eksisterer ikke.
(S3) Det eksisterer en sterk konsensus blant eksperter.	(W3) Stor uenighet blant eksperter.
(S4) De involverte fenomenene er godt forstått, modeller gir gode predikasjoner og ønsket nøyaktighet.	(W4) De involverte fenomenene er dårlig forstått, modeller eksisterer ikke eller gir dårlige predikasjoner.
(S5) Kunnskapen benyttet er grundig undersøkt.	(W5) Kunnskapen benyttet er ikke grundig undersøkt.

Faktorer mellom sterk og svak kunnskapsgrunnlag er klassifisert medium kunnskapsgrunnlag. For å redusere epistemisk usikkerhet må mest mulig av de øvrige faktorene klassifiseres som sterk kunnskapsgrunnlag. Det eksisterer dog ikke noen fasit på hvordan man kan ta i bruk dette systemet. Et eksempel er at man kan rangere kunnskapsgrunnlaget etter svakt, medium eller sterkt etter hvor mange kriterier (S1-S5) man oppfyller Aven (2017). I tillegg til dette må man kategorisere hvem sin kunnskap man referer til. Er det eksempelvis kunnskap om lokale forhold, ekspertkunnskap, beslutningstaker-kunnskap, eller den totale kunnskap tilgjengelig? (Aven og Kristensen, 2019).

Flage og Aven (2009) sier at usikkerhets innvirkning på risiko består av to dimensjoner: Den første er graden av usikkerhet. Den andre er sensitivitet, hvor følsom usikkerheten er for påvirkning. Dette stiller spørsmål om hvor stor grad fortolkningen av risiko vil endre seg hvis

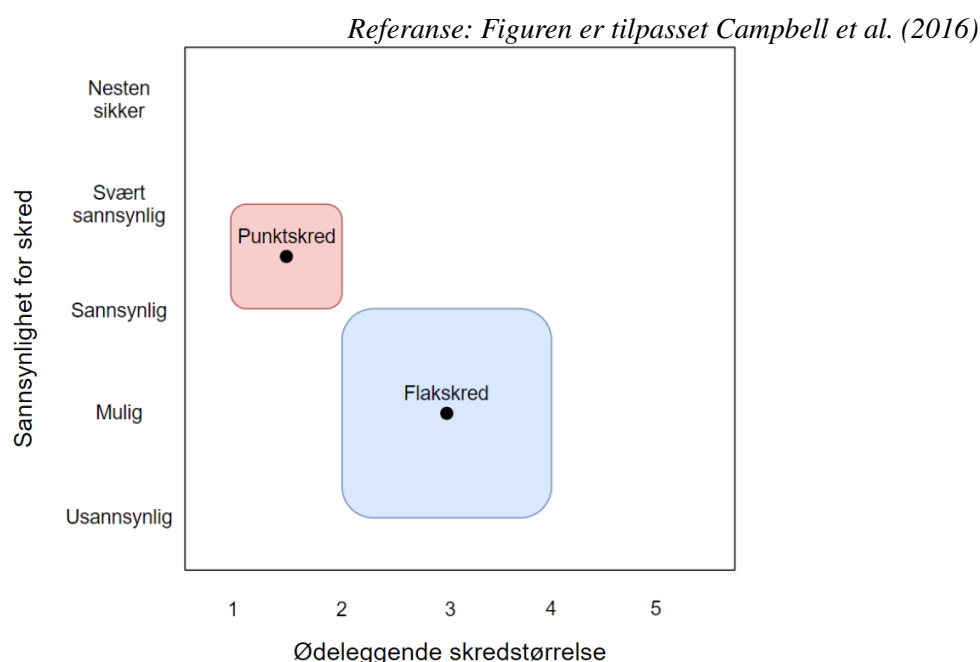
inputparametere som nåtidsdata og kunnskapsgrunnlag har vært annerledes. En oversikt over nivåer av sensitivitet er vist i Tabell 3.2

Tabell 3.2: Sensitivitet i usikkerhet

Liten sensitivitet	Medium sensitivitet	Stor sensitivitet
Veldig store endringer i inputdata trengs for å endre konklusjon	Store endringer i inputdata trengs for å endre konklusjon	Små endringer i inputdata trengs for å endre konklusjon

3.5.1 Usikkerhet i risikomatriser

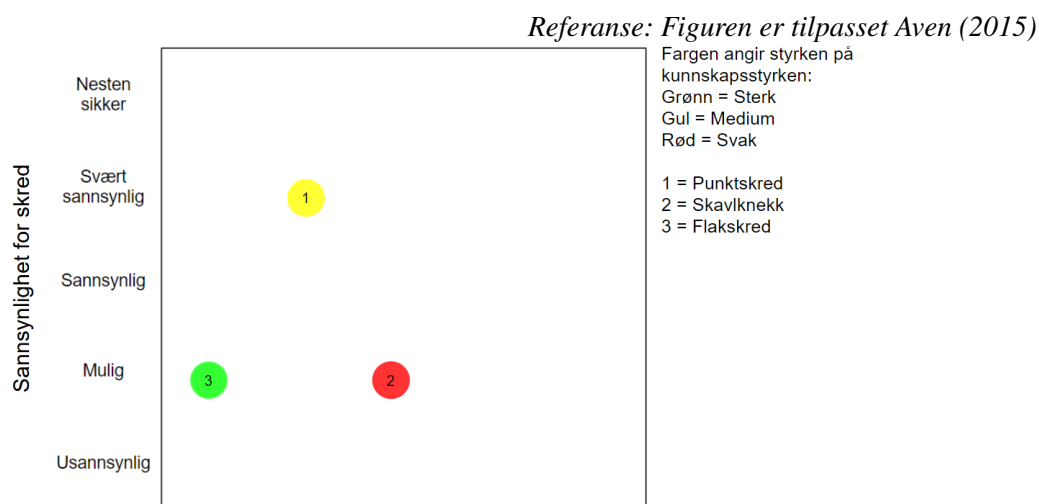
Kvalitative risikoanalyser beskriver risikofenomenet og dets omfang, dette inkluderer identifikasjon og beskrivelse av farer og uønskede hendelser (Jonkman et al., 2003). Resultatet fra en kvalitativ risikoanalyse er ofte en risikomatrise, et verktøy som brukes i risikokommunikasjon til beslutningstaker. Uønskede hendelser kan plottes inn i matrisen og kategoriseres etter risikonivå. Kolonnene indikerer sannsynligheten av kartlagte uønskede hendelser og rader indikerer de påfølgende konsekvensene. Her beskrives risiko som en kombinasjon av to faktorer, sannsynlighet og konsekvens. Det eksiterer en konsensus at denne tradisjonelle tilnærmingen har flere svakheter, ettersom den ikke tar hensyn til usikkerheten Duijm (2015) foreslår at usikkerhet kan illustreres ved hjelp av kontinuerlige matriser. Uønskede hendelser kan beskrives som et intervall mellom flere risikoklasser. Et eksempel på bruk av kontinuerlige matriser på snøskred er illustrert i Figur 3.3.



Figur 3.3: Kontinuerlige matriser

Matrisen i Figur 3.3 viser to fiksjonelle hendelser for punktskred og flakskred. På grunn av usikkerhet er det vanskelig å kategorisere risikoen for disse to hendelsene helt eksakt. De er derfor illustrert som et intervall, eller en «boks» innenfor et område i matrisen. Sannsynligheten for et punktskred er mellom (sannsynlig) og (svært sannsynlig). Skredstørrelsen vil variere mellom (1) og (2). Flakskred derimot har større usikkerhet og illustreres derfor som et større område i matrisen.

Aven (2017) beskriver videre at den to dimensjonale risikomatrisen er utilstrekkelig i og med at den gir et dårlig bilde av spekteret av konsekvenser som kan oppstå. De kartlagte konsekvensene er betinget en hendelse som kan gi dårlig prognose av de faktiske konsekvensene som kan oppstå. Aven (2008) definisjon av risiko tilsier at kunnskapsstyrke er en sentral faktor i risikobegrepet. Kunnskapsstyrken bak sannsynlighetsvurderingene må kunne illustreres i matrisen. Et eksempel på hvordan kunnskapskunnskap kan illustreres er vist i Figur 3.4.



Figur 3.4: Risikomatriser med kunnskapsgrunnlag som en tredje dimensjon

Matrisen viser tre uønskede fiksjonelle scenarier. På grunn av varierende grad av kunnskapsstyrke er det vanskelig forutse sannsynligheten for de uønskede hendelsene helt nøyaktig. Denne kunnskapsstyrken kan eksempelvis måles ved å benytte indikatorene gitt i Tabell 3.1 og 3.2. Forekomsten av flakskred er eksempelvis basert på sterk kunnskapsstyrke hvor flere indikatorer for sterk kunnskapsstyrke oppfylles. Dette kan eksempel være basert på store mengder data i form av observasjoner, stor kunnskap om lokale forhold, stor enighet blant eksperter og liten sensitivitet i parameter data. Skavlknekk derimot er preget av et mye lavere kunnskapsgrunnlag som er forårsaket av eksempelvis sterk tåke som gjør det vanskelig å observere snøforholdene. Værforhold kan også påvirke snødekket og dermed øke sensitiviteten i parameterdata.

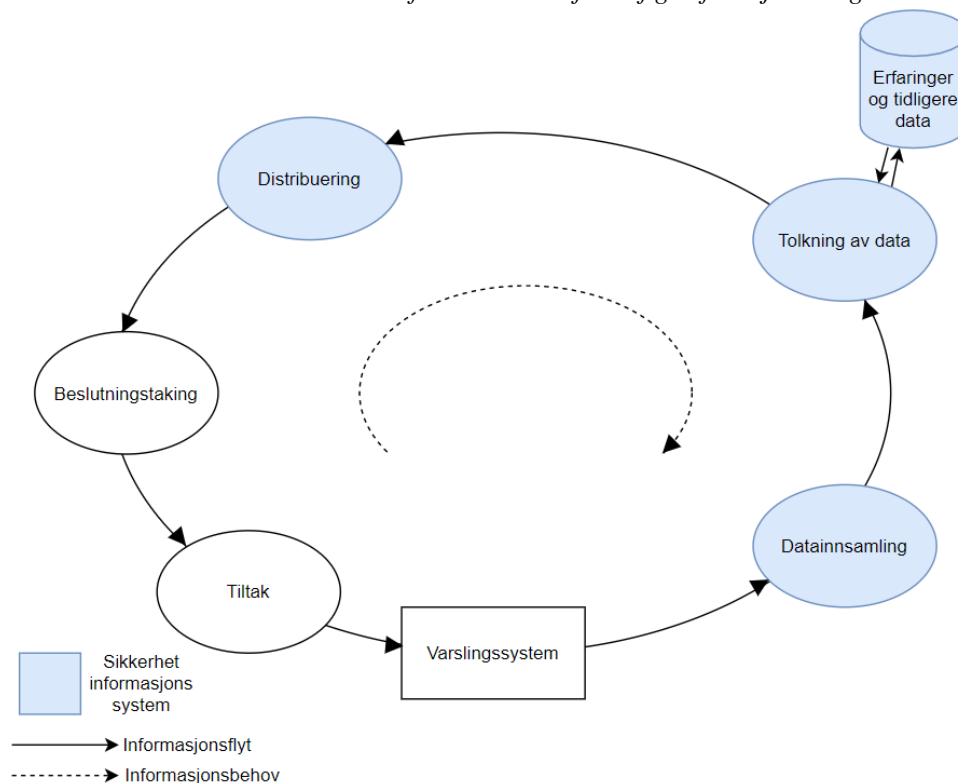
3.6 Sikkerhet-informasjonssystemet

Et sikkerhet-informasjonssystem viser hvordan informasjon flyter i en organisasjon (Kjellen og Albrechtsen, 2017). Hensikten er å støtte beslutninger og til slutt iverksette tiltak for å kontrollere risiko. Det benyttes også som et verktøy for å oppfylle rammebetingelser som eksempelvis lovverk og standarder. Systemet kan deles inn tre hoveddeler, (1) Datainnsamling er informasjonshenting om farekilden. Dette omfatter tidlig varslings, observasjoner og identifisering av risiko. (2) Data prosessering er tolkning av innsamlet informasjon. Tolkningen er støttet av tidligere data og erfaring. (3) Informasjon blir distribuert til beslutningstaker og tiltak iverksettes for å kontrollere farekilden. Systemet er basert på erfaringstilbakeføring, hvor lærdom fra gamle katastrofer blir benyttet i neste iterasjon av prosessen. Dette legger til rette et kontinuerlig sikkerhetsarbeid som vil modifisere og forbedre sentrale aktiviteter i risikostyringsprosessen (Kjellen og Albrechtsen, 2017).

Effektiviteten til et slik system er avhengig av god informasjonsflyt og den evnes til å gi det nødvendige grunnlaget for avgjørelser og utarbeide gode tiltak. Det er en forutsetning at hvert

delsystem fungerer optimalt. Et svakt ledd vil imidlertid bryte løkken og systemet vil svikte. Gode tiltak er til syvende og sist avhengig av beslutningstakers evne til å søke etter tilgjengelig informasjon (Kjellen og Albrechtsen, 2017). En illustrasjon av sikkerhet informasjon systemet er vist i Figur 3.5.

Referanse: Modifisert figur fra Kjellen og Albrechtsen (2017)



Figur 3.5: Sikkerhet-informasjonssystem

I følge (Kjellen og Albrechtsen, 2017) må et Sikkerhet informasjonssystem støtte aktiviteter i sikkerhetsstyring som:

- Prioritere, utvikle og vurdere sikkerhetstiltak.
- Etablere sikkerhetsmål og overvåke utviklingen av i sikkerhetsprestasjon for samsvar med de etablerte målene.
- Anskaffe data som input i risikoanalyser.
- Evaluering av sikkerhet informasjon systemet og HMS systemet i sin helhet.

Store fremskrift i informasjonsteknologi har gjort det mulig å løse konvensjonelle problemer i systemet. Den økende tilgjengeligheten av digitale verktøy som eksempelvis sensorer og nettverk tilfører stor grad av effektivitet i datainnsamling, data prosessering og distribuering av tilgjengelig informasjon og ikke minst «uendelig» lagringsplass i databaser.

Sikkerhet informasjonssystemet er essensiell for læring i en organisasjon. Nonaka og Takeuchi (1995) skiller mellom implisitt og eksplisitt kunnskap. Implisitt kunnskap kan beskrives som taus kunnskap. Dette kan forstås som erfaringsbasert kunnskap hos enkeltpersoner. Dette er kunnskapen som man bearbeider selv gjennom læring og erfaring fra tidligere hendelser. I snøskredvarsling kan dette sammenliknes med lokale observatører som kjenner de lokale forholdene. Dette kan eksempelvis være vegetasjon, skredutsatte skråninger og annen kunnskap

om skredfare, som ikke nødvendigvis er «synlig» for det blotte øyet. For varslere kan det være at enkelte inputparametere må vektlegges mer enn andre, eller at resultatet fra modeller må interpoleres. Dette er kunnskap som den enkelte har i eget "hodet". Den er skapt gjennom praksis og er vanskelig å sette ord på. Eksplisitt kunnskap kan beskrives som boklig lærdom, i den betydning at kunnskapen er nedskrevet. Dette kan eksempelvis være standarder og prosedyrer som benyttes i varslingen. Nonaka og Takeuchi (1995) beskriver at læring i organisasjoner skjer når implisitt kunnskap endres til eksplisitt kunnskap. Læring i organisasjoner er et viktig element i erfaringstilbakeføring, og hensikten med det er å styrke kunnskapsgrunnlaget om risikofaktorene i den gitte konteksten.

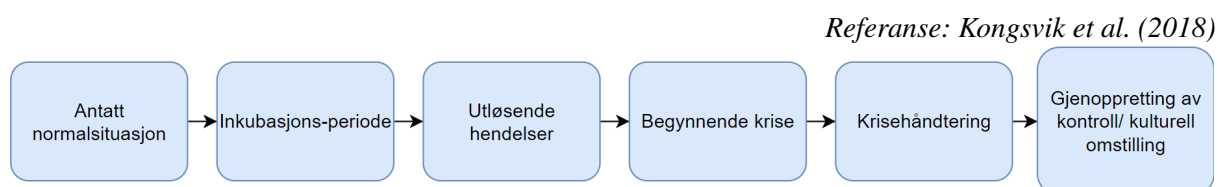
3.7 Turners Informasjonsperspektiv

Hovedformålet med sikkerhetsteorier er å skape en felles forståelse for hvorfor ulykker oppstår. En grunnprinsipp i ulykkesgranskning er å se etter (1) Hva som har sviktet, (2) Hvorfor har det sviktet og (3) Hva kan gjøres for å unngå at det skjer i fremtiden (Kongsvik et al., 2018).

ulykkesgranskninger fra industribransjen tyder sjelden på at det var manglende kunnskapsgrunnlag om risikoen i det gitte kontekst, men heller at informasjonen aldri nådde frem til personen som kunne ha forhindre ulykken. Turner (1978) forklarer storulykker som et sammenbrudd av informasjonsflyt og manglende forståelse for risiko. Det er med andre ord organiske svakheter som har utviklet seg over lang tid. Turner beskriver ulykker som et resultat av en hendelsessekvens. Årsaken for en ulykke vil dermed kunne spores lang tilbake i tid. Det eksisterer fire hovedformer for informasjonsvikt.

1. Informasjonen er fullstendig ukjent, fordi den relaterer til hendelser som aldri har inntruffet tidligere, man er dermed heller ikke oppmerksom på det.
2. Relevant informasjon er tilgjengelig, men den blir ikke lagt merke til. En årsak kan være høyt arbeidspress og manglende sikkerhetsfokus.
3. Informasjonssegmenter som til sammen indikerer at noe er galt og i ferd med utvikle seg blir ikke kombinert eller sett i sammenheng.
4. Relevant informasjon er tilgjengelig, men det passer ikke inn i eksisterende fortolkningsprinsipper og blir dermed feiltolket eller oversett.

Informasjonsperspektivet fremstiller en ulykke i seks ulike faser. Disse fasene er vist i Figur 3.6 Første fase er normalsituasjon, der teknologien virker, regelverk og prosedyrer etterleves



Figur 3.6: Informasjonsperspektivet

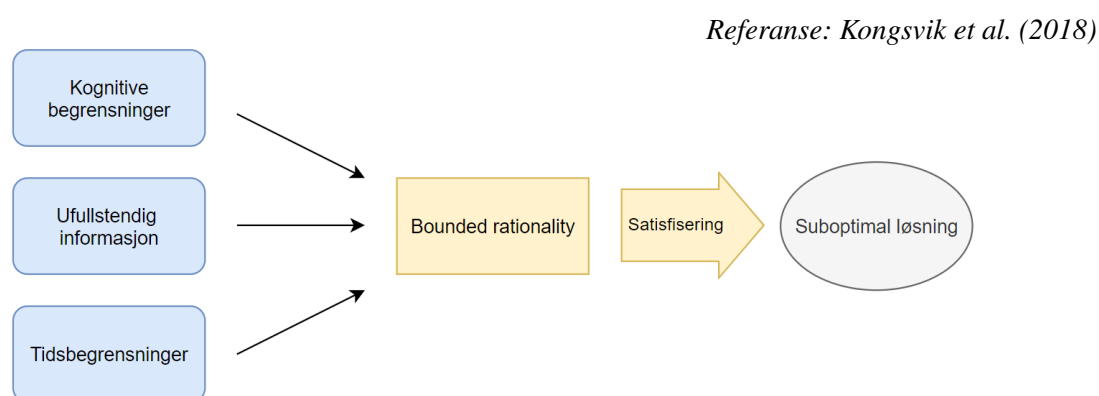
og organisasjonene har kontroll på mulige farekilder. I Inkubasjonsperioden utvikles en eller flere svakheter som ikke fanges opp av organisasjonen. Når systemet er svakt er den følsom for påvirkning. Hvis disse svakhetene ikke fanges opp og håndteres vil sannsynligheten for at en krise utvikler seg øke betraktelig. De siste fasene omhandler krisehåndtering og gjenoppretting av kontroll.

3.8 Beslutningstaking og beslutningsteori

Beslutningstaking kan i følge Oxford English dictionary defineres som «prosessen med å bestemme seg for noe viktig, spesielt i en gruppe mennesker eller i en organisasjon». Beslutningsteori kan i litteraturen deles inn i normative eller deskriptive. Den førstnevnte beskriver hvordan beslutningstaking skal tas i en kontekst uten begrensninger i tid og informasjon, mens det sistnevnte baserer seg på hvordan beslutningstaking gjøres i praksis. Normativ beslutningstaking kjennetegnes av en analytisk og rasjonell tilnærming basert på et middel-mål-hierarki. Det rasjonelle bildet av beslutningstaking forutsetter at beslutningstakere har oversikt over alle mulige handlingsalternativer og hvilke konsekvenser de ulike alternativene vil lede til, og samtidig ha klare preferanser og beslutningsregler som alternativene kan vurderes opp i mot. I praksis er dette ofte ikke mulig (Hern et al., 2019).

3.8.1 Bounded rationality og Garbage can modellen

Simon og March (1993) innførte begrepet «Bounded rationality» i organisasjonslære. I følge han er menneskets rasjonalitet i beslutninger og handlinger begrenset av informasjonen de besitter, kognitive begrensninger og tid. Brorparten av alternativene er som regel ikke kjente og må aktivt søkes etter. På grunn av begrensende ressurser og begrenset kapasitet til å behandle informasjon vil dette være suboptimal. Under disse forholdene må beslutninger tas basert på tilgjengelige data, ressurser og deres kapasitet til å behandle informasjon. På grunn av disse begrensningene vil beslutningstaker søke tilfredstillende løsninger ved bruk av begrensede virkelighetsmodeller, istedenfor optimale løsninger. I beslutningsteori beskrives dette som «Satisfisering», en løsning er god nok når den tilfredstiller forhold i akseptkriterier som er satt. «Bounded rationality» er således relatert til forenkling av komplekse situasjoner (Kongsvik, 2015). Resultatet er dermed en suboptimal beslutning.



Figur 3.7: Bounded rationality

I følge March et al. (1972) kan beslutninger i en organisasjon være tilfeldige og kjennetegnes som ustrukturerte prosesser, ofte omtalt som *Garbage can decision making*. Her anses organisasjoner og beslutningssituasjoner som organiserte anarkier som kjennetegnes av (1) uklare mål og preferanser, (2) av at teknologi og kjerneprosesser er uklare og dårlig forstått, og (3) av flytende deltakelse, hvor det er uklart hvem som er deltaker i beslutningsprosessen til enhver tid (Kongsvik et al., 2018).

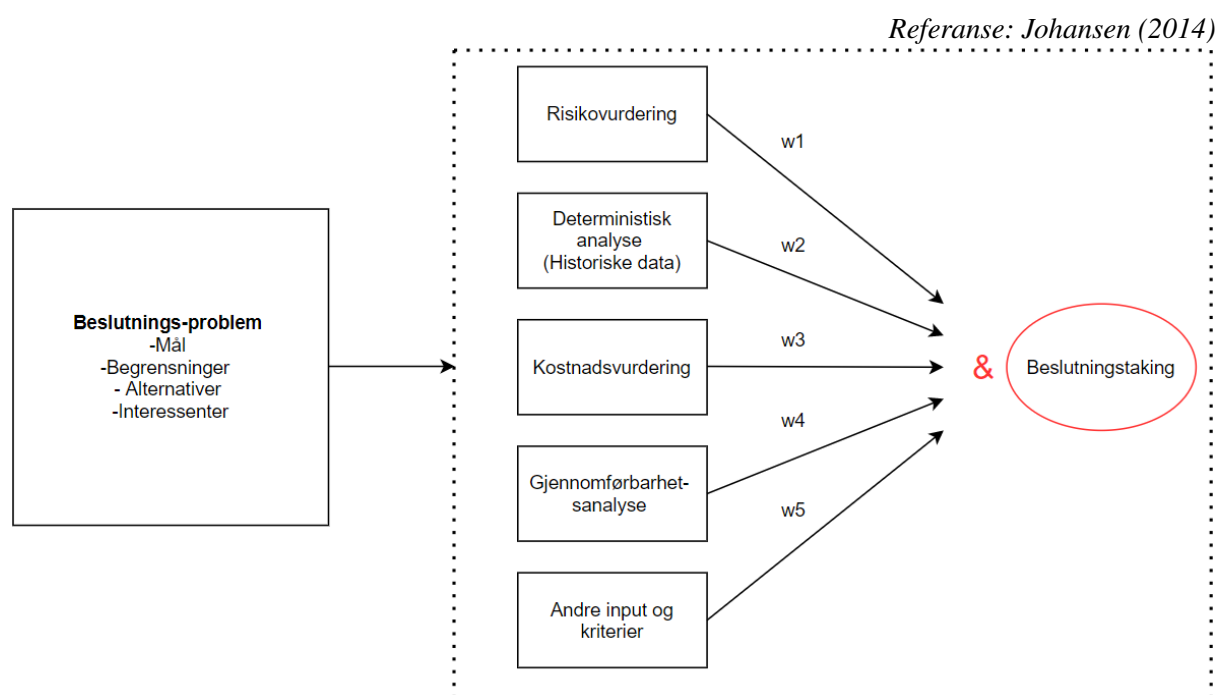
Garbage can decision making er et metafor på en søppelbøtte der aktører, løsninger og problemer sirkulerer i ulike strømmer. Disse strømmene konvergerer når en mulighet dukker opp og en

beslutning tas. Beslutningstakere er gjerne involvert i flere beslutningsprosesser samtidig, og samme løsning kan bli brukt på flere ulike problemer fordi de tilfeldigvis sammenfaller i tid, og fordi det er akkurat disse aktørene som deltar i prosessen. Dette vil si at løsninger på problemer vil være tilfeldige ved at de finnes i organisasjonen på samme tidspunkt. Løsninger kan allerede være i organisasjonen, men de har ikke blitt implementert fordi den ikke var tydelig koblet opp mot et problem. Løsninger kan også på sett og vis gi opphav til nye problemer som må løses. Valget av løsninger trenger ikke alltid å stamme fra analyser av problemene i seg selv, men kan også påvirkes av organisatoriske prosesser, aktører og hva som er aktuelt i organisasjonen og omgivelsene (Kongsvik, 2015).

3.8.2 Risikoinformert beslutningstaking

Risikoinformert beslutningstaking er en deliberativ prosess der innsikt fra risikovurdering er vurdert sammen med andre hensyn, for å skape en mest mulig «informert» beslutning i henhold til risiko relatert til mennesker, miljø og andre sårbare mål (Zio og Nicola, 2012). Risikoinformert beslutningstaking er forskjellig fra en risikobasert beslutningstaking, der beslutningen kun er basert på en risikovurdering. Det eksisterer en konsensus på at gode beslutninger er risikoinformert og ikke risiko-basert. For det første har en risikovurdering begrensninger og beskriver kun de mulige konsekvensene og sannsynlighetene for at disse skulle tiltreffe. For det andre finnes det andre faktorer og andre kilder av informasjon som man også burde ta hensyn til i strategiske beslutningsprosesser (Zio og Nicola, 2012; Johansen, 2014).

Figur 3.8 viser en oversikt over prinsippene i risikoinformert beslutningstaking hvor resultatet fra risikovurderingen er balansert med andre vurderinger relatert til sikkerhet, økonomi og andre faktorer. Balansen av de ulike vurderingene er bestemt av den relative vekten, w_i , beslutningstakeren setter på hver enkelt vurdering og de forskjellige input-faktorene. Balansen er vanligvis avhengig av relevansen for beslutningsproblemet og tilliten beslutningstakeren har til de forskjellige informasjonskildene og vurderingene.



Figur 3.8: Nøkkelpinsipper i Risiko-informert beslutningstaking

Risiko-informert beslutningstaking har sitt opphav fra romfart og atomkraft som involverer komplekse prosesser. Det vektlegger menneskelig dømmekraft som en viktig del av en beslutningsprosess. Dette fordi det kan eksistere «hull» i informasjon og inputdata, men også fordi beslutningstaking er først og fremst en subjektiv-evnebasert oppgave (Zio og Nicola, 2012). I komplekse beslutningsprosesser som involverer flere faktorer, er det essensielt at tidligere erfaringer og bakgrunnkunnskap benyttes for å fremkomme pålitelige beslutninger. Den menneskelige faktoren er sett på som en viktig ressurs for å vurdere fare og kan betegnes som en immateriell barriere. Ifølge Zio og Nicola (2012) vil risiko-informert beslutningstaking være relevant for systemer hvor det er: (1) Betydelige kostnader og store tiltak relatert til sikkerhet. (2) De faktiske konsekvensene av beslutningene er vanskelig å forstå uten detaljerte analyser. (3) Usikkerhet i datagrunnlaget skaper videre usikkerhet i konsekvensene av beslutningen. (5) Flertydighet, hvor beslutningen må ta hensyn til faktorer for å tilfredstille ulike mål. (6) stort mangfold av interessenter.

3.8.3 Usikkerhet i beslutningstaking

Usikkerhet i beslutningstaking oppstår når det er ufullstendig informasjon om faktorene som er involvert i beslutningssituasjon (Radford, 1989). Under usikkerhet i beslutningstaking er det to spørsmål som må evalueres (Aven og Ersdal, 2008).

1. Hva er de fremtidige konsekvensene og tilhørende usikkerhet for en handling?
2. Hva er en god beslutning eller handling?

Ifølge Klein (2001) eksisterer det fire usikkerhetsmomenter i beslutningstaking. (1) Manglende informasjon, hvor informasjon ikke er tilgjengelig, ikke har blitt motatt eller har blitt motatt, men kan ikke lokaliseres når det er nødvendig. (2) Upålitelig informasjon, troverdigheten til kilden er lav eller at det er oppfattet til å være lav, selv om informasjonen er svært nøyaktig. (3) Tvetydig eller mostridende informasjon, der det finnes flere rimelige måter og tolke informasjon på. (4) Kompleks informasjon, hvor det er vanskelig å tolke informasjon fra flere sider. Mange av disse usikkerhetsmomentene er identiske til usikkerhetsfaktorer knyttet til kunnskapsgrunnlag i presentert i Aven (2017), og kan dessuten knyttes opp mot informasjonsperspektivet i Turner (1978). Hvor viktig informasjon som kunne ha avverget faren, ikke nås frem til beslutningstaker.

Beslutningstaking kan under usikre forhold relateres til signal-deteksjonsteori. Når beslutningstakere står ovenfor usikker informasjon om en mulig naturfare finnes det to alternativer: Informasjon blir sett på som varselstegn på en reel fare («signal»), eller at informasjon ikke er representativt for de reelle forholdene og kan overses («støy»). Dette kan illustreres i krysstabell 3.3. Den første aksene representerer skredrisiko, mens den andre aksene representerer beslutningstakers valg om å evakuere eller ikke (Eiser et al., 2012).

Tabell 3.3: Beslutningstaker naturfarer

Beslutning/risiko	Evakuere	Ikke evakuere
Skred	Treff	Bom
Ingen skred	Falsk alarm	Korrekt avvisning

Ifølge den øvrige teorien er beslutningstakers evne til gode beslutninger avhengig av to faktorer. Den første er den diskriminerende evnen for å finne ut hva som er «støy» og hva som er «signal». Den andre er evnen til å kjenne igjen farlige situasjoner uavhengig av alle fakta. Ved

varsling av naturfarer kan en bom, eller en falsk negativ få svært alvorlige konsekvenser. Dette tilsier at beslutningstaker bør tilpasse seg et føre-var prinsipp. Hvor sannsynligheten for en bom er redusert og til gjengeld akseptere flere falske alarmer. På en annen side vil flere falske alarmer være svært ressurskrevende. De kan medføre selvtilfredshet og kynisme blant evakuerte innbyggere når skredet aldri materialiseres. Dette kan kobles opp i mot «ulv ulv mentalitet». I følge undersøkelser av Mileti og Sorensen (1990) er «ulv ulv mentalitet» derimot bare en myte. Folk flest vil følge beslutningstakers krav når det gjelder evakuering. Hvis falske alarmer skjedde ofte og årsaken for disse falske alarmene ikke er kommunisert og konsekvensene av evakueringen er store. Vil det åpenbart ha en negativ innvirkning for befolkningen. Flere evakueringer vil dessuten forstyrre daglige og økonomiske aktiviteter. Det eksisterer derfor en vinning ved å unnlate evakuering, i en situasjon hvor det ikke er nødvendig (Eiser et al., 2012). I et sikkerhetsmessig ståsted kan falske alarmer ha en positiv effekt. Falske alarmer, hvis kommunisert godt nok, kan faktisk øke samfunnets oppmerksomhet mot naturfarer og forbedre samfunnets evne til å tolke risiko-informasjon i en varsling kontekst. Falske alarmer kan derfor sees på som muligheter, enn problemer. Det er en mulighet for å formidle informasjon og gjøre folk mer risikobevist på naturfarer (Mileti og Sorensen, 1990).

4 Metode

Denne masteroppgaven er et etterarbeid av et fordypningsprosjekt fra tidligere semester. Prosjektet omhandlet usikkerhetens innvirkning på håndtering av naturfarer, hvor det var fokus på risikostyring av snøskred. Prosjektet var en litteraturstudie med hovedtyngde innen usikkerhet, der de store snøskredene i Longyearbyen ble brukt som case. på bakgrunn av videre arbeid, ble tema og problemstilling valgt for masteroppgaven. For å besvare problemstillingen ble det gjennomført 14 kvalitative intervjuer, der aktører tilknyttet varsling og risikohåndtering av naturfarer var representert. Oppgaven tar utgangspunkt i fire forskjellige varslingssystemer.

4.1 Tidligere litteraturstudie

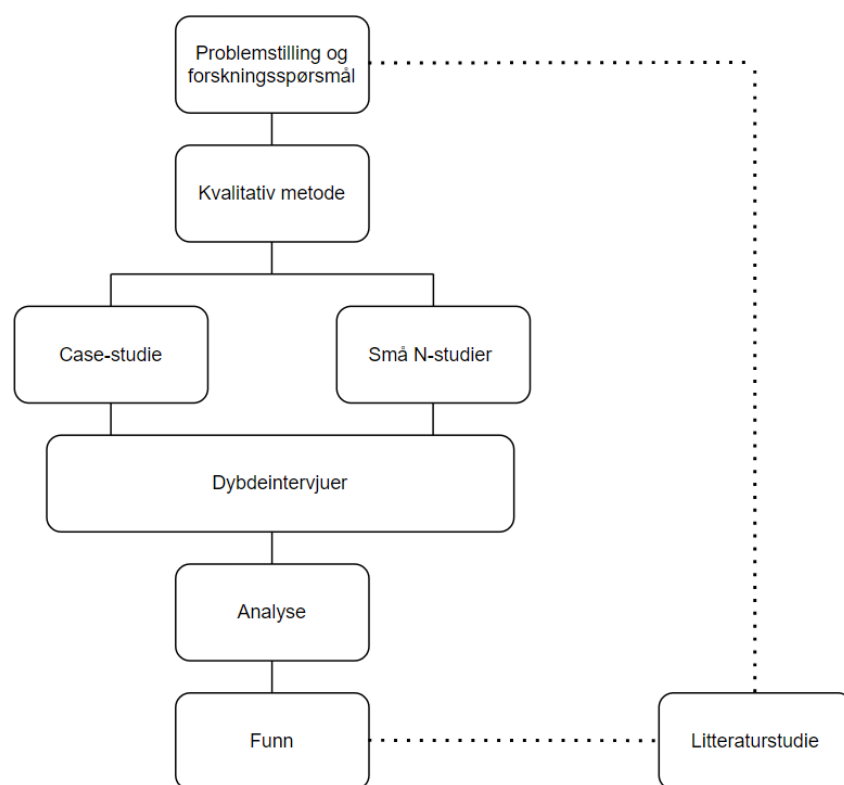
I den tidligere litteraturstudien var det fokus på risikobildet i Longyearbyen og usikkerhet i risikostyring relatert til naturfarer. Ettersom usikkerhet også er et sentralt tema i denne oppgaven, ble litteratur om usikkerhet videreført. En oversikt over de mest sentrale referansene fra litteraturstudien er vist i Tabell 4.1. Funn fra litteraturstudien ble benyttet videre til utforme intervjuguiden og videre i analysen for å supplere funnene fra datainnsamlingen.

Tabell 4.1: Litteratursøk

Databaser	Søkeord	Referanse	Informasjon
Sciencedirect Oria	Risk assessment Uncertainty in risk assessment	Rausand & Haugen (2020) Risk assessment: Theory, Methods and Applications	Beskriver parameter-, modell-, og kompetanseusikkerhet.
	Risk management uncertainty Uncertainty in risk Knowledge aspects in risk	Aven (2016) Risk assessment and risk management: Review of recent advances on their foundation Aven (2017) Improving risk characterisations in practical in practical situations by highlighting knowledge- aspects with applications to risk matrices.	Kategorisering av ulike typer usikkerhet i risikostyring. Operasjonalisering av kunnskapsstyrke for å håndtere usikkerhet.

4.2 Forskningsdesign

En oversikt over hvordan studien er bygd opp er vist i Figur 4.1 Problemstillingen i denne oppgaven er eksplorativ og beskrivende, der forfatteren ønsker og oppnå større innsikt om usikkerhet, og hvordan det kan håndteres i en risikostyringsprosess. Kvalitative studier er egnet når det eksisterer lite kunnskap om studieobjektet, og burde benyttes hvis det er ønskelig å samle store mengder data for å forstå studieobjektet i detaljnivå (Jacobsen et al., 2016). Det eksisterer lite litteratur om usikkerhet i risikostyring, ettersom det er et relativt nytt fenomen i risikofaget. Usikkerhet i dagens varslingssystem av naturfarer er heller ikke et godt undersøkt. For å få størst mulig innsikt og opparbeide seg mest mulig kunnskap har forfatteren derfor valgt en kvalitativ tilnærming i forskningsprosjektet. I følge Johannessen et al. (2016); Jacobsen et al. (2016) eksisterer det flere måter å samle inn kvalitative data. De vanligste metodene er dybdeintervjuer, fokusgrupper, observasjoner og dokumentstudier. Dybdeintervju undersøker personlig synspunkter. Fokusgruppe undersøker enighet og uenigheter om et fenomen i en gruppe. Observasjoner benyttes for undersøke «Work As Imagine vs Work As Done». En dokumentstudie er innsamling av sekundærdata når primærdata ikke er tilgjengelig. Utifra oppgavens tema og eksplorative problemstilling, ble det bestemt å gjennomføre dybdeintervjuer. Fokusgrupper kunne i prinsippet også ha vært en aktuell metode, men er i større grad vanskeligere å gjennomføre med tanke på beleilighet og møtetidspunkter.



Figur 4.1: Forskningsmetode og oppbygning

Empirien i denne oppgaven kan beskrives som en case-studie med supplerende små N-studier. Risikobildet i Longyearbyen er et representativt case for usikkerhet og klimaendringer. På grunn av den store oppvarmingen i arktiske strøk, kan det på mange måter beskrives som en forutseende indikator for klimaet i fremtiden. For å avgrense oppgaven ytterligere har det vært et vedvarende fokus på det lokale varslet i Longyearbyen.

Det lokale varslet i Longyearbyen er et unikt tilfelle som gir mulighet for å finne svar på problemstillingen. Det har foregått siden 2016 og har med tiden blitt et godt etablert tiltak for å håndtere skredfare mot bebyggelse. Skred og naturfarer er komplekse fenomener som er svært vanskelige å risikovurdere helt eksakt. Dette skyldes et kompleks spill mellom forskjellige påvirkende faktorer som temperatur, nedbør og vind. I et kompleks risikobilde er det nødvendig å involvere flere aktører for å sammenstille så mye kunnskap som mulig. Den Lokale varslingen består av tre forskjellige aktører med tre distinkte roller som nevnt i kapittel 2.6. For å finne svar på problemstillingen er det interessant å undersøke varslingssystemet nærmere for å identifisere potensielle usikkerhetsmomenter i hvert ledd, og se på hvordan disse kan håndteres.

Opgaven har derimot ikke kun fokus på varslingssystemet i Longyearbyen. For å samle ytterligere informasjon om usikkerhet i risikostyring har det også blitt foretatt små N-studier av ulike aktører innenfor risikohåndtering av naturfarer på fastlandet. Informanter tilknyttet varslingssystem i Nordkapp, KlimaDigital og det regionale flom- og jordskredvarslingen er representert i utvalget. Dette for å finne et godt svar på problemstillingen og gjøre studien generaliserbart. Et bredt spekter av ulike aktører i observasjon, varsling, beslutningstaking og beredskapshåndtering er representert. Ved å samle data fra flere aktører får man en bredere definisjon på hva usikkerhet er, ettersom det i stor grad vil variere fra aktør til aktør, og fra rolle til rolle. Datainnsamlingen i denne masteroppgaven er basert på en kvalitativ casedesign hvor usikkerhet studeres inngående i ulike kontekster og områder i Norge.

4.3 Utvalgsstrategi

Utvalg av intervjuobjekter er viktig for hvilken type informasjon man får i datainnsamlingen (Bryman, 2015). Utvalget i denne masteroppgaven er derfor basert på strategisk utvelgelse. Dette innebærer at utvalget er trukket som følge av relevant kompetanse og erfaring knyttet til problemstillingen. Dette er viktig fordi hensikten med masteroppgaven er få større innsikt i usikkerhet og risikostyring av naturfarer. Det var dermed ønskelig at kandidatene hadde en tilknytning til et varslingssystem og/eller har kunnskap om risikohåndtering og risikostyring av naturfarer. I praksis har snøballmetoden blitt benyttet for å kartlegge aktuelle intervjuobjekter. Her ble interessante kandidater anbefalt av enten personer som var tilknyttet til forskningsprosjektet eller av tidligere intervjuobjekter. Kandidatene som ble valgt stammer fra en rekke ulike bakgrunn og har forskjellige roller i skredvarslingen. Et fåtall av disse jobbet derimot ikke direkte med varsling, men jobber for en aktør innenfor den spesifikke rollen. De hadde likevel kunnskap og erfaringer på hvordan usikkerhet kan defineres og håndteres i de forskjellige fasene i rammeverket. Fra datasamling, til tolkning og til slutt beslutningstaking. Det var viktig at datainnsamlingen i forskningsprosjektet ikke skulle overskride tiden som var satt av. Dette med tanke på at kvalitative metoder kan være tidskrevende i henhold til transkribering og analyse. Totalt ble data samlet inn fra 14 informanter. En oversikt over informantenes rolle og tilhørighet er vist i Tabell 4.2

Tabell 4.2: Roller i rammeverk for varsling

Tilhørighet/ Rolle	Observasjon	Varsling	Beslutningstaking	Beredskap	Total
Longyearbyen	3	1	2	1	7
N-studier	1	3	2	1	7
Sum	4	4	4	2	14

7 informanter er tilknyttet varslingssystemet i Svalbard. De resterende 7 tilhører ulike varslingssystem på fastlandet. Alle rollene i varslingssystemet er representert. I tillegg til de tre hovedrollene i varslingsrammeverket var det bestemt å innføre beredskap som en fjerde aktør. Dette fordi beredskapsaktører har en sentral rolle i tiltakene som iverksettes av beslutningstaker som eksempelvis evakuering av bebyggelse. For å identifisere usikkerhetsmomenter i risikostyring ytterligere var også usikkerhet i beredskapshåndtering et tema som var gjennomgått med informanter med bakgrunn i beredskap. Dette hører naturligvis ikke til usikkerhet i varslingssystemet ettersom beslutningen om evakuering allerede er tatt. Det er likevel tatt med ettersom beredskapshåndtering er et viktig tiltak i risikostyring. Utvalget gir et godt grunnlag for datainnsamlingen i oppgaven. Dette med tanke på hvor mange personer som jobber med varsling i Svalbard og på fastlandet. For å besvare problemstillingen og forskningsspørsmålene på en god måte, må alle aktører som er tilknyttet varslingssystemet være representert slik at deres synspunkter om usikkerhet kommer i lys.

4.4 Kvalitative intervjuer

Metoden i denne oppgaven er individuelle kvalitative semistrukturerte intervjuer. Dette fordi semistrukturerte intervjuer egnet til studier med et klart fokus og en spesifikk problemstilling. Semistrukturerte intervjuer er også egnet til fler-case-studier der det er behov for en viss struktur for å sammenlikne flere caser inngående (Bryman, 2015).

I et semistrukturert intervju benyttes det en intervjuguide med spørsmål og spesifikke emner som skal dekkes. Informanten har et svært stor spillerom i å svare. Spørsmålene trenger ikke å være stilt i en konkret rekkefølge så lenge det konkrete teamet dekkes. Semistrukturerte intervjuer oppfordrer til oppfølgingsspørsmål, og går inn i dybden dersom et interessant tema eller uttalelse dukker opp. Spørsmålene tilpasses med andre ord kandidatens kunnskap og erfaringer om tema i kontekst.

I følge Jacobsen et al. (2016) kan kvalitative intervjuer utføres ved personligintervju, telefonintervju eller epost/internettskjema. Forfatteren valgte å gjennomføre personlige intervju for å skape tillit og åpenhet. Dette fordi personlige intervju gir en god samtaleflyt med få distraksjoner og forstyrreser sammenlignet med telefonintervju eller epost. Personlig intervju har også den fordelen at faglige modeller og figurer lett kan presenteres for både forfatteren og intervjukandidaten. En utfordringen knyttet til personlige intervju er at forfatteren og intervjukandidaten må befinne seg i samme tid og rom. Denne problematikken ble imidlertid fjernet når brorparten av intervjuene foregikk på Microsoft Teams. Bekvemmeligheten med digitale møter er en viktig faktor i å gjennomføre datainnsamlingen, ettersom intervjuobjektene er godt spredt rundt i landet.

Under et intervju kan det være utfordrende å ta notater samtidig som man fokuserer på en god samtale. For å samle inn så mye informasjon som mulig, valgte forfatteren og ta opp intervjuet, gitt et samtykke fra kandidaten. Et infoskriv ble sendt til kandidatene i forkant av intervjuet som beskriver hvordan personlige opplysninger behandles. Et lydopptak vil gjøre intervjuet lettere å transkribere i ettertid og redusere sannsynligheten for misforståelser av håndskrevne notater. Transkripsjonen av intervjuene er ikke inkludert for opprettholde anonymitet.

4.4.1 Utforming av intervjuguide

Hensikten med intervjuguiden var å strukturere temaene og spørsmålene som skulle gjennomgås, slik at strukturen var mest mulig lik fra intervju til intervju (Johannessen et al., 2016).

Forfatteren var opptatt av at alle skulle snakke åpent om temaene. Det var derfor forsøkt å skape en avslappende atmosfære med litt småprat ved intervjuets start, etterfulgt av en introduksjon av forfatteren og forskningsprosjektet. Ved utarbeidelse av guiden ble først aktuelle forskningsspørsmål og deltema identifisert. Ut i fra forskningsspørsmålene og teorigrunnlaget ble spørsmålene definert og sortert i en rekkefølge etter tema som føltes naturlig. Hvert tema starter i hovedsak med åpne spørsmål for å få en god flyt i samtalen. Dette også fordi åpne spørsmål oppmuntrer til fortellende svar (Bryman, 2015).

Nøkkelspørsmål kan defineres som kjernen i intervjuet hvor over halvparten av tiden ble brukt på disse spørsmålene. Disse spørsmålene er vanligvis svært tett koblet i mot problemstillingen (Johannessen et al., 2016). Nøkkelspørsmålene i denne oppgaven var i tema usikkerhet som skulle gjennomgås grundig. Når alle temaene i intervjuguiden var dekket, ble intervjuet avsluttet på en ryddig måte. Det var avsatt tid til avsluttende kommentarer og spørsmål om veien videre for usikkerhetshåndtering. Intervjuobjektet ble til slutt takket for deltakelsen. Det var i utgangspunkt satt av 1 time til hvert intervju, men de individuelle intervjuene varte fra mellom 20 minutter til over en time. Gjennomsnittstiden som ble brukt på intervjuer var rundt 45 minutter. Intervjuguiden som ble benyttet i denne oppgaven er vist i Vedlegg A5.

4.5 Nøytralitet og sensitivitet

Forfatteren hadde ingen tidligere erfaringer med å gjennomføre kvalitative intervjuer. Det ble heller ikke gjennomført en pilotintervju før de reelle intervjuene fant sted. Manglende erfaring i kvalitative metoder kan være en utfordring for nøytralitet og sensitivitet. Dette fordi det er større sjanse for at forskeren kan bli påvirket av data eller selv påvirkes av data. Nøytralitet omhandler at resultatet skal være objektivt og nøyaktig. I kvalitative metoder er forfatteren ofte svært tilknyttet til forskningen. Det kan dermed være en fare for at forfatteren «farges» av datagrunnlaget. Sensitivitet omhandler innsikt i datamateriale for å finne relevant informasjon og se sammenhenger (Corbin og Strauss, 2015). En ulempe med kvalitative intervjuer er at innsamlet data kan være kompleks og svært detaljrike (Johannessen et al., 2016). Det kan eksempelvis være utfordrende og svært resursskrevende når innhentet data skal analyseres. Manglende erfaring kan medføre at forfatteren bli overveldet av informasjon slik at det blir vanskelig å trekke sammenhenger. For å sikre god nøytralitet og sensitivitet prøvde forfatteren å formulere spørsmålene slik at svarene ble så nyttige som mulig i forhold til forskningsspørsmålene.

Forfatteren skrev denne oppgaven alene og dette har medført et ensrettet perspektiv og manglende forskertrianglering. Et resultat av dette er at man ikke greier fange opp andre elementer og perspektiver som har betydning for den gjennomførte forskningen. Dette vil også i noen grad påvirke sensitiviteten og oppfølgingsspørsmålene som stilles under intervjuene.

4.6 Gjennomføring av intervjuer

I de første intervjuene var det en tendens til å følge intervjuguiden blindt. Etter flere intervjuer kommer det naturligvis mer erfaring og det ble dannet en bevissthet rundt svakheter i intervjuguiden. Spørsmålene måtte for det første tilpasses hvilken rolle intervjuobjektene har i forhold til varslingsrammeverket. For det andre fungerte ikke alle spørsmålene i intervjuguiden like godt ettersom det ikke var i intervjuobjektets «felt», men flesteparten hadde en bred kunnskap og visse formeninger om fenomenene i kontekst. Intervjuguiden ble derfor modifisert fortløpende for å tilpasse ulike roller og deres bakgrunn. Ved gjennomføring av intervjuene ble det gjort et forsøk på å la intervjuobjektet snakke uavbrutt, selv om det de snakket om ikke hadde noe betydning for forskningsspørsmålene. Dette førte til mer arbeid under analysen, men på en annen side ga det dypere innsikt i deres erfaringer. Det var dessuten mulighet for å stille relevante oppfølgingsspørsmål i ettertid som var nyttig for å se konteksten i sin helhet. Bryman (2015) sier videre at man skal unngå å stille ledende spørsmål. Dette gjør det vanskelig for mottakeren å svare noe annet enn det du forventer. Ledende spørsmål ble derfor kun spurt for å bekrefte deres synspunkter under intervjuene. Dette også for å sikre oppgavens nøytralitet og sensitivitet, slik at uttalelser ikke misforstås.

Til tross for denne manglende erfaringen ved de første intervjuene, følte forfatteren at dybdeintervjuene ble gjennomført på en god måte. Dette fordi det var mulig å kunne relatere til teoretiske begreper innen skred, dets varslingssystem og aktørene som er involvert. En sentral årsak til dette er det teoretiske grunnlaget som har blitt oppsamlet gjennom perioden og ikke minst turen til Longyearbyen. Der fikk forfatteren mulighet til å bli enda bedre kjent med de lokale forholdene og representanter fra den lokale varslingen. Uten denne innsikten ville ikke prosjektet hatt like stor nærhet og resultatet fra analysen kan være annerledes.

4.7 Validitet

Ifølge Jacobsen et al. (2016) er ekstern validitet eller generaliserbarhet en utfordringen knyttet til casestudie og kvalitativ forskning. Dette fordi studien er gjennomført i en unik situasjon med unike informanter. Det er derfor vanskelig å generalisere funnene utenfor selve det studerte tilfellet. Det ble nevnt innledningsvis at rammeverket for et varslingsystem av naturfarer er likt selv om metodene som benyttes er forskjellige. Denne studiens funn vil derfor etter forfatterens formening være generaliserbart ikke bare til håndtering av skredfare, men også andre typer naturfarer. Generaliserbarheten vil også være sterkt ettersom det har vært fokus på ikke bare lokalvarslingen i Longyearbyen som et enkelt case, men også små-N-studier relatert til varsling i fastlandet. Ifølge Bryman (2015) kalles dette datatriangulering, der det brukes flere grupper av informanter.

Den interne validiteten eller kredibilitet er i følge Bryman (2015) relasjonen mellom datagrunnlaget og teorien som utvikles som følge av dette. Det kan også defineres som studiens troverdighet. Den interne validiteten har blitt godt ivaretatt i denne studien ettersom funnene i denne oppgaven kun er bearbeidet fra datagrunnlaget og tilhørende teori. Da det er kun en person som har analysert data vil det ha en innvirkning på oppgavens kredibilitet. Dette kan igjen kobles opp mot at funnene vil være preget av et ensrettet perspektiv, med manglende forskertriangulering. For å øke kredibiliteten av studien ytterligere blir hovedfunnene i intervjuene relatert til problemstillingen presentert først i en resultatdel, mens forfatterens egne tanker knyttet til funnene vil bli presentert i en diskusjonsdel. Dette for å skape et klart skille mellom hva som er direkte informasjon og forfatterens tolkning av resultatet.

Utvalget av informanter og antallet informanter vil ha en innvirkning på studiens interne og eksterne validitet Bryman (2015). I denne oppgaven var det samlet inn data fra 14 intervjuobjekter fra forskjellige roller og bakgrunn innenfor varslingssystemet. Flere av disse personene har en lang og bred erfaring innenfor risikohåndtering og varsling. Til tross for det store utvalget, kommer det likevel frem i analysen at det er stor grad av enighet blant informantene, spesielt innenfor de spesifikke rollene i varslingsrammeverket. Dette har ført til en moderat grad av teoretisk metning. Dette kan forklares som informasjonsmetning, der det ikke kommer noe nytt eller relevant informasjon relatert til tema i intervjuguiden og problemstillingen (Corbin og Strauss, 2015). Antallet i utvalget kan dermed betegnes som mettende ettersom mange forskjellige synspunkter var representert og ny eller relevant informasjon ikke lengre fremkom

Hvorvidt utvalget kan betegnes som representativt er derimot uklart. Dette fordi det er en viss skjevhet i fordelingen av roller i de ulike varslingsystemene. Det var kun et intervjuobjekt som var tilknyttet til varsling i Longyearbyen. Det var også kun et intervjuobjekt som var tilknyttet til observasjon i N-studiene på fastlandet. Den skjeve fordelingen av intervjuobjekter innad i de forskjellige stedene kan redusere studiens validitet for det enkelte varslingsystem, men igjen så er utvalget basert på flere varslingsystemer i Norge som øker generaliserbarhet. Hvis mange av intervjuobjektene har samme synspunkter, vil det være lettere å fastslå bestemte koder og kategorier som kan benyttes videre i analysen. Det motsatte gjelder også, hvis et fåtall skiller seg ut. Dette var et viktig moment ved videre datanalyse.

4.8 Reliabilitet

Reliabilitet kan kobles opp i mot konsistens, god reliabilitet tilsier at forskningsresultatet kan gjenskapes hvis metoden for studien er fulgt (Bryman, 2015). I kvalitativ forskning er dette

en utfordring ettersom forskeren ofte er svært tett tilknyttet til forskningen. Utvalget i denne oppgaven er også knyttet til et bredt spekter av aktører som jobber med varsling. For god reliabilitet må de samme personene, eller de samme aktørene intervjues på nytt. Det er tilegg vanskelig å gjenskape situasjonene og opplevelsen i et dybdeintervju. Dette medfører at man i noen tilfeller ikke kan beskrive hva som har blitt gjort i konkret detalj. For å øke reliabiliteten i kvalitative studier kan man likevel gi en beskrivelse hvordan man kom frem til resultatet i analysedelen og dermed gjøre studien transparent. En oversikt over fremgangsmåten er vist i Kapittel 4.10.

4.9 Etiske betraktninger

I forskning vil det eksistere etiske og praktiske dilemmaer som forskeren må ta hensyn til. I følge Jacobsen et al. (2016) eksisterer det tre grunnleggende krav mellom forsker og de som forskes på.

- *Informert samtykke* er en forutsetning for frivillig deltakelse og at deltakelsen er basert på fullkommen informasjon om hensikt, og ulemper og fordeler ved deltakelse.
- *Krav til privatliv* stiller spørsmål om hvor sensitiv informasjonen som samles inn er, og om hvorvidt det er mulig å identifisere enkeltpersoner basert på denne informasjonen.
- *Krav til riktig presentasjon av data* er å gjengi data korrekte data i riktig kontekst.

Gjennom prosessen har det blitt gjort et forsøk for å best mulig ivareta de etiske aspektene så godt som mulig. Prosjektet har blitt rapportert inn til NSD for godkjenning og alle deres retningslinjer for behandling av personopplysninger har blitt fulgt. Forfatteren har i dette prosjektet kontaktet intervjuobjekter både ved telefon og epost. Informasjon om forskningsprosjektet, dens hensikt, intervjuobjektens muligheter under og etter intervjuet, og behandling av datamateriale har blitt gitt både skriftlig og muntlig før intervjuene. Et infoskriv med relevant informasjon ble sendt til hver enkelt intervjuobjekt. Informert samtykke var i stor grad hentet inn muntlig før intervjuets start. Infoskrivet som ble sendt til intervjuobjektene er vist i Vedlegg A4. Som følge av forskningsprosjektets tema og problemstilling var ikke personssensitive opplysninger nødvendig. Resultatene fra intervjuene er presentert i sitater og tabeller. Det har blitt gjort på en slik måte at det er i liten grad mulig å identifisere og spore informasjon tilbake til intervjuobjektene. Datamaterialet var kun tilgjengelig for forfattere og alt av lydopptak har blitt slettet etter prosjektets slutt. Det var stor variasjon i innhentet informasjon fra hvert intervju som følge av det store utvalget av aktører som var involvert i prosessen. Flere av de stilte spørsmålene kan ha blitt tolket annerledes som følge av kunnskap og bakgrunn, men resultatet fra intervjuene har blitt presentert på en sann måte i riktig kontekst.

4.10 Analyse av data

En kvalitativ analyse av intervjudata bør sammenlikne intervjuer for å påpeke mønstre, regelmessigheter, avvik eller underliggende årsaker. Analyse av kvalitative data finner sted samtidig som datainnsamling. Innsamling av kvalitative data kan derfor beskrives som en iterativ prosess, der man hele tiden gjør en vurdering av innsamlet data og tar med nye funn i analysen. Ifølge Jacobsen et al. (2016) kan en kvalitativ analyse deles inn i fire forskjellige deler.

- **Dokumentere:** Beskrive materiellet samlet gjennom intervjuer eller observasjoner.

- **Undersøke:** Undersøke materialet usystematisk for å finne fremtredende informasjon.
- **Systematisere og kategorisere:** Avgrense materialet og plassere de i ulike kategorier.
- **Lenke:** Fremheve sammenhenger og kausaliteter mellom kategorier.

Analysen i denne oppgaven er i stor grad basert på Jacobsens beskrivelse av kvalitative analyser og følger i stor grad rammeverket som er gitt ovenfor. I dokumenteringsfasen er transkribering av datamaterialet en viktig prosess. Alle intervjuene ble tatt opp, og hvert enkelt intervju ble transkribert ordrett i separerte dokumenter. Intervjuene ble oversatt fra dialekt/engelsk til bokmål for å gjøre det lettere å sammenlikne. Det ble ikke tatt hensyn til samtale-pauser under transkriberingen. Bryman (2015) sier at den skriftlige teksten gir en grundigere vurdering av datamaterialet. Det gir også muligheten for å benytte ulike dataverktøy for å gjøre kodingen lettere. Transkriberingsverktøyet Nvivo ble benyttet til dette formålet. Transkriberingen av datamaterialet skjedde i hovedsak mellom intervjuer. Dette for å få et overordnet overblikk over datagrunnlaget fra hvert enkelt intervju. Dette ga dessuten en mulighet for å evaluere intervjuguiden underveis og finne forbedringspotensialer i egen intervjuteknikk til neste intervju. Under intervjuene ble det i noen tilfeller skrevet notater om viktige momenter fra intervjuobjektene. Dette var eksempelvis ny innsikt relatert til forskningsspørsmålene som forfatteren hadde lyst til å undersøke videre enten i teori eller hos andre intervjuobjekter. Et konkret eksempel er erfaringstilbakeføring og turnover relatert til beslutningstaking i Longyearbyen. Disse notatene ble analysert i etterkant sammen med de transkriberte intervjuene.

Neste steg var å systematisere og kategorisere den store mengden ustrukturert tekst. Dette steget kalles for koding og kategorisering. Fremgangsmåten er at man setter en merkelapp på ord, fraser, setninger eller avsnitt. Det ble laget koder av relevante tema og spørsmål, tilstander, forhold og definisjoner fra de forskjellige intervjuene. Notater som ble tatt under intervjuet ble også vektlagt. Under kodingen ble det lagt mindre vekt på kvantiteten og kvaliteten av kodene. Formålet var først og fremst å finne fremtreende informasjon som kan benyttes videre i analysen. Ved stor åpenhet i kvalitative intervjuer er det stor sannsynlighet for at det vil oppstå flere koder og kategorier i systemiseringsfasen. Det kan dermed bidra til at kategoriseringen i ettertid blir mer kompleks (Bryman, 2015). Etter endt koding var resultatet 62 forskjellige koder. Det påfølgende steget var å gjøre en vurdering av de allerede etablerte kodene og lage kategorier. En stor andel av de eksisterende kodene ble fjernet eller slått sammen til en kategori eller til en underkategori. De etablerte kategoriene var laget i henhold til forskningsspørsmålene i oppgaven. Resultatet som gjensto var 9 hovedkategorier og 11 underkategorier som skulle studeres mer dyptgående. En oversikt over disse er vist i Figur 4.2

Det siste steget i analysen er å finne ut hvilke kategorier som er mest viktige, og hvordan disse er koblet opp i mot hverandre. Dette steget er todelt. (1) Resultatet er i stor grad presentert som sitater og underbygger kategoriene som er funnet i analysen. Intervjuobjektene presenteres som deres respektive roller i varslingsrammeverket og tilhørighet. (2) I diskusjonsdelen er det teoretiske fundamentet brukt som et hjelpemiddel for å diskutere ulike funn relatert til problemstillingen og forskningsspørsmålene. De respektive casene, eller varslingsystemene blir sett på i et komparativt perspektiv. Her vil også forfatterens synspunkter komme til lys.



Figur 4.2: Kategorier i analysen

5 Resultat

Dette kapittelet er et rent empiri kapittel og presenterer kategoriene og underkategoriene i analysen, som vist i Figur 4.2. Til dette formålet vil indikasjoner presenteres som sitater fra de ulike intervjuobjektene. Informantene er kategorisert etter rolle, tilhørighet og tilknytning som vist i Tabell 5.1. Alle fire casene i oppgaven er representert.

Tabell 5.1: Klassifisering av intervjuobjekter

Nr.	Intervjuobjekt	Tilhørighet	Tilknytning	Type skred / hovedfokus
1	Observatør 1	Svalbard	Lokal skredvarsling i Loneyearbyen	Snøskred
2	Observatør 2	Svalbard	Lokal skredvarsling i Longyearbyen	Snøskred
3	Observatør 3	Svalbard	Lokal skredvarsling i Longyearbyen	Snøskred
4	Observatør 4	Fastlandet	KlimaDigital- prosjektet i Stjørdal	Flom-, jord- og sørpeskred
5	Varsler 1	Svalbard	Lokal skredvarsling i Longyearbyen	Snøskred
6	Varsler 2	Fastlandet	KlimaDigital-prosjektet i Stjørdal	Flom-, jord- og sørpeskred
7	Varsler 3	Fastlandet	Regional varsling på fastlandet	Snøskred
8	Varsler 4	Fastlandet	Regional varsling på fastlandet	Flom-, jord- og sørpeskred
9	Beslutningstaker 1	Svalbard	Beslutningstaker i Longyearbyen	-
10	Beslutningstaker 2	Svalbard	Beslutningstaker i Longyearbyen	-
11	Beslutningstaker 3	Fastlandet	Beslutningstaker i Nordkapp kommune	-
12	Beslutningstaker 4	Fastlandet	Beslutningstaker i Nordkapp kommune	-
13	Beredskapsaktør 1	Svalbard	Beredskapsaktør i Longyearbyen	-
14	Beredskapsaktør 2	Fastlandet	Beredskapsaktør i Stjørdal	-

5.1 Vær og vind

Vær og vind er en sentral påvirkende årsak for skred. Fem informanter fra ulike varslingssystem beskriver klimaendringer som en kilde til usikkerhet. Dette som følge av hyppigere og kraftigere nedbør. Mildere vintre gir en større variasjon i snødekket som gjør det mer ustabil. Værforhold har også en innvirkning på friksjon i skredbanen, og dermed hvor langt skredet kan gå. Snøskred har tendens til å gå i bestemte skredbane. Det er derimot vanskelig å fastslå hvor langt det kommer til å gå. Jordskred og flom er i den grad mer usikker, og vanskeligere å kartlegge. Dette hører til hvordan væreforholdene endrer seg over tid og kan være utfordrende når man prøver å gjøre klimafremskrivninger og implementere proaktive tiltak mot skredfare.

5.2 Kilder til usikkerhet

Kilder til usikkerhet i risikoanalyse er beskrevet i Kapittel 3.4. Disse er blitt gjennomgått med intervjuobjektene. Resultatet indikerer at parameter-, modell-, og kompetanseusikkerhet er også gjeldende for flere varslingssystem. Under intervjuene ble det også avdekket andre påvirkende faktorer som kan påvirke kvaliteten av en varslingsprosess. Blant disse er beslutningsprosesser, risikopersepsjon og kommunikasjon.

5.2.1 Parameterusikkerhet

Kapittel 3.4.1 omtalte parameterusikkerhet, det kan beskrives som usikkerhet i inputdata som benyttes i varslingen. Denne type usikkerhet er dermed svært tett koblet mot observasjon.

I observasjon av snøskred skilles det hovedsaklig mellom to typer data. Den første er manuelle fysiske observasjoner gjennom øynene til observatørene. Dette innebærer blant annet punktobservasjoner, utgraving av snøprofiler og stabilitetstester. Den andre typen data er automatiserte datakilder, dette er værstasjoner som innsamler data om vær, vind temperatur og nedbør. Sensorer som måler snødybde og snødrift hører naturligvis med i denne kategorien. Det samme gjelder sensorer som benyttes til å måle vanninnhold i jorden i KlimaDigital prosjektet. Vær og vind er en sentral påvirkende faktor for forekomst av skred. For å vurdere disse forholdene er værprognoser et viktig verktøy. Alle informantene mente at værprognoser var den største kilden til parameterusikkerhet i skredvarslet. Dette gjelder også jordskred- og flomvarslingen i fastlandet som er svært avhengig av værdatabaser som input i hydrologiske modeller, for å vurdere skred og flomfare. Det kan sies at værprognoser er spesielt utfordrende i Svalbard, med et dynamisk værforhold som hele tiden er i endring. Tilfanget man trenger for å lage et værvarsel har man mindre av i Svalbard enn på fastlandet. Dette kan oppsummeres som et sitat fra en beslutningstaker i Svalbard.

«Det jeg ofte har opplevd er at observatører er usikre på hva slags vær som kommer....Når man får et værvarsel har man i Svalbard et dårligere datagrunnlag enn på fastlandet. Dette kan påvirke prognosen for det været man får, og det kan slå i begge retninger. Det er usikkert på hva som kommer til å skje. Det er også dette med geologisk beliggenhet som kan gjøre ting mer uforutsigbart.»
(Beslutningstaker 1)

Moderate nedbørsmengder kombinert med mye vind er ikke uvanlig i Svalbard. Et stort snødrift kan føre til at masse snø lagres i et skredterreng. Dette vil øke sannsynligheten for at snødekket overbelastes og tilrettelegger forhold for utløsning av snøskred. Værprognoser er spesielt usikre i perioden før en storm ankommer. Det kan variere veldig fra dag til dag og medføre usikkerhet. Det kan være en reel utfordring å finne ut hvilken innvirkning værprognosen har for skredaktivitet, med tanke på hvor mye snø som befinner seg i terrenget og hvor mye snø som kommer. En observatør i Longyearbyen nevner dette:

«Den ene tingen som vil bli vanskelig å håndtere når det gjelder usikkerhet er værvarslet. For noen dager siden var det meldt 9 mm snø. Da jeg sjekket værvarslet i går kveld var det nede på 2 eller 3 mm»
(Observatør 1)

Denne usikkerheten relatert til værprognoser er ifølge flere observatører vanskelig å bli kvitt. Dette på grunn av værets uforutsigbarhet, selv en god værprognose vil aldri være helt eksakt. I alle typer varslingssystem danner inputparametere grunnlaget i skredvarslet. Et godt datagrunnlag er avhengig av kvaliteten og mengden data som samles inn. I tillegg til værprognoser er utgraving av snøprofiler en type sanntidsdata som benyttes for å vurdere snødekkets stabilitet. Dette utføres i såkalte observasjonspunkter som skal være representativt for snødekket i et større område. Dette er et usikkerhetsmoment som beskrives av en observatør slik:

«Du prøver jo å si at disse prosessene i snødekket som har funnet sted, antar du har funnet et annet sted, og ofte ser man jo at de store vedvarende svake lag og skredproblemer. Det er de problemene som blir relevante for skredfare, men du kan jo ha et ganske annerledes snødekke i et annet området. Det vil virkelig variere fordi det er aldri homogen nedover en fjellside.»
(Observatør 2)

Snødybde og snødrift er viktige parametere for utløsning av snøskred. I Longyearbyen og i Nordkapp er det installert flere sensorer i skredutsatt terreng. Disse sensorene måler snødybde og er dermed en objektiv informasjonskilde. En varsler påpekte at data fra sensorene vil bidra til å redusere usikkerheten så lenge de føler at dataene er til å stole på.

«Problemet er at i det øyeblikket de ikke sender data som vi føler at vi kan stole på, så øker usikkerheten faktisk.» (Varsler 1)

Bakgrunnen for dette er at varsleren har blitt vandt til at sensorene sender data. Når man plutselig ser at snødybden hopper mye opp og ned betyr det at sensorene gir feilutslag og dataene er ikke representativt for virkeligheten. Når man først blir vandt til robuste datakilder og de ikke lengre er pålitelige vil dette øke usikkerheten. Dette kan også kategoriseres som parameterusikkerhet. Det vil derimot være svært tett koblet opp i mot kompetanse og handler i stor grad om å vurdere skredfare uten fullkommen informasjon.

Parameterusikkerhet er dermed en viktig faktor som vurderes av både observatører og varslere. Parameterusikkerhet har i følge flere informanter blitt tatt opp i flere snøskredvarslinger som de har fått.

En informant i KlimaDigital påpeker at det er stor parameterusikkerhet knyttet til prosjektet. Varsleren sier det følgende.

«klimadigital er første gang vi tester disse parametere i jordfuktighet og hvordan de endrer seg over tid. Jeg håper at det skal bli bra. For å redusere usikkerheten må man installere flere instrumenter å utføre flere tester» (Varsler 2)

Dette indikerer at et nytt varslingsystem som KlimaDigital vil naturligvis ha større usikkerhet, ettersom data kan anses som lite pålitelige. Det er i tillegg manglende kunnskap om hvordan disse nye inputparametere kan brukes videre i varslingsprosessen.

I det regionale flom- og jordskredvarslet utføres varslingen over et regional område. Jordskredvarslingen er i stor grad basert på matematiske beregninger hvor inputparametere er i stor grad værprognoser. Inputdata som benyttes er griddata, værdata for hver kvadratkilometer i Norge. Disse datane leveres i hovedsak av værstasjoner som er i drift av Meteorologisk institutt. Det er totalt 400 værstasjoner som benyttes til den regionale varslingen. En varsler i jordskredvarslingen beskriver parameterusikkerheten slik.

«Værprognoser er den første usikkerheten. Hovedusikkerheten er likevel knyttet til mengden nedbør som kommer...Antall værstasjoner er lite i forhold til areal, så det er en viss interpolasjon, korreksjon med topografi med vind og alt dette.» (Varsler 4)

Informanten forklarer at parameterusikkerhet trolig er den største usikkerheten i flom- og jordskredvarsling. Dette fordi parameterdata og værprognoser utgjør en stor andel av den totale usikkerheten i jordskredvarslingen. Det er da et spørsmål mellom nedbørmengde og nedbørsform. Nedbørsform er spesielt utfordrende fordi der er en forskjell mellom snø, sludd og vann. Snø vil vanligvis ikke ha en stor innvirkning på utløsning av skred, men hvis det er en kombinasjon av regn og høy snøsmelte kan det bli fare for flom. Den største utfordringen ligger i forhold til varsling av styrtregn som er den største påvirkende faktoren for flom og jordskred. Det svært vanskelig å forutsi hvor mye det kommer til å regne. Parameterusikkerhet kan dermed også kobles opp i mot måleusikkerhet. Dette er usikkerhet forbundet med det man vil måle og hvordan man kan måle det.

5.2.2 Modellusikkerhet

Det benyttes mange forskjellige modeller i varslings tjenesten. Kapittel 3.4.2 beskriver modellusikkerhet som usikkerhet i vitenskapelige eller konseptuelle modeller. Modeller er som nevnt en forenkling av virkelighetsbildet og er derfor usikre. En beslutningstaker i Nordkapp beskriver modellusikkerheten på denne måten.

«En modell vil aldri være bedre enn kunnskapen som ligger bak. Modellene vil være i etterskudd.» (Beslutningstaker 3)

Både konseptuelle modeller og beregningsmodeller er sentrale i den lokale varslingen i Longyearbyen og i Nordkapp. Her benyttes modeller for å vurdere sannsynlighet og konsekvens for skred. Den konseptuelle modellen for snøskredfare er gjennomgått og vist i kapittel 2.5. En varsler i Longyearbyen gir en forklaring på hvordan de bruker den.

«Vi prøver å relatere snødekkeobservasjoner, vær-situasjoner og værprognoser til hva vi forventer av skredstørrelse, hvis et eller annet løsner....Det er liksom vårt grunnlag. For å kunne forberede oss litt på det. Så har vi tatt et beregningsprogram som vi bruker til å legge inn bruddkanter av ulike tykkelser» (Varsler 1)

Dette indikerer at inputparametere fra observasjon er svært sentrale i å vurdere skredstørrelsesdimensjonen i modellen. For å få et bedre grunnlag og for å redusere usikkerheten ytterligere, benyttes det beregningsmodeller for å beregne skredets utløpslengde. Beregningsprogrammet kan estimere om flakskredet vil nå bebyggelse eller ikke. Det påpekes at beregningsmodellen bare er et objektivt støtteverktøy og skal aldri brukes alene. For å estimere bruddkanten må man gjøre en helhetlig vurdering av inputparametere fra observasjon. Varsleren illustrerer videre modellusikkerhet med et eksempel.

«Proessen, altså kunnskapsgrunnlaget rundt flakskred er veldig bra. Da er ikke den modell og kompetanseusikkerhet veldig stor, men tar du skavlnedfall fra den andre siden så er kunnskapsgrunnlaget mye svakere og dermed så blir usikkerheten i den problemstillingen mye større.» (Varsler 1)

Utsagnet tyder at manglende fenomenmodeller er en stor kilde til usikker når skredfare skal vurderes. Usikkerheten øker ytterligere når det ikke eksisterer rammer på hva som kan observeres. Modellusikkerhet i snøskredvarsling kan dermed være relatert til manglende fenomenmodeller som gjør det vanskelig å vurdere skredsannsynlighet og skredstørrelse. Dette funnet kan i stor grad relateres til andre varslingssystemer som eksempelvis regional varsling av snøskred, ettersom de i stor grad bruker det samme vurderingsgrunnlaget.

Et intervjuobjekt som er tilknyttet KlimaDigital-prosjektet beskriver modellusikkerhet slik.

«Det er alltid en fare for at modeller bommer, men de fanger opp forhåpentligvis noe som er viktig, men ikke alt. Så av og til kan det være en faktor som kan være viktig som ikke er tatt inn i beregningene.» (Observatør 4)

Observatøren beskrev modellusikkerhet på denne måten da samtalen omhandlet klimaendringer og KlimaDigital prosjektet. Både gamle og nye modeller bør bli testet i forskjellige forhold før de tas i bruk. En generell utfordring i KlimaDigital prosjektet er å ta i bruk nye modeller for de nye parameterene som samles inn. Flesteparten av disse modellene er ikke tilpasset Norges geologiske forhold.

«Det finnes modeller i andre land, men du må kalibrere det for Norge for å kunne teste i Norske forhold og på denne måten redusere usikkerheten» (Varsler 2)

Dette indikerer at modeller som er tilpasset gamle forhold eller forhold som ikke er representativ for de gitte forholdene vil ha økt usikkerhet.

I flom- og jordkredvarslingen benyttes også fenomenmodeller og beregningsmodeller. Disse modellene er omtalt som hydrologiske modeller. Outputparametere i disse modellene er hydrometeorologiske variabler, disse brukes i kombinasjon med tidligere skredhistorikk til å

lage terskelverdier. Terskelverdiene er svært sentrale i varslingen og brukes til å bestemme varslingsnivå i det regionale varslet. En varslers som er tilknyttet det regionale flom- og jordskredvarslet påpeker at de viktigste parametere i terskelmodellen er vannmetning i bakken og hvor mye regn og snøsmelting som kommer. Varsleren beskriver usikkerheten slik

«Når vi har gjort disse beregningene av terskelverdi kan det oppstå usikkerhet. Det å vite hvilken skredtype som har vært og hva var egentlig årsak til skredtypen. Det kan være menneskelig årsak. Det kan være at de er registrert på feil tidspunkt. Det kan være at det er registrert i et sted som er langt fra målestasjon. Det betyr at data fra vår modell ikke er så bra.» (Varsler 4)

En annen varslers som har en tilknytning til flom- og jordskredvarslingen sier følgende.

«Nå diskuterer vi at den hydrologiske modellen ikke er godt og må eksportere til en annen plattform. Modeller har datausikkerhet, men veldig ofte kan man ikke endre fordi det er ting i organisasjonen som ikke er på plass. Derfor vi tenker OK, mens vi venter skal vi bruke hodet» (Varsler 2)

Dette tyder at usikkerhet kan oppstå som følge av organisatoriske faktorer som medfører at man ikke benytter «beste praksis». En sentral årsak til usikkerhet er dermed nøyaktigheten av modellene som benyttes. Det finnes også begrensninger i hva slike modeller kan måle. Under disse tilfellene må man bruke egen taus kunnskap til å vurdere forholdene.

5.2.3 Kompetanseusikkerhet

Kompetanseusikkerhet er beskrevet i Kapittel 3.4.3 og relateres til den generelle kvaliteten av en risikovurdering og kompetansen til de som er involvert. Denne type usikkerhet er i følge teorien koblet opp i mot to faktorer. (1) Manglende identifisering eller feilvurdering av farekilder, (2) Hvorvidt eksisterende bakgrunnsdata er oppdatert til dagens risikobilde. Tretten intervjuobjekter mente at kompetanseusikkerhet antakeligvis er den største kilden til usikkerhet i risikostyring. De fleste intervjuobjektene knyttet denne usikkerheten mot den menneskelige faktoren og personens evne til å vurdere risikosituasjonen og kommunisere dette videre på en god og forståelig måte.

«Fagfolk kan gjøre feil i tolkning. Vi burde ha varslet på et høyere nivå, eller vi har ikke varslet, eller at vi varsler, men det skjer ingenting.» (Varsler 4)

Intervjuene indikerer at denne type usikkerhet vil trolig strekke seg fra observasjon til Beslutningstaking. Dette fordi arbeidsoppgavene i hvert enkelt ledd må vurderes betinget en bakgrunnskunnskap og denne bakgrunnskunnskapen kan variere avhengig av hvilken person det er som gjør vurderingene. Perfekt kunnskap om et fenomen er umulig. Dette skaper ytterligere komplikasjoner når fenomenet og risikovurderingene består av flere påvirkende faktorer. Kompetanseusikkerhet er derfor svært vanskelig å kartlegge og kategorisere. En beslutningstaker tilhørende Nordkapp, påpeker at den største kilden til usikkerhet er lokal mangel på folk med formell kompetanse. Beslutningstakeren nevner at denne kompetansen og erfaringen er vanskelig å gjenskape fordi det kan betegnes som taus kunnskap.

«Det hjelper til viss en grad og ta et kurs på fire dager, men det er ikke det som gir real kompetanse. Det er den erfaringen når man er ute i felt og observerer. Den topografiske erfaringen og den tror jeg er den største usikkerhetsfaktoren til oss.»

(Beslutningstaker 4)

fire intervjuobjekter påpeker at kompetanseusikkerhet kan kobles opp i mot at folk har forskjellige kunnskap og kompetanse. Hvordan denne kunnskapen sammenstilles kan være

en kilde til usikkerhet. En faktor kan være det ikke finnes et felles begrepsapparat og manglende forståelse for hvordan man bruker og tolker de ulike verktøyene i varslet. Dette vil til slutt medføre at kvaliteten på varslet blir dårligere. En usikkerhetsfaktor kan dermed knyttes mot formidling og risikokommunikasjon. Det kan også være en utfordring å forklare usikkerhet med bakgrunn i den tause kunnskapen. En varsler sier dette om taus kunnskap.

«Taus kunnskap, at dere har jobbet over lengre tid, men det er vanskelig å forklare det til hverandre. Du vet hva som er usikkerheten, men du greier ikke å forklare.» (Varsler 2)

Et intervjuobjekt eksemplifiserer kompetanseusikkerhet med at det ikke finnes klare modeller og retningslinjer på hvordan vurderingen foretas. Dette tyder at kompetanseusikkerhet er nært beslektet med modellusikkerhet. Man har et dårligere kunnskapsgrunnlag for å vurdere skredfare når det eksisterer svake eller få modeller som illustrerer fenomenet. Når dette er tilfellet vil usikkerheten i vurderingene øke. Intervjuobjektet trekker igjen frem et eksempelet om snøskavler.

«Det er lite kunnskapsgrunnlag om prosessene i snøskavler. Det betyr at selv om vi har full informasjon om skavlene vil det uansett være vanskelig å si når det vil falle ned.» (Varsler 1)

Dette tyder på vurdering av skredfare ikke er bare tilknyttet mengden og kvaliteten av data, man må også ha tilskrekkelige modeller og kompetanse for å vurdere dataene.

Flere informanter fra både fastlandet og Svalbard indikerer at beslutningstakere ikke har skredkompetanse.

«Jeg tror at denne forgreningen av usikkerhet kan reduseres hos sluttbrukeren dersom beslutningstaker hadde større skredkompetanse.» (Varsler 1)

«Noen kommuner har nok kunnskap og er dermed litt flinkere til å vurdere varslet, men ikke nødvendigvis alle.» (Varsler 2)

Beslutningstakere trenger bare informasjon om de skal evakuere eller ikke. Varsleren utdyper utsagnet og sier hvis beslutningstaker hadde større skredkompetanse så vil det gi en felles forståelse av varslingens metodikk og dermed øke forståelsen for hvor usikkerheten ligger.

Dette stiller spørsmålet om kompetanseusikkerhet kan reduseres dersom beslutningstakere hadde større skredkompetanse, slik at de kan relatere til usikkerhetsvurderingene i varslet.

5.2.4 Forgrening av usikkerhet

I et varslingssystem som inkluderer flere aktrører er det et spørsmål om usikkerhet i de tidligere fasene kan forgrene seg videre i varslingssystemet. Informantene indikerer at forgrening av usikkerhet er tilfelle for alle typer risikovurderinger. Hvis man har feil i kunnskapsgrunnlaget, vil det bli følgefeil videre i prosessen. En beslutningstaker fra Longyearbyen nevner videre at erfaring og risikopersepsjon er viktige faktorer for å forhindre at usikkerhet spres videre i systemet.

Seks av informantene påpekte at dagens varslingssystem i Longyearbyen er svært robust, med klare retningslinjer og ansvarsforhold. Informantene fra Longyearbyen indikerer at det er stor grad av kvalitetssikring i varslingssystemet og det skal veldig mye til for at usikkerhet forgrenes videre i systemet. En observatør indikerer likevel at usikkerhet kan forplante seg videre i systemet hvis det ikke blir kommunisert på en god måte.

«Jeg tror usikkerhet i observasjoner kan forgrenes videre hvis usikkerhet ikke blir kommunisert på en god måte. For eksempel hvis det eksisterer mye usikkerhet, men det blir ikke kommunisert videre, men jeg vet ikke om det har skjedd før. Hvilket språk man bruker og hvordan mottakeren tolker det vil ha en betydning.» (Observatør 1)

En varsler tilhørende det regionale snøskredvarslingen i fastlandet sier at usikkerhet kan forplantes videre hvis man tolker noe som stabilt, men i realiteten er ustabil. Da lager man et varsel på litt falske premisser. Da kan det være sent å forstå at man har feil grunnlag.

«Så klart hvis varslet mitt blir feil, så vil det jo ikke være mulig å gi veieier og kommunen et godt grunnlag, så det forplanter seg jo.» (Varsler 3)

Informantene i det regionale flom og jordskred-varslingen indikerer at det eksisterer klare retningslinjer og stor grad av sidemannskontroll når varslet utarbeides. Et intervjuobjekt påpeker likevel at det er fare for at usikkerhet forplantes videre i systemet.

«Usikkerhet sendes videre i systemet. Vi sender en type usikkerhet som er en sum av flere usikkerheter» (Varsler 2)

En annen informant indikerer at parameterusikkerhet og modellusikkerhet kan forgrenes videre i varslingen.

«Hvis det er meldt feil på hvor mye regn som kommer. Det er fort at det forplanter seg og modellene gir ikke utslag. De som tolker sier at OK. Det er ikke flomfare og det utarbeides ikke et flomvarsel.» (Varsler 4)

Informanten eksemplifiserte gjennom en tidligere flomhendelse i 2018, der det var mye regn i flere dager på østlandet. Det var ikke varslet for flom på grunn av manglende tilgang til en målestasjon som tilhørte et privat selskap. Det var også trolig mye snø og som ikke ble fanget opp av modellene. Dette medførte en lang forplantning av «feil» ettersom kommunen ikke var forberedt på naturfaren.

5.2.5 Situasjonsforståelse i beredskapshåndtering

Ved intervju med to beredskapsaktører kommer det frem at den største kilden til usikkerhet i beredskapshåndtering er situasjonsforståelse. Det henger sammen med at beredskap er den siste konsekvensreducerende barrieren, hvor formålet er å begrense skadeomfanget. Denne prosessen kan effektiviseres ved å få en helhetlig forståelse av risikobilde og handle deretter.

«Det handler litt om den usikkerhet man har. Man har ikke dannet et skikkelig overblikksbilde og da går man litt lengre enn det man burde ha gjort da. Det er det som er vanskelig for oss på en måte. Vurdere hvor stor risikoen egentlig er, når vi ikke greier å få et helt oversiktbilde over hva som faktisk har skjedd.» (Beredskapsaktør 2)

Beredskapsaktøren sier videre at dette ikke kan direkte knyttes opp mot kompetanseusikkerhet, men er knyttet mer mot ytre forhold som for eksempel vær og lys. Dette gjør det vanskelig å vurdere situasjonen og man greier dermed ikke å ta de riktige risikovurderingene. Dette kan også kobles til usikkerhet som følge av naturlige variasjoner. En annen beredskapsaktør sier det følgende om usikkerhet.

«Usikkerhet for meg i beredskapsmessige hensyn, det er setting. Det er usikkerheten at man ikke føler at man har kontroll på situasjonen, man vet liksom ikke.» (Beredskapsaktør 1)

Beredskapsaktøren påpeker videre at usikkerhet kan være om man gjør riktige beslutninger, og den største kilden til usikkerhet, er mangel på kunnskap om situasjonen og rammer rundt den.

5.3 Risikopersepsjon

I henhold til Kapittel 3.2.1 hører risikopersepsjon til den subjektivedelen av risikobegrepet. Opplevelsen av risiko kan amplifiseres av tidligere hendelser.

«Psykologiske faktorer spiller også inn. De tidligere skredhendelsene kan være traumatiserende. Risikopersepsjon er en viktig faktor.» (Beslutningstaker 1)

Dette har medført økt oppmerksomhet for naturfarer de siste årene på Svalbard. En rekke tiltak har blitt innført som følge av dette. Blant disse er fysiske skredbarrierer og organisatoriske tiltak. Longyearbyen er spesielt sårbar på grunn av begrensede ressurser. Dersom en stor ulykke skulle inntreffe er det lang vei til fastlandet.

«Det at man har begrenset resurser, føler man på dette ansvaret. Lederens risikopersepsjon vil også spille en god del rolle samt deres tidlige erfaringer vil være ganske naturlig.» (Beslutningstaker 1)

Dette tyder på at risikopersepsjon er betinget tidligere erfaringer og sosiale forhold. Faktorer som sårbarhet og mulige konsekvenser vil også spille en betydelig rolle. Risikopersepsjon til personer som har opplevd skredene på nært hold vil være større. Man vil da kunne føle på usikkerheten når det er lignende værforhold og mye snø i fjellsiden. Informanten indikerer at det er delt hva innbyggere tenker om de ulike tiltakene. Noen vil imidlertid sette pris på at det iverksettes tiltak tidlig for en trygghetsfølelse. En observatør sier at det er fint å innføre tiltak fordi man øker bevisstheten rundt snøskredfare.

«Jeg tror folk her har en ganske grei bevissthet rundt at du må evakuere oftere enn du trenger, fordi du har den usikkerheten relatert til naturfarer.» (Observatør 1)

Dette indikerer at oppmerksomheten rundt et fenomen vil også ha en innvirkning på risikopersepsjon. To intervjuobjekter eksemplifiserte dette med kvikkleireskredet i Gjerdrum.

«Desverre er det slik at når en stor hendelse skjer, blir folk mer bevisstgjort, men så går det gradvis i glemmeboka.» (Beredskapsaktør 1)

«Det er en psykologi også når vi varsler jordskredfare...Som i Gjedrum har mange folk kontaktet oss når de har sett en liten bevegelse eller sett sprekker, de har sett en liten ting som er helt naturlig. Men de begynner å bli redd fordi de har sett på tv.» (Varsler 4)

Resultatet fra intervjuene tyder på at risikopersepsjon er en sentral komponent i risikostyring, ettersom den kan påvirkes av tidligere hendelser og oppmerksomhet i samfunnet. Det indikeres også at media har enorm innvirkning på samfunnets kollektive oppmerksomhet.

5.4 Kommunikasjon

Brorparten av informantene mener at kommunikasjon er en viktig faktor i varslingssystemet. Det kommer også frem at god kommunikasjon er viktig for å redusere usikkerhet i varslet. Det forutsettes god kommunikasjon mellom alle leddene som er involvert. En varsler sier det følgende.

«Det krever at man har en veldig god dialog i alle de tre leddene imellom sånn at observatørene de snakker godt med oss og vi snakker godt med de og vi snakker også godt med utførende, Sysselmannen de som faktisk tar beslutning. Så det krever god dialog i alle ledd for å kommunisere åpent og usikkerheten blir kommunisert bra.» (Varsler 1)

En beslutningstaker sier at det er nyttig å kommunisere usikkerhet for å øke forståelsen av fenomenet. Det er viktig å være ærlig på det man ikke har fullstendig kontroll over, slik at det kan videreføres neste ledd i varslingssystemet. Et intervjuobjekt i Longyearbyen sier at det ikke finnes noen systematiske prosedyrer for å kommunisere usikkerhet i det utarbeidede varslet. Det påpekes at usikkerheten kommuniseres i flere ledd. Flere observatører indikerer at usikkerhetsmomenter i observasjon kan legges inn som kommentarer i Regobs. I det utarbeidede varslet til sysselmannen blir usikkerheten kommunisert i en tekst.

«hvordan skal det kommuniseres? Det vi gjør er at vi prøver å skrive rett ut at det er stor usikkerhet rundt en evakuering.» (Varsler 1)

Det er opptil varsleren å skrive hvor stor tiltro han har til vurdering av skredfare. Varsleren sier at de har prøvd å kommunisere usikkerhet ved bruk av kontinuerlige matriser tilsvarende Figur 3.3. Der usikkerheten kan strekke seg over flere kategorier og er illustrert som «bokser» i matrisen. De har sluttet med det fordi de følte at beslutningstaker ikke var i stand til å sette seg inn i hva det egentlig betyr. Hensikten med et skredvarsel er å gi beslutningstaker en beskjed om de skal evakuere eller ikke.

«Det vi så var at det var vanskelig å kommunisere det vi ville med det her, eller vi får det kommunisert, men mottakeren har ikke det samme grunnlaget som vi har. De trenger jo bare Go eller No Go.» (Varsler 1)

Varsleren sier at ulempen ved kontinuerlige matriser er å få alle til å kommunisere samme usikkerhet. Dette fordi de brukte 5 kategorier for sannsynlighet og 5 kategorier for konsekvens som vist i den konseptuelle modellen for skredfare (Se kapittel 2.5) Resultatet er dermed en 5x5 risikomatrise. Den store mengden risikokategorier gjorde det vanskelig å kommunisere risiko til beslutningstaker. Da det i tillegg skulle være et usikkerhetsbånd for hver skredtype, ble det alt for mye informasjon å forholde seg til. Dette med tanke på at beslutningstaker vanligvis ikke har like stor skredfaglig kompetanse.

For å gjøre det enkelt for beslutningstaker, er resultatet fra den konseptuelle modellen presentert slik at sannsynlighet er delt i tre og skredstørrelsen er delt i to. Skredfaren strekker seg fra lite sannsynlig til nesten sikkert og skredstørrelsen er delt inn i om det når bebyggelse eller ikke. Vurderingsgrunnlaget er dermed en 3x2 risikomatrise (Se Vedlegg A3). Usikkerheten kommuniseres internt i organisasjonen, og en forenklet dokumentasjon av usikkerheten sendes til beslutningstaker. Det er eksempelvis kommunisert usikkerhet rundt værprognosen og nedbørmengden, og hvilken innvirkning det vil ha på skredfaren.

I det regionale flom- og jordskredvarslingen er det liknende utfordringer, der informantene indikerer at usikkerhet er vanskelig å kommunisere til beslutningstaker.

«Det er noen situasjon hvor det er litt større usikkerhet. Vi skriver at det er stor usikkerhet i nedbør og temperatur. Men så klart det hjelper nødvendigvis ikke kommunen med det. Det er diskusjon med MET hvor mye vi skal videreformidle den usikkerheten på en kvantitativ måte, men det er ikke så enkelt å formidle det.» (Varsler 4)

I varslet kommuniseres usikkerhet videre i form av en tekst på varsom. Det kan derimot være utfordrende å kommunisere dette på «riktig» måte. Det regionalevarslet dekker et stort område

og kan derfor ha store variasjoner lokalt. Videreformidling av usikkerhet anses som vanskelig ettersom det ikke er operasjonalisert.

«Usikkerhet kommuniseres i tekst. Det står teksten at prognosen er usikker... Du kan jo alltid skrive teksten i varslet, men det er ikke alltid at folk leser det.» (Varsler 2)

«Hvordan vi formidler varslet, om folk forstår hva det er og reagerer. Det er fort at når folk får for mange falsk alarm de reagerer ikke lengre.» (Varsler 4)

Intervjuene indikerer at måten varslet formidles vil ha en stor innvirkning på beslutningstakers reaksjon. Usikkerhet kan derfor også knyttes opp i mot formidling og kommunikasjon av ekspertkunnskap.

5.5 Instrumentering i varsling

Instrumentering omhandler i denne kontekst å benytte automatiserte instrumenter til overvåkning av naturfarer. Instrumentering gjør det mulig å samle inn data i sanntid og bidrar til et større kunnskapsgrunnlag om terrengforhold. Alle informantene stilte seg positive til bruk av instrumentering til datainnsamling i en varslingskontekst. Flere påpekte at sensorene bidrar til bedre overvåkning av snødekket, presise varsler og dermed et bedre beslutningsgrunnlag i varslet. En beslutningstaker sier det følgende.

«IoT-sensorene bidrar til at man får et bedre datagrunnlag. Det er mye mer effektiv måte å innhente data på.» (Beslutningstaker 2)

Flere av informantene mener at informasjon fra flere kilder vil kunne redusere usikkerheten.

«I hvert beslutningsgrunnlag søker man så mye informasjon som mulig og når den er tilgjengelig er jeg 100 % sikker på at du kan ta en mye bedre beslutning.» (Beredskapsaktør 2)

To observatører og en varsler beskriver at instrumentering er en barriere som man setter opp i beslutningstakingen for å verifisere de andre inputparameterne (manuelle observasjoner, historiske data, værvarsler). En observatør sier det følgende.

«Dersom en av disse barrierene svikter har du flere informasjonskilder å støtte deg på. Dette er suksessfaktoren i Longyearbyen, at man har nok barrierer.» (Observatør 3)

Intervjuene tyder at flere informasjonskilder vil bidra med å redusere parameterusikkerhet. Dette fordi dersom en informasjonskilde skulle være upålitelig finnes det andre kilder å støtte seg på. Dette illustrer robustheten ved flere informasjonskilder, dersom det ene skulle svikte.

En observatør sier at sensorene har visse svakheter og det er alltid større usikkerhet i starten, men med erfaring, vil man etterhvert få større innsikt i hvordan de fungerer. Snødybdesensorene er basert på ultralyd og kan gi feilutslag når det er vibrasjon, kraftig vind og mye snø tilstede.

«Man kan med stor sikkerhet si at det er et problem med datagrunnlaget på grunn av dette...Vi har greid å indentifisere problemet før det har blitt til et problem... Det går ut på at man har bygget kompetanse fremfor en antagelse om at ting skal fungere etter hensikten.» (Observatør 3)

Informanten sier at med erfaring kan man kjenne igjen forhold som gjør sensorene ustabile. Når man vet hvordan disse ytre forholdene påvirker sensorene, så vet man at datagrunnlaget er upålitelig.

De fleste informantene mente derfor at instrumentering kun var et hjelpemiddel for å støtte gode beslutninger. Dette fordi instrumentering gir kun et bilde av de ytre forholdene og har sine begrensninger.

«Det får ikke med seg de tingene som den ikke er designet for å måle. Den ser jo ikke hvor mye vind som er tilgjengelig for transport. Den ser ikke hvordan vinden har tatt i dalsiden nå.»
(Observatør 2)

For å vurdere skredfaren må man også gjøre en subjektiv vurdering. Hovedtyngden vil derfor være den kompetansen og erfaringen som har blitt bygd opp etter flere tiår. Denne kompetansen og erfaring er eksempelvis viktig når påliteligheten til informasjonskildene skal vurderes. En varslersier sier det følgende.

«Hovedpoenget er at vi forsøker å redusere vektleggingen av den informasjonskilden når vi ser at det er <støy>.»
(Varsler 1)

For at sensorene skal kunne støtte gode beslutninger må man ha kunnskap og kompetanse til å identifisere «støy». Det er dermed et forbehold om man at man forstår hvordan sensorene fungerer i sin helhet.

«Hvis du ser en sensor som hopper opp og ned mellom tre meter og null meter f.eks, Så lukker jeg bare den informasjon. For da stoler jeg ikke på den lengre. Så da er det en informasjon mindre å bygge. Mens for andre med mindre erfaring, kan det være fristende å tolke de dataene som det egentlig passer best med den vurderingen de har lyst til å gjøre.»
(Varsler 1)

To observatører påpeker videre at instrumentering kan redusere usikkerheten i skredvarslet, men utfordringen vil ligge i hvordan det er integrert og kommunisert i et system. Hvilken innvirkning IoT-sensorer har på varsling vil også avhenge av hva slags data som samles og hvordan det samles. En observatør fra KlimaDigital-prosjektet forklarer at mye data kan være både en fordel og en ulempe.

«Leter man lenge nok kan man alltid finne noe som ser ut til å passe. Bare av tilfeldig årsaker.»
(Observatør 4)

5.6 Erfaringstilbakeføring

Kunnskap og Kompetanse er nært beslektet. Det førstnevnte handler om innsikt, mens kompetanse kan beskrives som evnen til å anvende kunnskap. I alle risikostyringsprosesser er kunnskap og erfaring en sentral faktor for å fatte gode beslutninger. Varsling av skredfare er et bredt fagfelt og krever at flere kompetanser sammenstilles. I denne kategorien trekkes det frem både kunnskap om de lokale forholdene, ekspertkunnskap og generell kompetanse for å anvende kunnskap. Lokale kunnskaper er kunnskap om lokale forhold som eksempelvis topografi og skredutsatte skråninger. Ekspertkunnskap kan relateres til tolkning av inputparamtere for å utarbeide et varsel. Dette vil derfor i stor grad knyttes til varslere. I tillegg til det overnevnte er historiske data også en kilde til kunnskap.

Flere informanter i Longyearbyen sier at den kollektive kunnskapen er vanskelig å ta vare på ettersom det er høy utskiftning av folk med relevant kunnskap. Dette vil være et problem for erfaringstilbakeføring. En observatør påpeker at den største utskiftningen skjer ved beslutningstaker, spesielt i lederfunksjoner hos Longyearbyen lokalstyre og Sysselmanen på Svalbard.

«Longyearbyen er et samfunn der folk kommer og går hele tiden, da blir ikke kompetansen overført til de som er beslutningstakere neste gang.» (Observatør 2)

En beslutningstaker fra Nordkapp kommune påpeker det samme. I små lokalsamfunn er det gjerne et fåtall som sitter med den lokale skredkompetansen. Når disse personene blir borte forsvinner kompetansen og den tause kunnskapen som har blitt opparbeidet. Disse vil ta tid å bygge opp igjen.

«Den erfaringsmessige kunnskapen er veldig viktig nå som forholdene endrer seg, nå som klimaet endrer seg. Den kompetansen bør tas godt vare på.» (Beslutningstaker 4)

Viktigheten av historiske data kan også flere intervjuobjekter fra både Svalbard og fastlandet bekrefte. Ved å studere historiske hendelser har man et grunnlag for å studere hvordan tidligere skredhendelser ble håndtert. Dette fører til at man kan bedre håndtere risiko som oppstår under liknende forhold.

«Vedvarende fokus på dokumentasjon. Det blir veldig viktig for alle etater sin del og gjøre evalueringsrapporter og skrive ned læringspunkter.» (Beslutningstaker 1)

Fokus på dokumentasjon og læring er suksessfaktorer for erfaringstilbakeføring. Det må også distribueres slik at det er tilgjengelig for alle som trenger å lære fra hendelsen.

Det er en konsensus blant informantene at et godt varslingsystem består av personer med kunnskap om lokale forhold og ekspertkunnskap for å vurdere skredfare.

5.7 Kvalitetssikring

Kvalitetssikring kan beskrives som sammenstilling av flere kompetanser og perspektiver for å redusere usikkerhet. Det kan også betegnes som en sidemannskontroll, slik at vurderingene blir mest samkjørt. Resultatet indikerer at sidemannskontroll og kvalitetssikring eksisterer i både lokal varslings og regional varslings. Fire informanter fra Longyearbyen påpekte at det er kvalitetssikring i alle leddene av varslingsrammeverket. En beslutningstaker sier beslutninger om innførelse av ferdselsforbud og stengning av veier skal gjøres av tre personer. En observatør sier ved stor skredfare skal det være to observatører som skal vurdere snødekket. Intervjuobjektene refererer til faste ukentlige møter mellom observatører og varslere for å oppdatere hverandre om situasjonen.

«Da prater vi om situasjonen og det fører at man får andre ting å tenke på, enn det man kanskje har tenkt på selv...Hvis du har fem mennesker som er samlet i en halvtimes prat. Så er plutselig de databasene blitt slått sammen.» (Varsler 1)

Informanten refererte til databaser, i denne sammenhengen kan det tolkes som taus kunnskap og erfaring. Aktørene som er involvert i lokalvarslings har forskjellige kunnskapsgrunnlag og erfaringer. Ved å sammenstille ulike typer kunnskap får man et bredere perspektiv på risikobilde. Dette gjelder forøvrig også beslutningstakere.

«Du har ikke en person som graver ned i snøen også går han rett ned og evakuerer et bygg. Det er mange samfunnsøkonomiske og samfunnsmessige prinsipper som skal inn, og det er ikke sikkert han som graver i snøen er kjent med alle de. Det er dermed flere dimensjoner av beslutninger som må tas.» (Varsler 1)

Intervjuene indikerer at flere ledd i varslingssystemet er positivt på grunn av sammenstilling av kunnskap. Dette betyr at god kommunikasjon og erfaringsdeling er viktige faktorer for å håndtere usikkerhet.

I det regionale flom- og jordskredvarslingen er det også kvalitetssikring for ulike aktører i varslingsstjenesten. Dette er eksempelvis daglige samtaler med Meteorologisk institutt (MET brif), der de beskriver hvor stor tillitt de har til værprognosen. Det kan være om de underestimerer eller overestimerer nedbørsmengde, ofte er denne informasjonen kvantitativ, og tas hensyn til når skredvarslet utarbeides.

«hvis du bruker din kunnskap uten at du greier å formidle det er vanskelig. Derfor har vi to personer som prøver å hjelpe hverandre.» (Varsler 4)

Dette utsagnet tyder igjen på at kommunikasjon av taus kunnskap kan være utfordrende. til dette formålet. Kvalitetssikring kan derfor også sees på som et hjelpemiddel.

En varsler på fastlandet trekker likevel frem at personlighet og erfaring kan påvirke måten man kvalitetssikrer hverandre på.

«Den kvalitetssikringen, er ikke helt objektivt den heller. Observatører kan i noen tilfeller være forutbestemt for å bekrefte et varsel eller være bastant på å påvise feil.» (Varsler 3)

Effektiviteten til en kvalitetsikrings kan dermed også være knyttet til en menneskelig faktor.

5.8 Operasjonalisering

I risikovurderinger er det en generell utfordring å operasjonalisere og kommunisere ulike typer usikkerhet. I forbindelse med spørsmål om operasjonalisering ble noen av intervjuobjektene i de forskjellige varslingsystemene vist matriser og figurer for hvordan usikkerhet kan illustreres. Figurer som ble vist var Figur 3.4, Figur 3.3 og Vedlegg A2. Tre intervjuobjekter påpeker at usikkerhet kan lettere håndteres ved at det operasjonaliseres.

«Jeg tipper at det har gått an å få operasjonalisert det her. Sånn at man egentlig klarer å få satt noe tydelige ord på hva er usikkerhet over ulike inputparametere. Hvordan håndterer vi det? Og få en slags fellesforståelse. Det finnes sikkert en metode for det.» (Varsler 1)

«Per i dag vi sender usikkerhet videre og det er ikke nødvendigvis at kommunen forstår hva de må gjøre, men hvis vi har en matrise som viser forskjellige parametere som viser mot gul eller grønn så hjelper det oss å være mer presise.» (Varsler 2)

Utsagnet tyder på at det må utvikles et operasjonalt system med samme usikkerhetsforståelse i alle ledd. De sier videre at usikkerhet kan være i mange nivåer. For å håndtere usikkerhet er det viktig å kunne tallfeste hva som er den viktigste usikkerheten og ha bestemte retningslinjer på hvordan usikkerhet kan håndteres. Ingen av informantene hadde noen merkbare kommentarer til figurene som ble vist. Dette tyder på at operasjonalisering av usikkerhet er abstrakt og kan være utfordrende å implementere i praksis.

5.9 Forbedringer

Avslutningsvis ble intervjuobjektene spurt om veien videre for dagens varslingsystem og usikkerhetshåndtering. Dagens varslingsystemer i Norge er relativt nytt, med tiden har kvaliteten og nøyaktigheten av varslene økt. Det utvikles stadig nye metoder for å samle data og tolke data.

Det er en generell konsensus blant informantene at usikkerhet kan håndteres ved å danne et større kunnskapsgrunnlag og et vedvarende fokus på usikkerhet. En beslutningstaker fra Longyearbyen sier det følgende.

«Man må hele tiden lære av feil ved og teste eksisterende kunnskap, og revurdere den. Spesielt når det kommer ny kunnskap inn og ny data.» (Beslutningstaker 2)

Viktigheten av dette kan flere informanter fra fastlandet påpeke. Å teste eksisterende kunnskap og modeller i nye forhold er essensiell med tanke på klimaendringer som gjør at naturfarer oppstår i nye kontekst.

Syv intervjuobjekter mener at bedre kommunikasjon og operasjonalisering av usikkerhet vil være et stort fremskritt. En beslutningstaker sier det følgende.

«Det som er viktig er å finne ut hvordan man kan operasjonalisere dette her, en ting er å ha kunnskapen det er første steg. Steg to er å få det anvendt.» (Beslutningstaker 4)

Kommunikasjon av usikkerhet er generelt opplevd som nyttig i et samfunn som stadig er i endring, hvor det er økt usikkerhet rundt aktivitetene som følge teknologisk utvikling, klimaendringer og tettere kobling mellom ulike typer risiko. Fem informanter indikerer at usikkerhet kan håndteres ved å integrere flere typer datakilder, datatyper og nye teknologier.

«Jeg tror varslingssystemet er svært robust og veien videre er å integrere flere typer data og dataprodukter i varslingsystemet, og som en del av det, systematisk redegjøre usikkerhet og få det kvantifisert.» (Observatør 3)

To observatører sier at skredvarsling kan forbedres ved å utvikle flere typer sensorer. Observatøren trekker eksempelvis frem sensorer som kan måle fukt i snøen for å identifisere sørpeskred. De sier avslutningsvis uansett hvor gode sensorene blir, kan man aldri erstatte snøobservatører fordi man aldri kan vurdere skredfare fullstendig objektivt. Det finnes alltid en balanse mellom taus observatørkunnskap og objektive data.

«Man må hele tiden lære av feil ved og teste eksisterende kunnskap, og revurdere den. Spesielt når det kommer ny kunnskap inn og ny data.» (Beslutningstaker 2)

Viktigheten av dette kan flere informanter fra fastlandet påpeke. Å teste eksisterende kunnskap og modeller i nye forhold er essensiell med tanke på klimaendringer som gjør at naturfarer oppstår i nye kontekst.

En beslutningstaker påpeker at veien videre for usikkerhethåndtering er større vedvarende fokus på dokumentasjon enn det man allerede har.

«Det blir veldig viktig for alle etater sin del og gjøre evalueringsrapporter og skriver ned de læringspunkter som man ser som OK. Er det noe som kunne ha blitt håndtert annerledes?» (Beslutningstaker 1)

Beslutningstakeren sier videre at de burde bli flinkere til å få det inn i et fast skriftlig format, og sørge for at det blir tilgjengelig for alle som trenger å lære ut ifra hendelsen. Beslutningstakerens utsagn tyder på at alle interessenter bør involveres i en læringsprosess for erfaringstilbakeføring. Seks informanter underbygger dette, og påpeker viktigheten av læring fra tidlige hendelser og kontinuerlig evaluere de etablerte tiltakene for naturfarer under nye forhold.

6 Diskusjon

Dette kapittelet er delt i to hoveddeler. I den første delen blir de ulike casene i oppgaven sett på i et komparativt perspektiv. Hovedformålet er å se på likheter og forskjeller, samt hvilken betydning usikkerhet vil ha for hvert enkelt varslingsystem. I den andre delen vil de ulike forskningsspørsmålene besvares ved å benytte oppgavens bakgrunn, teorigrunnlag, analysen og forfatterens egne refleksjoner om oppgavens tema.

6.1 Komparativt perspektiv mellom caset i Longyearbyen og casene på fastlandet

Denne masteroppgaven har hatt fokus på fire caser. Hovedcaset omhandler lokal varslingen i Longyearbyen. De supplerende små N-studiene består av det regionale flom- og jordskredvarslet, lokal varsling i Nordkapp kommune og klimaDigital prosjektet i Stjørdal.

For å skape et mest mulig presist varsel i et lokalt område kreves det kunnskap om lokale forhold. Presisjonen i regional varsling er mindre enn i lokal varsling, men har til syvende sist det samme formålet som i lokal varsling: Å bidra til et presist varsel og forhindre skader som følge av naturfarer. Både snøskredvarsling og jordskredvarsling følger varslingsrammeverket, men er likevel forskjellige disipliner. Dette kan gjenspeiles i hvordan datainnsamling gjennomføres. I snøskredvarsling benytter man i større grad manuelle observasjoner for å ta stikkprøver på snødekket. Flere informanter påpeker at kompetanse og lokal kunnskap utgjør en betydelig del av vurderingene. I det regionale flom og jordskredvarslingen finnes det få manuelle observasjoner og man har et mindre tilfang av menneskelige observasjoner. Her er man mer avhengig av databaserte tilnærminger for å samle inputdata eksempelvis projiserte værprognoser og konseptuelle modeller. Resultatet fra analysen tyder at de kartlagte usikkerhetsmomentene i risikoanalyse eksisterer til en viss grad i alle de overnevnte varslingsystemene. Hvilke påvirkende faktorer til parameterusikkerhet, modellusikkerhet og kompetanseusikkerhet i de ulike leddene vil være forskjellig, men usikkerhet i hvert varslingsystem vil derimot være sammensatt.

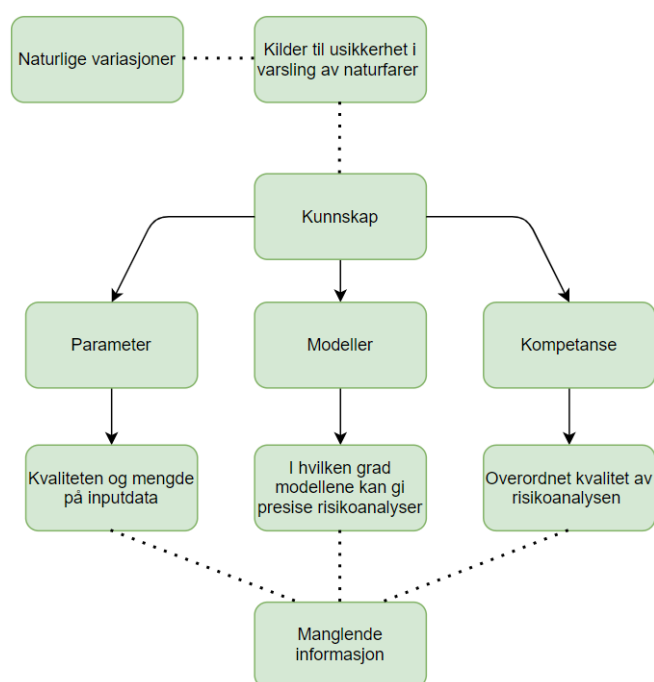
De fire varslingsystemene er i forskjellige faser. Lokalvarslet i Longyearbyen og det regionale flom- og jordskredvarslet er godt etablerte og testede varslingsystemer, og har i større grad konkrete retningslinjer og forholde seg til. Man kan dermed lettere påpeke direkte svakheter ettersom man har opparbeidet seg kjennskap til systemet i form av datakilder, modeller og andre verktøy som benyttes i det aktuelle varslingsystemet. Har man erfaring og kompetanse innenfor et spesifikt verktøy, så vil troverdigheten til dette verktøyet være betraktelig høyere, enn et verktøy som man ikke har kjennskap til eller er vandt til å bruke. Dette er også en faktor som bør tas i betraktning når det tas i bruk nye teknologiske løsninger. Intervjuer indikerer at personer kan være opptatt av deres definisjon «beste praksis» og greier dermed ikke å se alternative løsninger som kan implementeres for å skape et robust varslingsystem.

Lokalvarslet i Nordkapp kommune og KlimaDigital prosjektet er relative nye varslingsystemer. Lokalvarslet i Nordkapp har et solid fundament ettersom det er basert på det eksisterende varslingsystemet i Longyearbyen. Varslingsystemet må allikevel tilpasses og testes i de lokale forholdene, slik at de kan fungere optimalt med minst mulig usikkerhet. Det er et spørsmål om hvilke aktører som skal involveres, har man eksempelvis nok personer med lokal kunnskap som kan utføre manuelle observasjoner? Hvor er det sensorene skal plasseres for å få mest mulig pålitelige data? KlimaDigital prosjektet er et pilotprosjekt og har ikke kommet lengre enn

observasjonsfasen, der kun instrumenteringsdata samles inn. Disse sensorene er de første som måler grunnforhold i Norge. I dette caset kan man derfor stille mer grunnleggende spørsmål om parameterusikkerhet, måleusikkerhet og modellusikkerhet. Hva skal måles? Hvordan skal det måles? Finnes det konseptuelle modeller man kan benytte for å tolke innhentet data? Hvordan skal det implementeres i et kommunikasjonssystem? Flere av informantene indikerer at den epistemiske usikkerheten vil være svært høy i nye varslingsystemer der det benyttes ny teknologi. En stor andel av denne usikkerheten vil derimot reduseres når sensorene har gjennomgått en testperiode, og man har opparbeidet kunnskap og kompetanse på hvordan varslingsystemet fungerer. Viktigheten av å teste både gammel og ny teknologi i forskjellige forhold kan gjenspeiles i casene ovenfor.

6.2 Hvorfor er usikkerhet relevant i risikostyring?

I kapittel 3.1 og 3.3 er det blitt presentert flere måter å definere risiko og usikkerhet. I dette kappitlet er risiko definert som et produkt av sannsynlighet, konsekvens og tilhørende usikkerhet. Denne definisjon av risiko er basert på hvordan Kaplan og Garrick (1981), Petroleumstilsynet (2016) og Folkehelseinstituttet (2021) definerer risiko. Epistemisk usikkerhet kan beskrives som usikkerhet relatert til kunnskapsnivå, og er trolig den største kilden til usikkerhet. Alle aktiviteter involverer derimot en viss grad av usikkerhet i henhold til naturlige variasjoner, omtalt som stokastisk usikkerhet. Diskusjonsdelen vil ha fokus på å håndtere det førstnevnte fordi epistemisk usikkerhet kan reduseres. Usikkerhet kan i denne konteksten beskrives som manglende presisjon eller ufullstendig informasjon i kartlegging av risiko. Usikkerhet oppstår i risikostyring som følge av manglende kunnskapsgrunnlag om sannsynligheten og/eller konsekvensene om en uønsket hendelse. Manglende kunnskap kan relateres til begrensende fenomen-, beregnings-, og konseptuelle modeller, upresise inputparametere og utilstrekkelig vurderingsevne (Rausand og Haugen, 2020). Usikkerhet kan også beskrives som sensitivitet, følsomhet for grad av endring (Aven, 2015). Et sterkt kunnskapsgrunnlag kan dermed beskrives som det motsatte av usikkerhet (Aven, 2017; Aven og Zio, 2014). En oppsummering av av resultatene er vist i Figur 6.1



Figur 6.1: Usikkerhetsmomenter i varsling av naturfarer

6.2.1 Interaksjoner mellom naturlige og menneskelige system

Resultat fra intervjuene indikerer viktigheten av kunnskapsgrunnlag i risikostyring. I et samfunnssikkerhet perspektiv har kunnskapsgrunnlag et bredere kontekst. Risiko er blitt mer usikker, kompleks, flertydig (Renn og Schwelzer, 2019; Johansen, 2014). Dette er tre kunnskapsutfordringer som må håndteres i fremtidens risikostyring. Moderne risiko og usikkerhet oppstår som følge av tettere sammenkobling av flere risikotyper og nye forhold (Renn og Schwelzer, 2019). En tettere sammenkobling av flere risikotyper kan forklares som kompleksitet. Dette betyr at det er vanskelig å fastslå ulike interaksjoner i risiko. I denne oppgavens kontekst kan det forklares som systemisk risiko (se Figur 2.1), interaksjoner mellom det naturlige system og det sosiale system. Resultatet er at det oppstår kaskadeeffekter som amplifiserer konsekvensene, og øker sårbarheten i samfunnets infrastruktur og samfunnsfunksjoner. Flertydig risiko er knyttet til sosiale prosesser og risikopersepsjon. Håndtering av kompleks risiko krever et mangfold av aktører og interessenter. Disse har forskjellige risikopersepsjon og vil dermed tolke risiko forskjellige. Dette kan i noen tilfeller beskrives som et paradoks. Sammenstilling av flere kompetanser kan bidra til kvalitetssikring og en bedre håndteringsprosess, men risiko kan i gjengjeld bli flertydig og kan medføre mangel av konsensus. Usikkerhetsbegrepet kommer inn når naturfarer oppstår under nye forhold eller i nye kontekst. Dette kan knyttes til nye værforhold som følge av klimaendringer, men det kan også relateres til nye samfunnsmessige forhold. Dette betyr at samfunnet som naturfaren oppstår i er annerledes enn for hundre år siden, konsekvensene av farene vil derfor også være annerledes. Dette tyder at selv om naturfarer er en av verdens eldste farekilder og en «kjent farekilde», er det likevel svært krevende å håndtere. Dette på grunn av usikkerhet som følge av endrede variabler i det naturlige system og det sosiale system. De øvre kunnskapsutfordringene kan også til en viss grad beskrives som epistemisk usikkerhet. I tillegg til usikkerhet, kan kompleksitet og flertydighet også anses som påvirkende faktorer for grad av tiltro i en risikovurdering.

6.2.2 Usikkerhet og risikopersepsjon

Flere av intervjuobjekter indikerte at risikopersepsjon vil ha en betydning for identifisering og håndtering av usikkerhet i risikostyring. I henhold til usikkerhetsklassifiseringen av Gould (2016), kan skredfare under nye værforhold beskrives som usikkerhet relatert til «kjente ukjente». Hvor man er bevisst over kunnskapsbegrensningen relatert til værforhold, modeller og mekanismer i snødekket som gjør det vanskelig å kartlegge skredrisiko helt eksakt. Skredfare kan i noen tilfeller også klassifiseres som svarte svaner. Dette er katastrofale og uventede hendelser som er vanskelig å forutse. En svart svane er ikke nødvendigvis en ny type naturkatastrofe som aldri har blitt observert tidligere, men kan også være relatert til kjente naturhendelser som oppstår i nye kontekst. Uten å vite at disse uønskede hendelsene kan oppstå under nye betingelser, kan de bli utelatt fra risikoanalysen og dermed ikke tatt hensyn i beslutningstaking. Det kan også være slik at det er kjent at disse hendelsene kan forekomme, men sannsynligheten for at det skjer er vurdert til svært lite eller neglisjerbar. Det er først når disse hendelsene skjer man innser svakheter i egen kunnskapsgrunnlag og risikopersepsjon (Boin et al., 2020; Kasperson og Kasperson, 1996). I Longyearbyen går det årlig små skred fra sukkertoppen, disse har imidlertid alltid stoppet før bebyggelse og har nesten aldri påført store skader. Flakskredet i 2015 var en dyster påminnelse om at bebyggelsen var i et skredutsatt område. På en måte kan flakskredet beskrives som en svart svane. Det gikk årlig flere små skred fra sukkertoppen, men oppmerksomheten og trusselpotensialet rundt farekilden var ikke der. Denne hendelsen kan også beskrives som en «inkubasjonsperiode» i henhold til informasjonsperspektivet omtalt av Turner (1978). Hvor relevant informasjon var tilstede, men ble ikke fanget opp eller sett i en bredere

kontekst. Usikkerhet kan dermed sees i en større sammenheng med sikkerhetsteorier og kan i henhold til informasjonsperspektivet forklares som «ukjente kjente». Etter de store flakskredene har oppmerksomheten og trusselpotensialet rundt naturfarer økt drastisk. Dette kan flere intervjuobjekter fra Longyearbyen bekrefte. Samfunnets risikopersepsjon ble derav amplifisert og det skjedde en kulturell omstilling i henhold til Figur 3.6. Etter en læringsprosess ble det implementert både aktive og passive tiltak for skredsikring. Longyearbyen er unikt i den forstand at det er en liten bebyggelse der alle kjenner hverandre. Aktørene som er involvert i den lokale varslingen er dermed også tett knyttet. Det fremkommer i intervjuer at mennesker i Longyearbyen er over gjennomsnittlig glad i friluftsliv og turer. Dette betyr at store deler av bebyggelsen har kjennskap til skredfare og redningsarbeid når de er på tur. En moderat andel av observasjoner i Nordenskiöld er fra mennesker som representerer friluftslivet. De øvrige momentene kan også ha en innvirkning på risikopersepsjonen og oppmerksomheten relatert til skred mot bebyggelse. Det kan dermed antas at effektiviteten av en risikostyringsprosess er avhengig av risikopersepsjon og de sosiale forholdene blant interessentene som er involvert. Det er derfor ikke sikkert at et slik varslingssystem vil fungere i fastlandet, ettersom historikken, risikopersepsjonen og de sosiale forholdene vil være annerledes. Dette indikerer at en risikostyringsprosess må tilpasses konteksten det eksisterer i for at det skal fungere optimalt.

6.2.3 Forgrening av usikkerhet i risikostyring

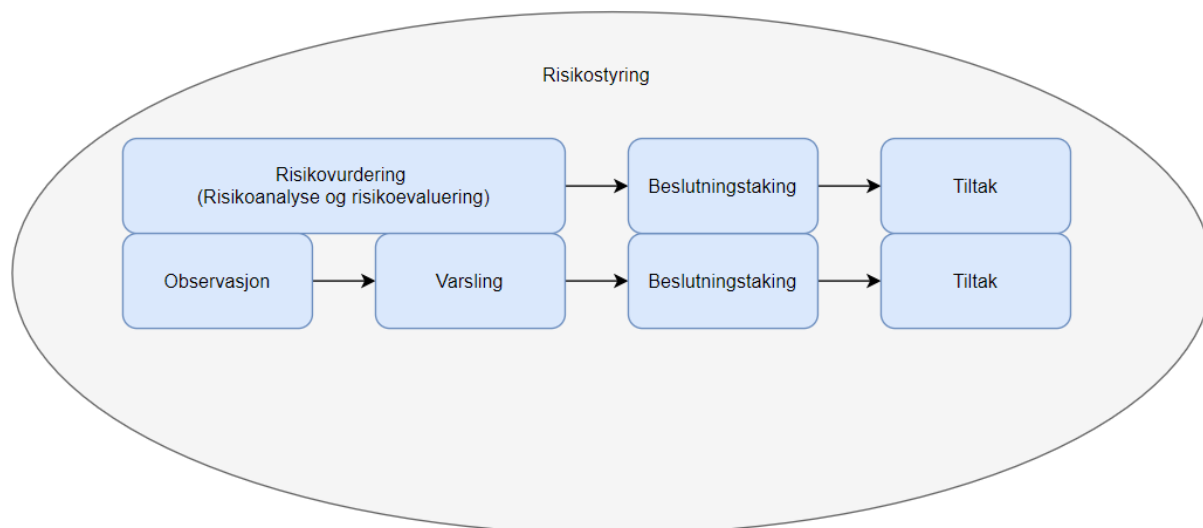
Flere intervjuobjekter påpekte at usikkerhet kan sees på som det motsatte av presisjon. Formålet med et skredvarsel er å lage en forventningsverdi av skredfaren med høyest mulig presisjon. Graden av presisjon vil påvirke beslutningstakers evne til å avgjøre om det er behov for tiltak eller ikke. Denne forventningsverdien lages på grunnlag av flere inputparametere. Disse kan igjen preges av usikkerhet i form av mengde data og kvaliteten av data. Skred er et komplekst fenomen, med mange naturvitenskapelige prosesser og påvirkningsfaktorer involvert. For å vurdere skredfaren kreves det informasjon om været, nedbør, temperatur og vind. Disse data må deretter sammenfattes ved bruk av forskjellige konseptuelle- og beregningsmodeller. Hvorvidt disse modellene er representativt for de virkelige forholdene kan beskrives som modellusikkerhet. Resultatet skal til slutt tolkes av en skredeksperter som utarbeider varslene. Denne fortolkningen kan derimot også inneholde usikkerhet i form av kompetanseusikkerhet. Dette tyder på at faren for at usikkerhet forgrener seg øker med antall ledd i en risikostyringsprosess.

Fra analysen påpekte flere intervjuobjekter at det var muligheter for at usikkerhetsmomenter tidlig i varslingen, kan spres videre til beslutningstaker. Det har blitt eksemplifisert av et intervjuobjekt at manglende kvantitative og kvalitative data medførte en feilvurdering av situasjonen, slik at flomskade ikke ble varslet (Se Kapittel 5.2.4). Når viktig informasjon ikke når frem til beslutningstaker vil det ikke bli iverksatt tiltak. Usikkerhet er i denne sammenhengen definert som ufullkommen informasjon og manglende situasjonsforståelse. Dette har igjen sterke koblinger til Turners informasjonsperspektiv, der informasjon aldri nådde frem til person som kunne ha forhindret ulykken. Hovedtrekkene i denne sikkerhetsteorien er at ulykker er en effekt av dårlig informasjonsflyt og manglende forståelse for risiko.

I henhold til et systemteori kan man anta at feil eller usikkerhet i en del av systemet, kan forgrenes videre i systemet. Varslingssystemet består som sagt av flere ledd, hvor det er gjensidig avhengighet mellom alle leddene. En feil i en del av systemet kan medføre at det spres videre i systemet. Disse effektene kan også omtales som usikkerhet i varslingsprosessen som forgrener seg til beslutningstaker. Dette kan medføre en sub-optimal beslutning som ikke er kompatibel med den gitte situasjonen.

6.3 Hvordan kan usikkerhet i risikostyring identifiseres og håndteres?

Ifølge Kjellen og Albrechtsen (2017) kan risikostyring deles inn i risikovurdering, beslutninger og tiltak. Sammenhengen mellom risikostyring og leddene i varslingssystemet er vist i Figur 6.2. En risikovurdering foretas av skredeksperter, og er i stor grad en ekspertvurdering.



Figur 6.2: Risikostyring og leddene i varslingssystemet

6.3.1 Usikkerhet i risikoanalyse og risikovurdering

På et konseptuelt nivå kan usikkerhet i risikovurdering identifiseres dersom kunnskapsgrunnlaget rundt en vurdering er lav. Hva som er svak kunnskapsgrunnlag kan beskrives ved å ta i bruk subjektive poengsystem presentert i Tabell 3.1. Svak kunnskapsstyrke kjennetegnes av dårlige forutsetninger, upålitelige data, uenighet blant eksperter og dårlig fenomenforståelse. Dersom noen av disse påstandene er sann, indikerer det usikkerhet i risikovurderingen. Usikkerheten øker ytterligere hvis det er stor sensitivitet i datagrunnlaget som benyttes i vurderingen. Hvordan dette kan operasjonaliseres i praksis er derimot fortsatt uklart. Et poengsystem vil ikke fungere «out of the box». Det er et spørsmål om hvordan de ulike faktorene i systemet skal rangeres etter hverandre, hvem sin kunnskap det er snakk om, og hvilke faktorer som har størst betydning for usikkerheten. Det kan derfor antas at poengsystemet må tilpasses ulike kontekst før det kan tas bruk.

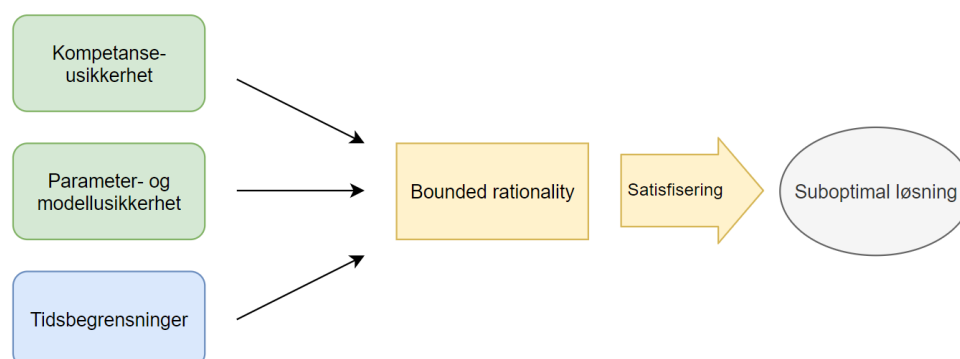
Det fremkommer i flere intervjuer at usikkerhet i risikostyring fremkommer som uklart og «flytende». Hva som kan beskrives som usikkerhet vil også variere avhengig av hvem du spør. For å identifisere og håndtere usikkerhet i risikostyring må det skapes et vedvarende fokus på usikkerhet i hvert ledd i varslingssystemet, og en felles forståelse på hva usikkerhet er. Dette kan eksempelvis operasjonaliseres ved å lage konkrete retningslinjer og prosedyrer for usikkerhetshåndtering. Usikkerhetsmomenter i parameterusikkerhet kan eksempelvis identifiseres dersom inputparametere fra manuelle eller automatiske datakilder anses som upålitelige. Dette forutsetter at man har kompetansen til å kjenne igjen mønstre og forhold som gjør inputparametere mindre troverdige. Kvaliteten og kvantiteten av data vil også ha en innvirkning. Dersom en vurdering er basert på få og upålitelige informasjonskilder, indikerer

dette parameterusikkerhet. Modellusikkerhet kan identifiseres ved manglende fenomenmodeller, eller at modellene som benyttes i varslingen anses som upålitelige og samsvarer lite med virkeligheten. Dette krever igjen kunnskap og kompetanse om hvordan modellene fungerer i helhet. Kompetanseusikkerhet kan være vanskeligere å identifisere, ettersom det kan være koblet til usikkerhet relatert til «ukjente kjente» og «ukjente ukjente». Det sistnevnte kan omtales som «dyp usikkerhet» og vil ikke kun være avhengig av kompetanse, men også risikopersepsjon. Dersom hendelser ikke er tolket som trusler kan det medføre at uønskede hendelser er utelatt fra risikoanalysen, eller at reel risiko blir underestimert i risikoevalueringen. Teori og analyse tyder at kompetanseusikkerhet er først fremst koblet mot den menneskelige faktoren i risikostyring. Dette er støttet i tidligere forskning. Undersøkelser av Linkov og Burmistrov (2003) tyder blant annet at mennesker har tendens til å tolke problemer forskjellige, selv med samme datagrunnlag og modeller. I kvalitetssikring perspektiv kan kompetanseusikkerhet identifiseres dersom det er stor uenighet blant aktørene som er involvert i skredvarslingen.

6.3.2 Usikkerhet i beslutningstaking

Beslutningstaking og tiltak er de siste komponentene i risikostyring. For å forstå usikkerhet i risikostyring, må man derfor også få innsikt i usikkerhetsmomenter i beslutningstaking og tiltakene som innføres. Beslutningsteori er gjennomgått i Kapittel 3.8. Usikkerhet i beslutninger kan i følge Klein (2001); Aven og Ersdal (2008); Radford (1989) identifiseres når det er ufullkommet informasjon om faktorene i en beslutningssituasjon. Usikkerhet kan indikeres når informasjon mangler, er upålitelig, tvetydig og kompleks. Det eksisterer som sagt flere likheter mellom usikkerhetsfaktorer i beslutningstaking og usikkerhetsfaktor i risikoanalyse, presentert i Kapittel 3.4. Til syvende sist kan også usikkerhet i beslutningstaking kobles til manglende kunnskapsgrunnlag om de ulike faktorene som inngår i en beslutningsprosess.

I henhold til teori om «bounded rationality» er ufullstendig informasjon, kognitive begrensninger og tid, begrensende faktorer for en optimal beslutning. I teori om usikkerhet kan ufullstendig informasjon kobles til parameterusikkerhet og modellusikkerhet. Kognitive begrensninger, kan etter forfatterens formening referere til to faktorer. Det kan omhandle menneskets begrensende kognitive funksjon til å behandle informasjon, eller det kan være manglende kunnskap relatert til faktorene i en beslutningssituasjon. Det sistnevnte kan dermed betegnes som kompetanseusikkerhet. Sammenhengen mellom usikkerhet og «bounded rationality» er vist i Figur 6.3 Tid og kognitive begrensninger vil ha en innvirkning på henholdvis innsamling



Figur 6.3: Usikkerhet og Bounded rationality

og fortolkning av informasjon, og kan dermed være en påvirkende faktor for usikkerhet i beslutningsprosesser. I praksis vil disse begrensningene være svært vanskelig å «bryte» på grunn

av menneskets kognitive funksjoner til å behandle informasjon, og hvordan samfunnet er bygd opp og fungerer. Dette indikerer at den beste måten for å fatte gode beslutninger er å finne nye og mer effektive metoder for å innehente og prosessere informasjon. I dagens samfunn ser man eksempelvis et økende bruk av stordata og maskinlære. Vil økende bruk av teknologi medføre robuste beslutninger som tåler usikkerhet? Teorien tyder videre at menneskets kognitive begrensning er en direkte årsak til sub-optimale beslutninger. Dette stiller igjen spørsmålet om datamaskinstøttet beslutninger er bedre? Hvorvidt den menneskelige faktoren kan sees på som en begrensning kan diskuteres. I nyere sikkerhetsteori er ofte den menneskelige faktoren omtalt som en immateriell barriere, en sentral komponent for å forhindre ulykker (Kongsvik et al., 2018). Dette er også tilfelle i risikoinformert beslutningstaking hvor beslutninger beskrives som evnebasert og legger stor vekt på menneskelig vurderingsevne (Zio og Nicola, 2012).

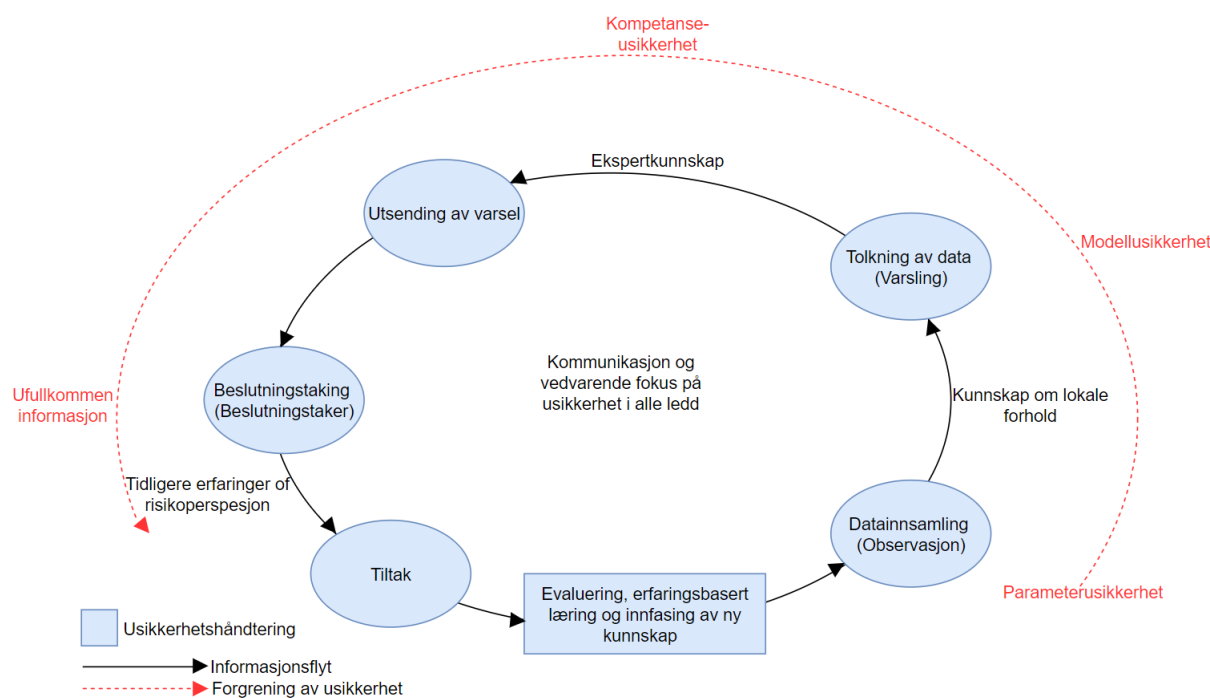
Det fremkommer i analysen at beslutningstaking i organisasjoner foretas ofte av personer som ikke er tilknyttet «ekspertgruppa». Det kan derfor antas at beslutningstaker ikke har like stor kunnskap om farene som skredpersonell. Ifølge Zio og Nicola (2012) er gode beslutninger risikoinformert. Hvor man ikke kan ta en beslutning på bakgrunn av en risikovurdering alene, man må også ta hensyn til andre faktorer og finne den relative vekten av hver komponent som skal inngå i beslutningen. Dette tyder på at en god beslutning vil avhenge av kontekst, potensielle konsekvenser og mål. For å fatte robuste beslutninger som tåler usikkerhet kan man i følge risikoinformert beslutningstaking implementere usikkerhet som en egen kriterium, og øke den relative vektleggingen av usikkerhet i større grad. Dette betyr i praksis at det legges mindre vekt på historiske data og kostnadsvurderinger. I en varslingskontekst vil derimot beslutningene være sterkt vektet i mot risikovurderingen av skredfare. Dette fordi informasjon om skredfare utgjør en stor bit av vurderingsgrunnlaget for skred mot bebyggelse. Dette kan flere intervjuobjekter bekrefte, og forklares ved at beslutninger om evakuering er et samfunnsproblem hvor feil eller dårlige beslutninger kan gi fatale konsekvenser. I beslutninger om evakuering kan utfallene deles inn *treff*, *falsk alarm*, *bom* og *korrekt avvisning*, som vist i Tabell 3.3. En «god» beslutning, med størst mulig presisjon kan i dette tilfellet defineres som *treff* og *korrekt avvisning*. Dette fordi den fattede beslutningen stemmer overens med utfallene, og man har på den måten sikret minst mulig tap. En «dårlig» beslutning kan da beskrives som *falsk alarm* og *bom*. I et varslingssystem ønsker man i størst mulig grad og unngå det sistnevnte ettersom det potensielt kan få store konsekvenser for samfunnssikkerheten. Siden et skredvarsel utgjør en stor del av den relative vekten av beslutninger om evakuering, kan man stille spørsmålet om beslutningene har vært bedre og mindre usikker dersom beslutningstaker sitter med den samme skredkompetansen som ekspertgruppa. Dette ble også indikert av noen intervjuobjekter.

6.3.3 Erfaringstilbakeføring og håndtering av usikkerhet

Hvordan usikkerhet håndteres er avhengig om hvorvidt usikkerhet kan sees på som et premiss eller en begrensning (Johannessen et al., 2016). Håndtering av usikkerhet foregår i to plan. For å håndtere usikkerhet i en usikker situasjon hvor det eksisterer lite kunnskap kan man benytte seg av føre-var-prinsippet (Se Kapittel 3.2. Et føre-var-prinsipp kan beskrives som et «aktivt/reaktivt» tiltak for å håndtere usikkerhet. Det andre planet omhandler hvordan usikkerhetshåndtering kan bli implementert i organisasjon ved å benytte kontinuerlig kunnskapsoverføring. Dette kan beskrives som et «passivt/proaktivt» tiltak mot usikkerhet.

Det fremkommer blant intervjuobjektene at usikkerhet er noe som vurderes og håndteres ved bruk av taus kunnskap. Dette er kunnskap som er bygget opp gjennom erfaring. Når en vurdering tas vil upålitelige kilder bli vurdert i mindre grad enn pålitelige kilder. Det er derimot svært kompleks

å beskrive hvordan denne vurderingen gjøres i praksis. I henhold til Nonaka og Takeuchi (1995) vil læring i organisasjoner skje når taus kunnskap omdannes til eksplisitt kunnskap. Dette kan etter forfatterens formening, også gjelde for usikkerhethåndtering. Dette betyr i praksis at usikkerhet kan håndteres ved hjelp av kunnskap- og erfaringstilbakeføring. En viktig faktor for å identifisere og håndtere usikkerhet er derfor erfaring og fenomenkunnskap. Det er flere likheter mellom dagens varslingsystem og sikkerhet-informasjonsystemet (Se Kapittel 3.6). Fellestrekket er at modellene har som formål og kontrollere risiko fra, datainnsamling, tolkning til beslutningstaking. Informasjonshenting og informasjonsdeling skjer i forskjellige faser i modellen. Ifølge Kjellen og Albrechtsen (2017) er effektiviteten til et slikt et system avhengig av god informasjonsflyt og det er en forutsetning at hvert ledd av systemet fungerer optimalt, ettersom et svakt ledd vil bryte løkken og systemet vil svikte. Suksessfaktorene er blitt gjennomgått i Kapittel 3.6. Disse er kontinuerlige søken etter ny informasjon som vil ha en innvirkning på systemet og deretter implementere denne informasjonen i beslutninger. Denne prosessen er iterativ og bidrar dermed til at lærdom fra tidligere beslutninger tas med til neste runde av varslingsprosessen. Suksessfaktorene for å håndtere usikkerhet er blitt gjennomgått analysen. Disse er informasjon fra flere kilder, kvalitetssikring og operasjonalisering av usikkerhet. På et konseptuelt nivå kan disse faktorene implementeres i sikkerhet-informasjonsystemet.



Figur 6.4: Sikkerhet-informasjonsystem og usikkerhethåndtering

Usikkerhet i datainnsamling-leddet vil være sterkt avhengig av mengden og kvaliteten av data som samles inn. For å fastslå i hvilken grad dataene kan anses som pålitelige vurderes det sammen med *kunnskap om lokale forhold*. Denne kan i prinsippet beskrives som observatørkunnskap, kunnskap relatert til hvilken inputparametere som samles inn og hvordan de samles inn. Inputparametere i skredvarsling kan eksempelvis være svært sensitiv for endring. Dette som følge av dynamiske temperaturendringer og nedbørmengder. Flere robuste informasjonskilder og målepunkter kan bidra til å fange opp sensitiviteten slik at det kan tas hensyn i vurderingene. Flere informasjonskilder kan også betegnes som «immaterielle barrierer», dersom en av informasjonskildene er upålitelige kan man velge å benytte andre. Dette krever igjen at man har tilstrekkelig *ekspertkunnskap* til å se hvilken informasjonskilder som er upålitelige

og hvordan datagrunnlaget skal sammenfattes på en optimal måte. Det utarbeidede varslet kommuniseres til beslutningstaker som skal til sist fatte en beslutning om evakuering. Denne beslutningen er avhengig av beslutningstakerens risikoperspepsjon og den relative vekten beslutningstakeren setter på usikkerhet i beslutning. *Falske alarmer* kan beskrives som en kostnadsbyrde i henhold til et kost-nytte perspektiv, men trenger nødvendigvis ikke å være utelukkende negativt. Dette fordi falske alarmer, hvis kommunisert godt nok kan bidra til å øke oppmerksomheten og trusselpotensialet rundt skredfare (Mileti og Sorensen, 1990). Dette medfører at samfunnets risikoperspepsjon for farekilden amplifiseres og kan til gjengjeld gi en effektiv risikohåndteringsprosess. Siste steg er en evaluering av varslingsprosessen, med fokus på læring og kunnskapsfering. Dette krever et vedvarende fokus på dokumentasjon, kommunikasjon og informasjonsspredning i organisasjonen, slik at beste praksis blir fulgt. For å forebygge at usikkerhet og avvik tidlig i prosessen forgrener seg i systemet må man implementere robuste løsninger, slik at usikkerhet fanges opp så tidlig som mulig. Dette kan i teorien skapes ved å danne et vedvarende fokus på usikkerhet i organisasjonen. I dagens varslingsystem er det eksempelvis operasjonalisert ved bruk av kvalitetssikring og sidemannskontroll i de forskjellige leddene.

Intervjuer indikerer at i små lokalsamfunn som Longyearbyen og Honningsvåg er det derimot vanskelig å ta vare på taus kunnskap, ettersom den ofte sitter lagret på relativt få personer. Når disse personene ikke lengre er tilstede, vil det medføre en kunnskapsmangel. Dette er en barriere for erfaringstilbakeføring. For å håndtere usikkerhet i naturfarer i små samfunn, kan man innføre organisatoriske tiltak for å ta vare på den etablerte kunnskapen.

6.3.4 Kommunikasjon av usikkerhet

Flere informanter påpeker viktigheten av kommunikasjon i en varslingsprosess. Dette fordi kommunikasjon er forankret i alle aktiviteter i et varslingsystem. Kommunikasjon i varslingsprosess skjer mellom flere aktører som har forskjellige kunnskapsgrunnlag. Risikokommunikasjon i denne oppgavens kontekst, kan beskrives som kommunikasjon av skredrisiko i det gitte varslingsystemet. Dette omhandler alt i fra kommunikasjon av inputparameter, møter for å diskutere skredsituasjonen og varslet som sendes ut til beslutningstakere. Risikokommunikasjon omfatter naturligvis kommunikasjon av usikkerhet. Dette er i følge flere informanter svært vanskelig å implementere, ettersom det ikke eksisterer konkrete retningslinjer for hvordan det kan gjøres. Det eksisterer derimot flere konseptuelle rammeverk for hvordan det kan operasjonaliseres, for eksempel konseptuell modell for skredfare presentert i Statham et al. (2018), og subjektive poengsystem presentert i Aven (2017). Disse er vist i Kapittel 3.5 og i Kapittel 3.5.1

Risikomatriser ofte benyttet som et kommunikasjonsverktøy for kvalitative risikovurderinger. Dette er også tilfellet for skredvarsling. Kapittel 3.5.1 omtalte derimot tradisjonelle matriser som utilstrekkelig. Dette med tanke på de «nyere» definisjonene av risiko. Der risiko kan i hovedtrekk beskrives som et produkt av sannsynlighet, konsekvens og tilhørende usikkerhet. I denne oppgaven er det blitt presentert flere matriser med usikkerhet som en tredje dimensjon. Aven (2015); Folkehelseinstituttet (2021) presenterer risikomatriser med integrert Kunnskapsstyrke bak hver risikoscenario.

Kontinuerlige matriser referert av Duijm (2015); Campbell et al. (2016), er en kvalitativ metode for kommunikasjon av usikkerhet som benyttes i den konseptuelle modellen for skredfare, vist i Kapittel 2.5. Denne modellen er universell og kan benyttes til å vurdere forskjellige skredtyper samtidig. Flere intervjuobjekter påpekte at modellen er tilpasset skred eksperter. En beslutningstaker vil nødvendigvis ikke ha den samme kompetansen for å tolke matrisene på en

optimal måte.

I følge teori fra Kapittel 3.2.2, vil informasjon som ikke er tilpasset mottakeren feile. For at budskapet i varlet ikke skal misforstås bør informasjon skreddersys til beslutningstaker, slik at «ekspertinformasjon» konverteres til «dagligtale». Det ble påpekt at dette var tilfelle i lokalvarslingen i Longyearbyen hvor den konseptuelle modellen for snøskredfare måtte forenkles slik at beslutningstaker skulle forstå det. 3x2 Matrisen er en forenkling av 5x5 matrisen illustrert av Statham et al. (2018). Kommunikasjon av usikkerhet i varslet er ikke integrert i matrisen, men fremkommer som en detaljert tekst som beskriver hvor stor tiltro varslerne har til risikovurderingen. I følge teori om risikokommunikasjon er kommunikasjon gjennom tall, komplekst og vanskelig å tolke. Det har derimot større grad av nøyaktighet sammenliknet med kommunikasjon gjennom ord, som kan tolkes flertydig. Ifølge Klein (2001) er tvetydighet og kompleks informasjon påvirkende faktorer for usikkerhet i beslutningstaking. Dette kan beskrives som en paradoks hvor nøyaktig kommunikasjon av usikkerhet kan føre til bedre håndtering, men det er en risiko for at informasjonen misforstås av beslutningstaker og medfører en sub-optimal beslutning. Dette stiller igjen spørsmålet om tallfesting av risiko. Fra skredfaglig perspektiv vil dette være svært vanskelig, ettersom risiko vil være sammensatt av flere faktorer. Koblingen mellom disse faktorene kan heller ikke gjenspeiles helt eksakt ved hjelp av numeriske uttrykk. I moderne risikoteori har man derfor stilt spørsmålet om å tallfeste risiko. Dette på grunn av stadig flere tette koblinger og interaksjoner i risiko, som gjør tallfesting vanskelig. Det er dessuten stor forskjell i kunnskapsstyrke i forskjellige områder. Tradisjonelle kvantitative risikoanalyser har i stor grad omhandlet tallfesting av en konkret uønsket scenario, basert på bestemte hendelsesforløp. I dagens samfunn er det derimot usikkert om det bestemte hendelsesforløpet vil realiseres. Det er også et spørsmål om eventuelle kaskadeeffekter som vil skape ytterligere komplikasjoner. En god metode for å operasjonalisere usikkerhet i risikovurderinger er derfor å ta i bruk kunnskapsgrunnlag som en tredje faktor i risikokommunikasjon. Tiltro til vurderingene kan utbroderes ytterligere for å beskrive bakgrunnen for vurderingen. Hvordan denne utbroderingen skal foretas må derimot tilpasses kunnskapsgrunnlaget til «Mottakeren av risikovurderingen».

6.3.5 Operasjonalisering av usikkerhet i praksis

Funn fra intervjuene tyder at operasjonalisering er første steg i å håndtere usikkerhet. I en varslingskontekst kan eksempelvis usikkerhet operasjonaliseres på metoden vist i Vedlegg A3. En 3x2 risikomatrise for skred utarbeides fra den konseptuelle modellen og man får en indikasjon på skredfare. Usikkerhet kan beskrives som graden av tiltro man har til en vurdering, og denne kan indikeres ved å ta i bruk subjektive poengsystem presentert av Aven (2017). Det forutsetter at man har laget klare retningslinjer for å benytte og tilpasse poengsystemet til det gitte kontekst. Avhengig av «poengene» man får, kan man bruke dette til å estimere graden av tiltro man har til vurderingen. Lav tiltro til en vurdering betyr høy usikkerhet, mens høy tiltro til en vurdering betyr lav usikkerhet. Siste steg vil være å konkretisere begrunnelsen for graden av tiltro og kategorisere de ulike usikkerhetstypene som eksisterer i vurderingen. Er det eksempelvis parameterusikkerhet, modellusikkerhet eller kompetanseusikkerhet? Ved å sammenfatte risikomatrisen og modellen for kunnskapsvurdering kan man anbefale et konkret tiltak til beslutningstaker som tar hensyn til alle tre faktorene i risiko: sannsynlighet, konsekvens og usikkerhet.

6.4 Instrumenteringens innvirkning på beslutningstaking og usikkerhet

Instrumentering gjør det mulig å samle store mengder objektive nåtidsdata i risikoanalysen. «Bounded rationality» tilsier at menneskets evne til gode beslutninger er begrenset av tid, kognitive funksjoner og informasjon. Resultatet er en sub-optimal beslutning og beskrives som «satisfisering» (Simon og March, 1993). Dersom dette er tilfelle er instrumentering positivt, ettersom man til en viss grad kan motvirke begrensningen relatert til informasjon. Resultatet er minkende grad av «satisfisering» og bedre beslutninger. Teorien beskriver også at begrensende kapasitet til å behandle informasjon er en kilde til «satisfisering». Dette tyder at man også må ha evnen til å tolke instrumenteringsdata for å nyttegjøre informasjonskilden. Det store spørsmålet gjenstår, hvordan vil instrumentering påvirke beslutningstaking og usikkerhet? Flere informanter påpeker at instrumentering bidrar til et bedre datagrunnlag, og er dessuten en effektiv måte å samle inn informasjon på. Fordelene med instrumentering er at de kan stå å måle over lengre tid. Det er også mulig å samle data når terrenget er ustabil og det er dårlig sikt i området. I tilfeller hvor det er vanskelig å gjøre manuelle observasjoner. Intervjuene viste at sensorene kan støtte gode beslutninger dersom data oppleves som pålitelige. Usikkerhet kan imidlertid oppstå dersom instrumentene sender ut data som oppleves som upålitelige. Innsamling av objektive data er derfor ikke nok, man må også ha evne til å tolke dataene i de gitte forholdene.

Brorparten av informantene mener at snøskredvarsling aldri vil bli en helautomatisk prosess uten manuelle observasjoner. Dette på grunn av prosesser i snødekket er vanskelig å vurdere objektivt. Dette stiller spørsmålet i hvilken grad flom og jordskredvarsling kan automatiseres, ettersom flom- og jordskredfare ikke er like avhengige av manuelle observasjoner som snøskredvarsling. Implementering av Stordata og maskinlæring i overvåking og kartlegging av naturfarer har i følge flere forfatter hatt en positiv effekt (Choubin et al., 2019; Arinta og Emanuel, 2019). Hvilken innvirkning stordata vil ha på usikkerheten er derimot uklart. Store data kan både være en fordel og en ulempe. Intervjuene viste at det var en fordel, dersom man forstår teknologien som brukes i detalj, i hvilke forhold de kan gi upresise data, og at de er godt testet før de tas i bruk. Dette for å hindre at man finner data som tilfeldig passer til den gitte situasjonen. Dette kan beskrives som en av faktorene i «Garbage can modellen», der løsninger til et problem kan dukke opp når dataene tilfeldigvis passer til den gitte informasjonen og de gitte forholdene. Dette kan i verste fall føre til en dårlig beslutning. For at instrumentering skal støtte beslutningstaking må man ha kunnskapen til å skille mellom hva som er «støy» og hva som er «signal» i henhold til signal- deteksjonsteori.

Risikoen for at «støy» blir tolket som «signal» vil øke dersom man ikke har kapasitet og tilstrekkelig kompetanse til å behandle datagrunnlaget. Bruk av stordata kan derfor være svært ressurskrevende. Dette med tanke på utstyr og systemer for å håndtere de store datasettene og sikre tilstrekkelig datakvalitet. Det er også et spørsmål om hvordan sensorene skal integreres i et kommunikasjonssystem. For at skredpersonell skal kunne forstå sensor-dataene må det være kommunisert på en brukervennlig og oversiktlig måte, som ikke er altfor avansert. I DRIVA prosjektet er eksempelvis sensordata presentert som grafer, der snødybde er en funksjon av tiden. Alle intervjuobjektene stilte seg positivt til teknologistøttet beslutningstaking. Et fåtall uttrykte likevel skeptisisme til å ta i bruk ny teknologi, og koblet det i mot måleusikkerhet. For at håndtere måleusikkerhet må instrumentene testes i forskjellige- og nye forhold. Dette kan eksempelvis være i forskjellige topografiske og geologiske områder, og i ulike værforhold.

7 Konklusjon

Denne oppgaven har undersøkt usikkerhetsmomenter i varsling. En varsling vil aldri være helt presis fordi værprognoser kan være feil, observasjoner kan være mangelfulle og fortolkning av tilgjengelig informasjon kan være ukorrekt. Kildene til usikkerhet er sammensatt for alle steg i varslingsprosessen. Usikkerhet i varsling kan håndteres ved å benytte aktive/reaktive tiltak som føre-var-prinsippet, eller passive/proaktive tiltak som kan knyttes opp i mot kunnskapsoverføring.

Usikkerhet er et viktig tema ettersom verden er i stadig endring. Klimaendringer medfører at naturfarer oppstår i nye kontekst som utfordrer vår risikopersepsjon og kunnskap relatert til forekomsten av naturfarer. Arktiske strøk og Svalbard opplever klimaendringer på et høyere nivå enn andre steder i verden. Klimaendringene på Svalbard kan på mange måter beskrives som en forutsende indikator, ettersom vi mest sannsynligvis kommer til oppleve lignende forhold på fastlandet. Implementering av proaktive tiltak mot naturfarer har derfor blitt viktigere enn noen gang.

Skredvarsling er bare et av tiltakene i helhetlig skredsikring og kan beskrives som et kortsiktig tiltak, og er forutseende for et par dager frem tid. Trolig vil implementering av langsiktige tiltak også følge samme risikostyringsprosess. Man kan dermed anta at usikkerhetsmomentene som er funnet i oppgaven også er gjeldene for langsiktige tiltak. Implementering av Langsiktige tiltak har derimot et større usikkerhetsgap, som ikke eksisterer i kortsiktige tiltak. Dette fordi langsiktige tiltak er i større grad relatert til klimafremskrivninger. Ved planlegging av eksempelvis fysiske barrierer, byplanlegging og flytting av hus, må man prøve å danne et bilde av værutviklingen for å beslutte om tiltak bør implementeres.

Denne studien har kun tatt for seg risikostyring av skredfare, etter forfatterens formening kan disse funnene også generaliseres til andre risikostyringsprosesser og systemer som følger et generell rammeverk basert på innsamling av data, tolkning av data og beslutningstaking. Det er fremvist at både risikovurderinger og risikopersepsjon vil ha en stor innvirkning i hvordan usikkerhet identifiseres og håndteres. Implementering av usikkerhet som en tredje dimensjon i risikobegrepet vil føre til bedre og robuste risikovurderinger. Dette fordi det er relativt få ting som kan gjenspeiles i statistiske og matematiske sannsynlighetsvurderinger. Det er dessuten stor forskjell i kunnskapsstyrke på ulike områder. Oppgaven har i stor grad fokusert på grunnleggende rammeverk i sikkerhetsteori, der erfaringstilbakeføring og læring er viktige tilnærminger for å forebygge fremtidige uønskede hendelser. Dette kan i teorien også benyttes for usikkerhetshåndtering, ettersom den epistemiske definisjonen av usikkerhet er knyttet mot manglende kunnskapsgrunnlag. Det er derimot vanskelig å konkludere om eksisterende kunnskap og kunnskapsoverføring er tilstrekkelig i en verden med økende grad av usikkerhet, kompleksitet og flertydighet. Spørsmålet er om det bør utvikles nye tenkemåter og metoder for å håndtere usikkerhet. Til dette formålet kan økende bruk av stordata og maskinlære være et gunstig verktøy. I kombinasjon med lokal- og ekspertkunnskap kan dette bidra til robuste beslutninger som tåler usikkerhet. Det er derimot en forutsetning at man forstår hvordan teknologien fungerer, hvis ikke så kan det medføre ytterligere usikkerhet.

7.1 Videre arbeid

Denne oppgaven har fokusert på usikkerhet relatert til naturfarer og tilhørende varslingsystem. Det store spørsmålet gjenstår: Hvilken innvirkning vil klimaendringer ha for risikostyring av andre systemer? Hvordan kan eksempelvis disse systemene gjøres robuste mot kaskadeeffektene av klimaendringer? Det er ikke sikkert man greier å fastslå disse kaskadeeffektene eksakt. Betyr dette at man må først oppleve tap før man kan lære av en hendelse? Eller finnes det andre proaktive metoder for å håndtere dette? Denne studien berører kun overflaten av et underliggende stort problem som vil prege oss i fremtiden. Bruk av ny teknologi for å håndtere usikkerhet er undersøkt. Det er derimot et fagfelt som krever mer forskning. I denne sammenheng er klimaendringene i Arktis en proaktiv og unik mulighet for videre lærdom innenfor fagfeltet.

I fremtidige risikoforskning er to utfordringer gjeldende. Det første handler om å danne en felles forståelse for hva usikkerhet, mens den andre handler om hvordan det kan operasjonaliseres.

Referanser

- Arinta, R. R. og Emanuel, A. W. (2019). Natural disaster application on big data and machine learning: A review.
- Aven, T. (2008). Risikostyring i industriselskaper. *Praktisk økonomi og finans*, 24:45–55.
- Aven, T. (2015). *Risikostyring*. Universitetsforlaget.
- Aven, T. (2016). Risk assessment and risk management: Review of recent advances on their foundation. *European Journal of Operational Research*, 253:1–13.
- Aven, T. (2017). Improving risk characterisations in practical situations by highlighting knowledge aspects, with applications to risk matrices. *Reliability Engineering and System Safety*, 167:42–48.
- Aven, T. og Erdsdal, G. (2008). Risk informed decision-making and its ethical basis. *Reliability Engineering and System Safety*, 93:197–205.
- Aven, T. og Kristensen, V. (2005). Perspectives on risk: review and discussion of the basis for establishing a unified and holistic approach. *Reliability Engineering and System Safety*, 90:1–14.
- Aven, T. og Kristensen, V. (2019). How the distinction between general knowledge and specific knowledge can improve the foundation and practice of risk assessment and risk-informed decision-making. *Reliability Engineering and System Safety*, 191:1–9.
- Aven, T. og Zio, E. (2014). Foundational issues in risk assessment and risk management. *Risk Analysis*, 34:1164–1172.
- Boin, A., Ekengren, M., og Rhinard, M. (2020). Hiding in plain sight: Conceptualizing the creeping crisis. *Risks, Hazards & Crisis in Public Policy*, 11(2):116–138.
- Brundl, M. og Margreth, S. (2015). *Integrative Risk Management: The Example of Snow Avalanches*. WSL Institute for Snow and Avalanche Research SLF.
- Bryman, A. (2015). *Social Research Methods*. Oxford University Press.
- Campbell, C., Conger, S., Gould, B., Haegeli, P., Jamieson, B., og Grant, S. (2016). *Technical Aspects of Snow Avalanche Risk Management*. The Canadian Avalanche Association.
- Choubin, B., Borji, M., Mosavi, A., Sajedi-Hosseini, F., Singh, V. P., og Shamshirband, S. (2019). Snow avalanche hazard prediction using machine learning methods. *Journal of Hydrology*, 577:123929.
- Cicero (2018). Oppdatering av kunnskap om konsekvenser av klimaendringer i norge. <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1209/m1209.pdf>. (Hentet 30/01/2021).
- Cirella, G., Semenzin, E., Critto, A., og Marcomin (2014). *Sustainable Cities and Military Installations*. Springer Science.
- Corbin, J. M. og Strauss, A. L. (2015). *Basics of qualitative research : techniques and procedures for developing grounded theory*. Sage.

- DeJoy, D. M., Wogalter, M. S., og Laughery, K. R. (1999). *Warnings and risk communications*. Taylor & Francis.
- Drottz-Sjøberg, B. M. (2003). *Current Trends In Risk Communication: Theory and Practice*. DSB.
- DSB (2016). Skredulykken i longyearbyen 19. desember 2015. <https://www.dsb.no/rapporter-og-evalueringer/skredulykken-i-longyearbyen/>. (Hentet 15/10/2020).
- Duijm, N. J. (2015). Recommendations on the use and design of risk matrices. *Safety Science*, 76:21–31.
- Eiser, R., Bostrom, A., Burton, I., Johnston, D. M., McClure, J., Paton, D., Van der Pligt, J., og White, M. P. (2012). Risk interpretation and action: a conceptual framework for responses to natural hazards. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 1:5–16.
- Engen, O. A., I., K. B., Lindøe, P. H., Olsen, K. H., Olsen, O. E., og Pettersen, K. A. (2016). *Perspektiver på samfunnsikkerhet*. Cappelen Damm Akademisk.
- Flage, R. og Aven, T. (2009). Expressing and communicating uncertainty in relation to quantitative risk analysis. *Reliability: Theory & Applications*, 2:9–18.
- Folkehelseinstituttet (2021). Covid-19-epidemien: Nye varianter av sars-cov-2: kunnskap, risiko og respons andre oppdatering. <https://www.fhi.no/contentassets/c9e459cd7cc24991810a0d28d7803bd0/vedlegg/nye-varianter-av-sars-cov-2-kunnskap-risiko-og-respons-andre-oppdatering-27-januar-2021.pdf>. (Hentet 08/05/2021).
- Gould, K. (2016). *Understanding uncertainty: thinking through in relation to high-risk technologies*.
- Hern, J., Ez, og Ortega, R. P. (2019). Bounded rationality in decision-making.
- Indreiten, M. (2020). Hvor sikker? forbedring av risikostyring i lokal snøskredvarsling, med fokus på usikkerhetshåndtering. Master's thesis, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.
- ISO 31000:2018(NOR) (2018). Retningslinjer i risikostyring. Standard, Norsk standard, Norge.
- Jackson, M. og Hood, C. (1991). “the new public management: A recipe for disaster?”. *Canberra Bulletin of Public Administration*, sider 12–17.
- Jacobsen, A., Tufte, P. A., og Christoffersen, L. (2016). *Hvordan gjennomføre undersøkelser?* Cappelen Damm akademisk.
- Jaedicke, C., Studeregger, A., Monti, F., Dellavedova, P., Stoffel, L., Azzarello, S., Molne, T., og Bellido, G. M. (2018). Local avalanche warning in europe.
- Johannessen, A., Tufte, P. A., og Christoffersen, L. (2016). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode*. Abstrakt forlag.
- Johansen, I. L. (2014). Risk assessment in risk-informed decision-making.
- Jonkman, S. N., Van Gelder, P., og Vrijling, J. K. (2003). An overview of quantitative risk measures for loss of life and economic damage. *Journal of Hazardous Materials*, 99:1–30.
- Kaplan, S. og Garrick, J. (1981). On the quantitative definition of risk. *Risk Analysis*, 1:11–27.

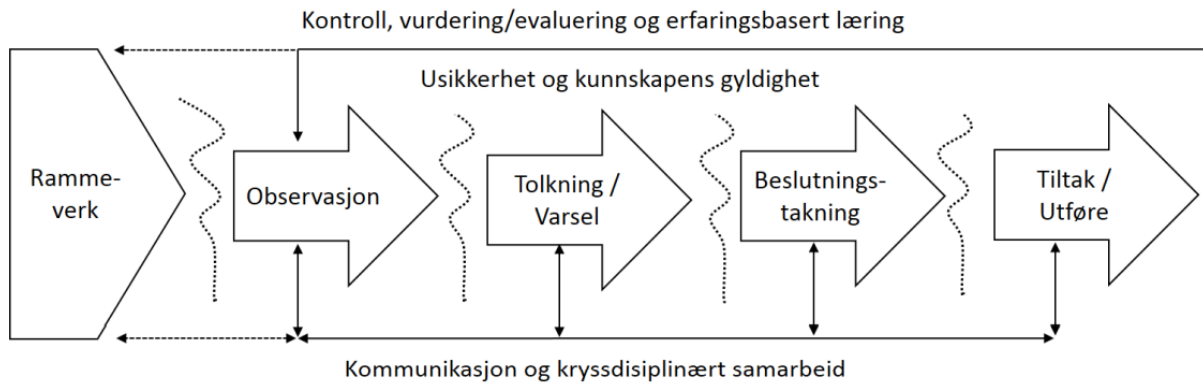
- Kasperson, R. E. og Kasperson, J. X. (1996). The social amplification and attenuation of risk. *The Annals of the American Academy of Political and Social Science*, 545:95–100.
- Kjellen, U. og Albrechtsen, E. (2017). *Prevention of Accidents and Unwanted Occurrences*. CRC Press.
- Klein, G. (2001). *Sources of power: How People Make Decisions*. The MIT Press.
- Kongsvik, T. (2015). Decisions and decision support for major accident prevention in the process industries. *Journal of Loss Prevention in the Process Industry*, 35:85–94.
- Kongsvik, T., Albrechtsen, E., Antonsen, S., Herrera, I., Hovden, J., og Schiefloe, P. M. (2018). *Sikkerhet i arbeidslivet*. Fagbokforlaget.
- Landrø, M., Mikkelsen Odd, A., og Jaedicke, C. (2017). Gjennomgang og evaluering av skredhendelsen i longyearbyen 21.02.2017. Rapport nr 31-2017, Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo, Norge.
- Linkov, I. og Burmistrov, D. (2003). Model uncertainty and choices made by modelers: Lessons learned from the international atomic energy agency model intercomparisons. *Risk Analysis*, 23:1297–1308.
- Liu, T., Zhang, H., Li, X., og Zhang, H. (2020). Individual factors influencing risk perceptions of hazardous chemicals in china. *Environmental Research*, 186.
- Longyearbyen lokalstyre (2017). Helhetlig risiko og sårbarhetsanalyse for longyearbyen lokalstyre. <https://www.lokalstyre.no/helhetlig-ros-analyse-for-longyearbyen-og-longyearbyen-lokalstyre-2017.5985479-321755.html>. (Hentet 02/02/2021).
- March, J., Cohen, M., og Johan, O. (1972). A garbage can model of organizational choice. *Administrative Science Quarterly*, 17:1–25.
- Mileti, D. og Sorensen, J. (1990). Communication of emergency public warnings: A social science perspective and state-of-the-art assessment.
- Nonaka, I. og Takeuchi, H. (1995). *The Knowledge Creating Company*. Oxford University Press.
- Norges vassdrags- og energidirektorat (2021). Kvikkleire og kvikkleireskred. <https://www.nve.no/flaum-og-skred/om-skred/kvikkleire-og-kvikkleireskred/>. (Hentet 14/05/2021).
- Norsk Klimaservicesenter (2017). Climate in svalbard 2100. <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1242/m1242.pdf>. (Hentet 02/02/2021).
- OECD (2003). Global shocks: Improving risk governance. <https://www.oecd.org/governance/48329024.pdf>. (Hentet 06/09/2020).
- Olje- og energidepartementet (2012). Meld. st. 15 (2011 – 2012) melding til stortinget hvordan leve med farene – om flom og skred. <https://www.regjeringen.no/contentassets/65e3e88d0be24461b40364dd61111f21/no/pdfs/stm201120120015000dddpdfs.pdf>. (Hentet 14/05/2021).
- Petroleumstilsynet (2016). Risikobegrepet i petroleumsvirksomheten. <https://www.ptil.no/contentassets/1b253609b7b940069e0acd005861c7ca/risikorapport-2016-nett.pdf>. (Hentet 02/05/2021).

- Plough, Alonzo, K. S. (1987). The emergence of risk communication studies: Social and political context. *Science, Technology and Human Values*, 12:4–10.
- Radford, K. (1989). *Individual and Small Group Decisions*. Springer.
- Rausand, M. og Haugen, S. (2020). *Risk Assessment*. Wiley.
- Renn, O. og Schwelzer, P. J. (2019). Governance of systemic risks for disaster prevention and mitigation. *Disaster Prevention and Management*, 28:862–874.
- Scheibe, K. P. og Blackhurst, J. (2019). Systemic risk and the ripple effect in the supply chain. *Handbook of Ripple Effects in the Supply Chain*, 4:85–100.
- Simon, H. og March, J. (1993). *Organizations*. Blackwell Publishers.
- Statham, G., Haegeli, P., Greene, E., Birkeland, K., Israelson, C., Temper, B., Stethem, C., McMahon, B., White, B., og Kelly, J. (2018). A conceptual model of avalanche hazard. *Natural Hazards*, 90:663–691.
- Strøm, P., Eilertsen, M., Andreassen, R. N., og Malmo, V. K. (2020). Nederlansk mann drept av isbjørn på svalbard – nrk troms og finnmark – lokale nyheter, tv og radio. <https://www.nrk.no/tromsogfinnmark/nederlansk-mann-drept-av-isbjorn-pa-svalbard-1.15138504>. (Hentet 02/05/2021).
- Turner, B. A. (1978). *Man-made Disasters*. Wykeham Publications.
- Weyrich, P. (2020). To act or not to act: Warning communication and decisionmaking in response to weather-related hazards.
- Wiersen, S. (2021). Opprettholder evakuering til tirsdag. <https://svalbardposten.no/nyheter/oppretholder-evakuering-til-tirsdag/19.13779>. (Hentet 02/05/2021).
- Wiersen, S. og Haugli, B. (2021). Isbjørnangrep i mohnbukta. <https://svalbardposten.no/nyheter/mann-angrepet-av-isbjorn/19.13658>. (Hentet 02/05/2021).
- Wilhelm, C., Wiesinger, T., Brundl, M., og Anmann, W. (2000). The avalanche winter 1999 in switzerland - an overview.
- Zio, E. og Nicola, P. (2012). Overview of risk-informed decision-making processes. Number 2012-10 Cahiers de la Sécurité Industrielle, Foundation for an Industrial Safety Culture, Toulouse, France.

Vedlegg

A1 Prosessmodell

Referanse: Figuren er hentet fra Indreiten (2020)



Rammeverk: Retningslinjer og rammer som beskriver hvordan varslingen skal foretas. Dette gjelder eksempelvis involverte aktører, ansvarsområder og generelle verktøy og prosedyrer som benyttes i varslingen for å håndtere skredfare.

Observasjon: Innhenting av parametere som kan ha en innvirkning for forekomst skred, dette er eksempelvis metrologiske data og informasjon om snødekket.

Tolkning/Varsel: Innhentet data fra observasjon blir tolket og sammenfattet. Et skredfarevarsel blir utarbeidet.

Beslutningstakning: Beslutningstaker vurderer skredrisiko med henhold til skredfarevarset. Tiltak iverksettes hvis skredfaren er stor.

Tiltak: Tiltak iverksettes og beredskapsmyndigheter er involvert i evakuering for utsatt bebyggelse. Andre tiltak kan eksempelvis være stengning av veier.

A2 FHI risikovurdering

Referanse: Vedlegget er hentet fra Folkehelseinstituttet (2021)

Risikospørsmål om den engelske (E), sør-afrikanske (SA) og brasilianske (B) varianten	Sannsynlighet	Konsekvens	Risiko	Tiltro til vurderingen	Kap.
1. Hva er risikoen for at det skal oppstå varianter av SARS-CoV-2 med endrete egenskaper innen smittsomhet, virulens eller immunitet?	Høy	Moderat / stor	Moderat / høy	Stor	3.1, 3.1, 3.3
2. Hva er risikoen for at variantene er mer smittsomme?	Høy	Stor	Høy	Stor	3.1, 3.2, 3.4
3. Hva er risikoen for at variantene vil fortsette å spre seg til Norge?	Høy	Stor	Høy	Stor	3.1, 3.2, 3.5
4. Hva er risikoen for at variantene skal spre seg i Norge?	Høy	Stor	Høy	Moderat	3.1, 3.2, 3.6
5E. Hva er risikoen for at den engelske varianten gir mer alvorlig sykdom?	Moderat	Stor	Moderat	Moderat	4
5SA og 5B: Hva er risikoen for at den sør-afrikanske og brasilianske varianten gir mer alvorlig sykdom?	Kan ikke konkludere ennå	Stor	Kan ikke konkludere ennå	Liten	4
6. Hva er risikoen for at testene som benyttes i Norge har lavere sensitivitet for variantene?	Lav	Liten	Lav	Stor	5
7E. Hva er risikoen for at gjennomgått SARS-CoV-2-infeksjon gir lavere immunitet mot den engelske varianten?	Lav	Liten	Lav	Moderat	6
7SA og 7B: Hva er risikoen for at gjennomgått SARS-CoV-2-infeksjon gir lavere immunitet mot den sør-afrikanske og brasilianske varianten?	Lav / moderat	Liten	Moderat	Moderat	6

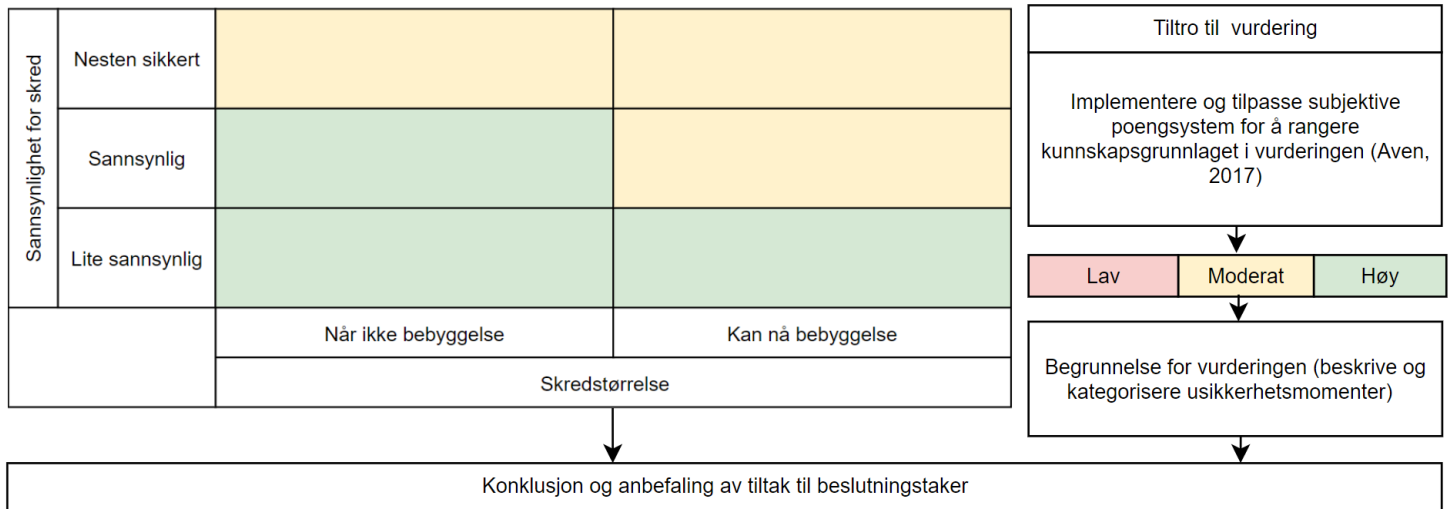
Sannsynlighet er sannsynligheten for at en hendelse inntreffer

Konsekvens er følgene av hendelsene hvis de skulle inntreffe

Risiko er produkt av sannsynlighet og konsekvens.

Tiltro er konfidens i kunnskapsgrunnlaget for vurderingene. Dersom kunnskapsgrunnlaget er liten konkluderes ikke risiko.

A3 Operasjonalisering og kommunikasjon av usikkerhet



A4 Infoskriv

Vil du være med i forskningsprosjektet: «Usikkerhetens innvirkning på håndtering av naturfarer»?

Et resultat av klimaendringer er unormale vær- og temperaturforhold som øker forekomsten av naturfarer. Hensikten med oppgaven er å undersøke i usikkerhetsmomenter i skredvarsling og hvordan dette kan håndteres. I dette informasjonsskrivet gir vi deg informasjon om prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg. Siste del av skrivet inneholder også et samtykkeskjema.

Formål

Prosjektet er en masteroppgave som skrives av Martin Keng He (Master i Helse, miljø og sikkerhet) våren 2021. Formålet med studiet er å identifisere usikkerhetsmomenter i skredvarslingsprosessen: observasjoner, varsling og beslutningstaking. Teknologistøttet beslutningstaking vil også være et sentralt tema. Studien gjennomføres i henhold til NTNUs retningslinjer.

Problemstillingen i oppgaven er:

«Hvilke usikkerhetsmomenter eksisterer i skredvarsling og hvordan kan denne håndteres?»

Forskningsspørsmål:

1. Hvorfor oppstår usikkerhet i risikostyring?
2. Hvordan kan usikkerhet i risikostyring identifiseres og håndteres?
3. Hvilken innvirkning har digital datainnsamling på beslutningstaking og usikkerhet?

Temaet i intervjuet vil ta utgangspunkt i disse spørsmålene.

Hvem er ansvarlig for prosjektet?

Institutt for industriell økonomi og teknologiledelse ved NTNU er ansvarlig for prosjektet.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Utvalget i denne masteroppgaven er basert på strategisk utvelgelse. Dette innebærer at utvalget er trukket som følge av relevant kompetanse og erfaring knyttet til problemstillingen. Det vil i utgangspunktet være en populasjon på rundt 10 personer som har en tilknytning til det lokale/regionale skredvarslet både i fastlandet og på Svalbard. Andre aktuelle kandidater som er relevant for problemstillingen vil også vurderes.

Hva innebærer det for deg å delta?

Datainnsamlingen i denne masteroppgaven vil foregå gjennom kvalitativt semistrukturerte intervju. Intervjuet vil gjennomføres fysisk eller på Microsoft Teams hvor lyden tas opp. Planlagt intervjuetid er 1 time. Spørsmålene vil være sentrert rundt de presenterte forskningsspørsmålene og dine erfaringer med usikkerhetshåndtering. Det vil ikke bli spurt spørsmål om personsensitiv informasjon.

Deltakelse er frivillig

Det er frivillig å delta i forskningsprosjektet. 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 gi 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 dette skrivet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personregelverket. Det er bare studenten som vil ha tilgang til dine personopplysninger. Disse vil kun lagres på fysisk enhet som er passord beskyttet. Dine opplysninger vil kun publiseres i masteroppgaven og vil være anonymisert slik at enkeltpersoner ikke kan identifiseres ved oppgavens slutt.

Hva skjer med opplysningene deres ved prosjektets slutt?

Innleveringsdatoen for masteroppgaven er 10.06.2021. Etter denne datoen slettes lydfiler, notater fra intervjuet og transkriberinger av intervjuet.

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:

- Masterstudent Martin Keng He, mob. 413 58 679, epost: martikh@stud.ntnu.no
- Eirik Albrechtsen (Veileder) ved NTNU, mob. 918 84 358, epost: eirik.albrechtsen@ntnu.no
- NTNUs personvernombud: Thomas Helgesen, mob.930 79 038, epost: 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 (personvertjenester@nsd.no) eller på telefon: 55 58 21 17.

Med vennlig hilsen

Martin Keng He
(prosjektansvarlig/masterstudent)

Eirik Albrechtsen
(Veileder)

A5 Intervjuguide

Intervjuguide

Praktiske opplysninger

Disse punktene gjennomgås i forkant av intervjuet:

- 1) Introduksjonsrunde, der jeg introduserer meg selv og ber kandidaten gjøre det samme.
- 2) Informere om prosjektet, temaet for intervjuet og hva som har blitt gjort tidligere i fordypningsoppgaven.
- 3) Presentere problemstillingen i oppgaven «Hvilke usikkerhetsmomenter eksisterer i skredvarsling og hvordan kan denne håndteres» og presentere forskningsspørsmål tilknyttet oppgaven.
 - a. Hvorfor oppstår usikkerhet i risikostyring?
 - b. Hvordan kan usikkerhet i risikostyring identifiseres og håndteres?
 - c. Hvilken innvirkning har digital datainnsamling på beslutningstaking og usikkerhet?
- 4) Beskrive rammeverket i varsling: observatør-> varsler -> beslutningstaker -> tiltak
- 5) Dagens varslingssystem inneholder flere lag av aktører og er en stegvis prosess. Jeg ønsker å kartlegge kilder til usikkerhet i varslingsprosessen, hvordan de oppstår og hvordan de kan reduseres. Til slutt vil jeg også spørre om ditt synspunkt på teknologistøttet beslutningstaking ved bruk av tingenes internett i snø/jordskred varsling. Alle deltagere som ønsker, vil få en kopi av masteroppgaven når den er ferdigstilt.
- 6) Det er ønskelig å ta opp intervjuet på teams for å gjøre transkribering prosessen enklere. Alle opptak, utskrifter, og notater fra intervjuene vil bli slettet ved innleveringsfristen, 10 juni.
- 7) Kandidatene vil anonymiseres i oppgaven.
- 8) Kandidatene kan når som helst trekke seg fra intervjuet uten begrunnelse og i etterkant kunne trekke seg fra forskningsprosjektet så lenge det pågår.
- 9) Planlagt intervjuetid vil være på 1 time.

Opptaket starter nå

Introduksjon:

Hva er din/din aktørs rolle i skredvarsling?

Tema 1: Varsling av naturfarer

- 1) Kan du beskrive hvordan dere jobber med risk management i organisasjonen?
 - a. Konkret i forhold til skred og caset i kontekst.
 - b. Spørsmål skal dekke rammeverket fra observasjon/datainnsamling- tolkning- beslutning-tiltak.
- 2) Dagens varslingssystem inkluderer flere aktører, hvilken innvirkning vil det ha på usikkerheten?
- 3) Hva er de viktigste elementene for å støtte gode og sikre beslutninger i håndtering av skredfare?

Tema 2: Kilder til usikkerhet og håndtering

- 1) Hvilke tiltak skal risikovurderingen føre til?
- 2) Hva skal til for å iverksette tiltak?
- 3) Hvilke datagrunnlag er dette basert på?
- 4) Hva tenker du når du hører begrepet usikkerhet?

Presentere parameterusikkerhet, modellusikkerhet og kompetanseusikkerhet.

- 5) Hva er de viktigste kildene til usikkerhet i varslingsystemet?
- 6) Hvordan vil usikkerhet påvirke din rolle?
- 7) Hvordan tenker du at den kan reduseres og håndteres?
- 8) Hvordan kommuniseres usikkerhet videre i varslingsprosessen og mellom aktører?
- 9) Hvordan tas det hensyn til usikkerhet?
 - a. Benyttes det eksempelvis noe verktøy eller prosedyrer?
- 10) Vil usikkerhet som kommer inn i startfasen av varslingen til slutt ha en innvirkning på beslutningstaking?
 - a. Hvordan kan dette vurderes?

Presentere kontinuerlige matriser med illustrert usikkerhet og kunnskapsgrunnlag som en tredje dimensjon.

- 11) Risikomatriser benyttes ofte som et verktøy i risikokommunikasjon/beslutningstaking. Vil dette øke forståelsen for risikobilde samtidig som det illustrerer usikkerhet på en god måte?

Tema 3: Beslutningstaking

Presentere beslutningsteori

- 1) Finnes det andre faktorer enn resultat fra risikovurderinger og observasjoner som spiller inn på beslutninger om tiltak?

Vi har nå kommet til siste tema.

Presentere IOT sensorer som kan samle store mengder nåtidsdata.

- 2) Hvordan tror du IOT teknologi kan påvirke beslutningstaking? (Hvilke erfaringer har du med IOT som beslutningsgrunnlag?)
- 3) Gir det bedre beslutninger?
- 4) Hvordan er balansen mellom taus og databasert kunnskap når beslutninger fattes?
- 5) hvilken innvirkning vil IOT teknologi ha på usikkerhetshåndtering?

Avsluttende kommentarer:

Intervjuet nærmer seg slutten. Hvordan blir veien videre for varslingsystemet? Har du lyst til å si noe som jeg ikke har kommet tidligere? Er det noe du vil legge til eller utdype?

Tusen takk for at du stilte opp, det setter jeg virkelig pris på!

