

Sondre Jensen Toen og Tormod Frengstad

# HMS – Fjernstyrte og fullautonome anleggsmaskiner

Hvordan fjernstyrte og fullautonome anleggsmaskiner påvirker helse, miljø og sikkerhet på anleggsplasser

Bacheloroppgave i Bacheloroppgave i Ingeniørfag - bygg

Veileder: Ole Kristian Haug

Medveileder: Pål Ligård

Mai 2021



Sondre Jensen Toen og Tormod Frengstad

# **HMS – Fjernstyrte og fullautonome anleggsmaskiner**

Hvordan fjernstyrte og fullautonome anleggsmaskiner påvirker helse, miljø og sikkerhet på anleggsplasser

Bacheloroppgave i Bacheloroppgave i Ingeniørfag - bygg  
Veileder: Ole Kristian Haug  
Medveileder: Pål Ligård  
Mai 2021

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet  
Fakultet for ingeniørvitenskap  
Institutt for vareproduksjon og byggteknikk



**NTNU**

Kunnskap for en bedre verden



Oppgavens tittel: HMS – Fjernstyrte og autonome anleggsmaskiner	Dato: 20.05.2020		
	Antall sider: 156		
	Masteroppgave:	Bacheloroppgave	x
Navn: Tormod Frengstad og Sondre Jensen Toen			
Veileder: Ole Kristian Haug			
Eventuelle eksterne faglige kontakter/ veiledere: Pål Ligård/Gjermundshaug AS			

## Sammendrag:

I dette studiet har det blitt analysert hvilken innvirkning fjernstyrte og autonome anleggsmaskiner kan ha på helse, miljø og sikkerhet. Det er også blitt vurdert hvilke fremtidige bruksområder fjernstyrte anleggsmaskiner kan ha, og om det er et behov for en nasjonal beredskapsordning med fjernstyrte anleggsmaskiner.

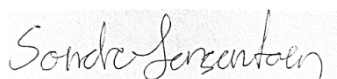
At en anleggsmaskin er fullautonom vil si at den er i stand til å kjøre fra A til B, samt gjøre arbeidsoppgaver på egenhånd. En fjernstyrt anleggsmaskin vil si at maskina er operert fra en ekstern kommandosentral. Fellestrekkene for autonome og fjernstyrte anleggsmaskiner er at sjåførene blir tatt ut av førerhytta og slipper å eksponeres for støy, støv, risting og vibrasjoner.

Resultatene som er funnet viser at fjernstyrte og autonome anleggsmaskiner kan ha en positiv innvirkning på ergonomi og helse. Studien viser at teknologiene har både positive og negative påvirkning på miljø. Anleggsbransjen er bransje som er utsatt for ulykker, studien konkluderte også med at fjernstyrte anleggsmaskiner bør bli brukt i større i grad i arbeidsoperasjoner med høy risiko. Av fremtidige bruksområder er opprydning etter skred, fjerningen av ispropper og arbeid i nærheten av eksplosiver aktuelle bruksområder. Studien viser også til at det er et behov for en nasjonal beredskapsordning, men at det er en del utfordringer knyttet til organisering av ordningen.

## Stikkord:

Fjernstyrte anleggsmaskiner
Fullautonome anleggsmaskiner
HMS
Anleggsbransjen

Sondre Jensen Toen



Gjøvik, 19.05.2020

Tormod Frengstad



# Abstract

In this thesis, it has been analysed what impact remote-controlled and autonomous construction machines may have on health, environment and safety. It has also been assessed which future areas of use remote-controlled machines may have, and whether there is a need for a national contingency scheme with remote-controlled construction machines.

The fact that a construction machine is fully autonomous, means that it can drive from A to B, as well as perform work on its own. A remote-controlled construction machine means that the machine is operated from an external command centre. The common features of autonomous and remote-controlled construction machines are operators not being situated inside the vehicle cabin, therefore they do not have to be exposed to noise, dust, shaking or vibrations.

The results that have been found show that remote-controlled and autonomous construction machines may have a positive impact on ergonomics and health. The construction industry is an industry that is prone to accidents, and the study also concludes that remotely controlled construction machines should be used to a greater extent in high-risk operations. In future use, clean-up after landslides, removal of ice plugs and work in the vicinity of explosives are relevant. The study also shows that there is a need for a national emergency preparedness scheme, but that it is practically difficult to organize.

# Forord

Denne bacheloroppgaven er det avsluttende arbeidet i studieretning ingeniør bygg, fordypning anleggsteknikk ved NTNU i Gjøvik våren 2021.

Temaet og problemstilling for oppgaven er valgt på eget initiativ av oss som studenter. Valget falt naturlig, da begge har kjennskap til anleggsbransjen fra før, og er interessert i fremtidsrettet teknologi. Gjermundshaug ble spurt om de kunne stille som veileder, og var svært positive til det. Den positive innstillingen til Gjermundshaug har vedvart gjennom hele prosessen, med intervjuer, innspill og tilbakemeldinger.

Vi ønsker å takke Ole Kristian Haug - NTNU som har vært en god veileder for oss, og alltid stilt opp og svart på spørsmål i forbindelse med oppgaven. Vi vil også rette en stor takk til Gjermundshaug, da spesielt Pål Ligård som har vært vår kontakt og eksterne veileder.

I denne oppgaven er det mange som har vært med å bidra i form av intervjuer, og vi ble alltid møtt med et voldsomt engasjement når de ble spurt om de kunne bidra til oppgaven. Vi vil takke personene som har stilt opp til dette:

Pål Ligård – Gjermundshaug AS

Martin Reiten – Gjermundshaug AS

Ole Gjermundshaug – Gjermundshaug AS

Håvard Thoresen – Gjermundshaug AS

Håvard Thoresen – Gjermundshaug AS

Øystein Menes – NVE

Erlend Gjøsund – Norsk Stein

Stian Johansen – Norsk Stein

Jon Roger Sørvang – Statens Vegvesen Lofoten

Bjørn Vegard Løkstad – Forsvarsbygg

Pål Skovli Henriksen – Forsvarsbygg

Lars Tronsmoen – Steer AS

Vi vil også rette en stor takk Kjetil Frengstad, Andreas Toen Øksnes og Gry Jordet Kibsgaard for å ha bidratt med gode tilbakemeldinger til oppgaven.

Gjøvik – 19. mai 2021

# Innholdsfortegnelse

Abstract .....	v
Forord .....	vi
Innholdsfortegnelse .....	vii
Figurliste.....	xi
Ordlister .....	xiii
1 Innledning.....	1
1.1 Valg av tema .....	1
1.2 Gjermundshaug/Steer .....	2
1.2.1 Strukturen i Gjermundshaug .....	2
1.2.2 Historien bak hvorfor Gjermundshaug/Steer begynte med fjernstyring .....	2
1.3 Teknologit utviklingen.....	4
1.4 Problemstilling og målformulering .....	6
1.5 Avgrensing av oppgaven .....	7
1.6 Oppgavestruktur .....	8
1.7 Samfunnsperspektiv.....	9
2 Metode.....	10
2.1 Case .....	10
2.2 Valg av felt for datainnsamling .....	10
2.3 Metodetriangulering som metode .....	11
2.4 Kvantitativ metode – Spørreundersøkelse .....	11
2.5 Kvalitativ metode – Semi-strukturerte intervju .....	11
2.6 Design av datainnsamling.....	12
2.7 Gjennomføring av datainnsamling og analyse .....	13
2.8 Litteratursøk og analyse.....	13
2.9 Holdbarhet og feilkilder.....	14



2.10	Etiske vurderinger .....	15
3	Grunnleggende teori .....	16
3.1	HMS i bygg og anleggsbransjen .....	16
3.1.1	Hva er HMS? .....	16
3.1.2	Internkontrollforskriften .....	16
3.1.3	Helse .....	17
3.1.4	Miljø .....	19
3.1.5	FN's bærekraftsmål .....	20
3.1.6	Sikkerhet .....	24
3.2	Nasjonalt beredskapsbehov .....	26
3.2.1	Snøskred .....	27
3.2.2	Jord og steinskred .....	28
3.2.3	Ispropper/isgang .....	30
3.3	Hjerkinnprosjektet .....	31
3.4	Etikk .....	32
4	Resultat .....	34
4.1	Resultat spørreundersøkelse .....	34
4.2	Helse .....	43
4.2.1	Ergonomi .....	43
4.2.2	Universell utforming .....	44
4.3	Fremtidige bruksområder og sikkerhet .....	45
4.3.1	Fjernstyrte anleggsmaskiner - Ras, skred og ispropper .....	45
4.3.2	Fullautonome anleggsmaskiner .....	49
4.3.3	Ulykker - konvensjonelle anleggsmaskiner .....	50
4.4	Miljø .....	51
4.4.1	Ytre Miljø .....	51
4.4.2	Indre miljø .....	53

4.5	Beredskapsordning .....	53
4.6	Etikk.....	54
4.6.1	Autonome anleggsmaskiner .....	54
4.6.2	Fjernstyrte anleggsmaskiner.....	55
4.7	Andre studier .....	56
4.7.1	Fjernstyring av gravemaskin. Bruk av 2D/3D skjerm, effektivitet og øyestress	56
4.7.2	Fjernstyrte anleggs og vei-maskiner i risikofylte miljøer .....	57
4.7.3	Energiforbruk, fullautonome mot operatørstyrte dumpere .....	57
5	Diskusjon.....	58
5.1	Helse .....	58
5.1.1	Ergonomi .....	58
5.1.2	Universell utforming .....	59
5.2	Fremtidige bruksområder for økt sikkerhet .....	60
5.3	Miljø .....	63
5.3.1	Ytre Miljø .....	63
5.3.2	Indre Miljø.....	64
5.4	Beredskapsordning .....	64
5.5	Funn opp mot FNs bærekraftsmål .....	65
5.6	Nytteverdi .....	67
5.7	Konklusjon.....	67
5.8	Videre arbeid .....	68
6	Referanser.....	70
7	Vedlegg .....	75
7.1	Intervjuføret .....	75
7.1.1	Intervjuføret 150221 Martin Reiten – Gjermundshaug Anleggsleder.....	75
7.1.2	Intervjuføret 170221 Ole Gjermundshaug – Gjermundshaug/Steer.....	80
7.1.3	Intervjuføret 170221 Pål Ligård-Gjermundshaug .....	85

7.1.4	Intervjuføferat 040321 Håvard Thoresen - Gjermundshaug .....	87
7.1.5	Intervjuføferat 040321 Øystein Menes – Norges Vassdrag og Energidirektorat93	
7.1.6	Intervjuføferat 110321 Erlend Gjøsund – Norsk Stein AS .....	99
7.1.7	Intervjuføferat 190321 Jon Roger Sørvang – Statens Vegvesen Lofoten .....	106
7.1.8	Intervjuføferat 060421 Bjørn Vegard Løkstad og Pål Skovli Henriksen- Forsvarsbygg .....	111
7.1.9	Intervjuføferat 230421 Lars Tronsmoen - Steer .....	121
7.2	E-poster.....	134
7.2.1	Gjermundshaug .....	134
7.2.2	NVE.....	136
7.2.3	Forsvarsbygg .....	138
7.2.4	Norsk Stein .....	140
7.2.5	Statens Vegvesen.....	142

# Figurliste

Figur 1 Bilde av de fjernstyrte maskinene, og toppen i bakgrunnen er der kommandosentralen stod (Vidar Heitkøtter, 2009). .....	4
Figur 2 Stolen en sitter i for å kjøre anleggsmaskina. (Steer, 2021b) .....	5
Figur 3 Dumper utstyrt med semi-autonom teknologi (Steer, 2021a) .....	6
Figur 4 Hvilke informanter som har vært med i intervjuer, hvilket firma de er fra, stillingen deres og datoen intervjuet ble gjennomført. ....	12
Figur 5,(Grimsmo et al., 2002).....	18
Figur 6 Utslipp av klimagasser fra transport fra 1990-2018. Den svarte linja viser hvor målet for 2030 ligger.(ENGEDAL og BOTHNER, 2019) .....	22
Figur 7, (Klimadirektoratet et al., 2020) .....	23
Figur 8 Diagrammet er basert på forskjellig data som salgstall av maskiner, brukstid oppgitt av entreprenører osv. Det medfører derfor usikkerhet hvor nøyaktig diagrammet er, men det gir en indikasjon på utslippsfordelingen(Klimadirektoratet et al., 2020). ....	23
Figur 9. Her kan en se antall innrapporterte naturskadehendelser fra 1990-2019. En kan se at det er en betydelig økning både i antall skader som følge av styrtregn, flom og skred (Øystein Larsen-Vonstett og Martinsen, 2020).....	27
Figur 10. Snøskred over rv. 15 i Lom 25. februar 2020. (Foto: Eivind Jutvik, Statens vegvesen).....	28
Figur 11 En illustrasjon på problemstillingen om hvem som skal skades. (Kjørstad, 2018)..	32
Figur 12 Sammendrag av resultatet fra spørreundersøkelsen .....	34
Figur 13 Statistikk hentet fra spørreundersøkelsen. Spørsmålet står øverst, under antall svar som er gjort og kakediagrammet er prosentandelen av hva som er svart. ....	35
Figur 14 Statistikk hentet fra spørreundersøkelsen. Spørsmålet står øverst, under står det antall svar som er gjort og kakediagrammet er prosentandelen av hva som er svart. ....	36
Figur 15 Statistikk hentet fra spørreundersøkelsen. Spørsmålet står øverst, under antall svar som er gjort og kakediagrammet er prosentandelen av hva som er svart. ....	37
Figur 16 Statistikk hentet fra spørreundersøkelsen. Spørsmålet står øverst, under antall svar som er gjort og kakediagrammet er prosentandelen av hva som er svart. ....	38
Figur 17 Statistikk hentet fra spørreundersøkelsen. Spørsmålet står øverst, under står det antall svar som er gjort og kakediagrammet er prosentandelen av hva som er svart. ....	39

Figur 18 Statistikk hentet fra spørreundersøkelsen. Spørsmålet står øverst, under antall svar som er gjort og kakediagrammet er prosentandelen av hva som er svart. ....	40
Figur 19 Statistikk hentet fra spørreundersøkelsen. Spørsmålet står øverst, under antall svar som er gjort og kakediagrammet er prosentandelen av hva som er svart. ....	41
Figur 20 Statistikk hentet fra spørreundersøkelsen. Spørsmålet står øverst, under antall svar som er gjort og kakediagrammet er prosentandelen av hva som er svart. De siste er et spørsmål der operatørene har kommentert svar med egne ord.....	42
Figur 21 Spørsmål fra oss til maskinførerne, med kommentarene som er kommet inn nederst .....	43
Figur 22 Bilde av et ras på Myrlandsveien. Dette er veien representanten i Statens Vegvesen Lofoten snakket om i intervjuet (Ragnhild Lie, 2017).....	46
Figur 23, Steinskred over FV805 November 2017 (Trygstad og Juell, 2017).....	47
Figur 24 Informasjon om fylkesvei 805 hentet fra Vegkart (Vegvesen, 2021) .....	47
Figur 25 Fjerning av ispropper med gravemaskiner innebærer ofte risiko. I dette tilfellet gikk det bra med de involverte, men bildet illustrere risikoen fjerning av ispropper innebærer. Bildet er ikke ifra overnevnte hendelse. Foto Knut Aune Hoseth/NVE (Norges Vassdrag- og energidirektorat, Ingen dato) .....	49

# Ordliste

<b>2D og 3D</b>	Forkortelse for henholdsvis to dimensjoner og tre dimensjoner. I dette studiet er det i forbindelse med skjermtyper. 3D-skjermer skal i større grad gi en følelse av dybde i bildet enn hva en 2D-skjerm gjør (Pihl, 2018).
<b>4G/5G</b>	Fjerde og femtegenerasjons mobilnett. 5G-nettet skal gi raskere nett, hastigheten kan sammenlignes fibernett. 5G-nettet skal i tillegg være mer pålitelig og lavere forsinkelser. Det medfører at nettet er bedre rustet til å tilrettelegge for selvkjørende-kjøretøy (Ranes, 2016) (Kjørstad, 2021).
<b>Borerigg</b>	Maskiner utstyrt for å bore i fjell
<b>Dumper</b>	En dumper er et massetransportkjøretøy som brukes på anleggsplasser. Den er ofte bedre i terrenget enn en lastebil, og kommer i mange forskjellige størrelser og utgaver.
<b>Fjernstyrte anleggsmaskiner</b>	Maskiner der maskinføreren opererer maskina fra en ekstern førerplass, og ikke sitter i førerhytta slik som på konvensjonelle maskiner.
<b>Fullautonom</b>	«Autonom betyr selvstyrende» (Jon Gisle, 2019) . Med fullautonome anleggsmaskiner menes maskiner som er fullstendig selvstyrende. Det vil si at maskina er i stand til å betjene alle nødvendige funksjoner for å komme seg fra A til B på egenhånd. I tillegg skal maskina også kunne betjene alle funksjoner som er nødvendig for å få jobben gjort.
<b>Førerhytta</b>	Kabinen operatøren sitter i på anleggsmaskiner.

<b>GPS</b>	GPS er en forkortelse for Global Positioning System, og er et navigasjonssystem basert på 24 satellitter rundt jordkloden. Dette systemet kan gi nøyaktig posisjoner i tre dimensjoner på land, sjø og i luften (Forssell og kjerstad, 2020).
<b>Helse i HMS</b>	«Fravær av sykdom, samt fysiske, psykiske og sosialt velvære. Arbeidstaker skal ikke påføres sykdom eller andre belastninger som påvirker helsetilstanden i sitt arbeid» ( <i>4Human</i> , 2021).
<b>HMS</b>	Her en forkortelse for Helse Miljø og Sikkerhet og innebærer alt innen helse, ytre og indre miljø og generell sikkerhet (Arbeidstilsynet, 2021a).
<b>Isgang</b>	Når store mengder is løsner og driver med elva kalles det isgang (Kvambekk, 2008).
<b>Ispropp</b>	Når ismassene stopper i elveløpet. Årsaken kan f.eks. være en innsnevring eller brå sving på elveløpet (Kvambekk, 2008).
<b>Kommandosentral</b>	Dette er hvor de fjernstyrte maskinene opereres fra. Kommandosentralen er typisk plassert i ei brakke på hjul, som gjør at den blir fleksibel. Kommandosentralen kan også plasseres i etablert bebyggelse, containere, brakker osv. Det viktigste er at det er tilstrekkelig plass til at en får etablert både skjerm og førerstol med tilhørende spaker og pedaler.
<b>Lidar</b>	Et måleinstrument som sender ut korte lysimpulser for å se hvor lang tid det tar og hvor mye lys som blir reflektert tilbake. Ved hjelp av dette kan man bestemme bevegelsesretning, størrelse og avstand til objektet (Holtet, 2018).
<b>Miljø i HMS</b>	«Miljø retter seg mot det ytre miljøet og arbeidsmiljøet. Arbeidsmiljøet er summen av de faktorer som påvirker arbeidstaker fysisk, psykisk og sosialt i positiv eller negativ retning. Ytre miljø

*betyr å ta ansvar for å forebygge forurensing fra virksomheten til luft, vann og jord» (4Human, 2021).*

- MJ** Forkortelse for mega joule. Tilsvarende  $10^6$  Joule. «Joule er en avledet SI-enhet for energi (arbeid eller varme). Symbolet for joule er J. I mange sammenhenger brukes kilojoule, med symbol kJ, som er lik tusen joule» (Hofstad, 2019).
- Operatøren** I denne oppgaven blir «operatøren» brukt som navn på den som operer maskinen. Det blir brukt både når det er snakk om konvensjonelle anleggsmaskiner, men også fjernstyrte.
- Radar** Sender ut kraftige men korte pulser av radiobølger. Radiobølgene reflekteres tilbake av gjenstander og ved hjelp tidsforskjellen kan en bestemme avstanden til gjenstanden (Lied, 2020).
- Revegetering** Etablerer vegetasjon på nytt, på steder der vegetasjonen av ulike årsaker har blitt fjernet (Statens Vegvesen, 2021).
- Sikkerhet i HMS** «Sikkerhet for menneske og materiell både i og utenfor bedriften. I dag er det også ofte behov for fokus på tiltak rettet mot sikring av penger o.l. for å skape en trygg arbeidsplass» (4Human, 2021).
- Sørpeskred** Snøskred som inneholder vannmettet snø. I motsetning til flak og løssnøskred som går i terreng  $>30$  grader, kan sørpeskred gå i terreng ned mot en bratthet på 5 grader (Løksa, 2020).
- Tipptruck** Også kjent som «stiv dumper», eller «haul truck». Ligner mye på en dumper, men er ikke leddstyrt. Tipptrucker er som oftest større i størrelse, og har større lastevekt enn konvensjonelle dumpere. Tipptrucker har normalt to aksler i motsetning til dumpere, som typisk har tre aksler.
- Tredje-personer** Brukt om publikum/personer som ikke skal oppholde seg i anleggsområdet.



**Wi-fi**

«Wi-Fi brukes i dagligtale som betegnelse på trådløse lokale datanettverk innenfor et avgrenset område, med som regel 10–100 meter rekkevidde. Datamaskiner, smarttelefoner og andre trådløse enheter kan koble seg til det trådløse nettet for å få tilgang til internett» (Harald Øverby, 2020).

**ÅDT**

Forkortelse for årsdøgntrafikk ([Wikipedia, 2021](#)).

$$\text{ÅDT} = \frac{\text{Antall kjøretøy som passerer et punkt i l. et år (begge retninger)}}{365(\text{antall dager i året})}$$

# 1 Innledning

Denne studien tar for seg fjernstyrte og fullautonome anleggsmaskiner. De første testprosjektene med fullautonome anleggsmaskiner er så vidt i gang, mens fjernstyrte anleggsmaskiner har eksistert siden 2009. I den forbindelse ble det i denne studien sett på hvilke fordeler og ulemper knyttet til HMS disse to teknologiene kan ha. Det ble tatt utgangspunkt i teknologiene Steer Remote og Steer Autonomous utviklet av Steer AS. Foreløpige erfaringer ved bruk av fjernstyringsteknologien Steer Remote er lovende, men pr. i dag er ikke teknologien særlig utbredt. Med 12 års erfaring på Hjerkinns vei en nå litt mer hva fjernstyrte anleggsmaskiner er i stand til, og en ønsker dermed å se på hvilke innvirkninger teknologien kan ha på HMS. Det vil bli også bli sett på fremtidige bruksområder for fjernstyrte anleggsmaskiner. I tillegg blir det analysert om det er et nasjonalt beredskapsbehov for fjernstyrte anleggsmaskiner.

Steer Autonomous, som bygger om maskiner til å opereres fullautonome, er i testfasen og har allerede blitt montert på fullskala tipptrucker. Teknologien er fremtidsrettet og kan redusere drivstoffkostnader, og videre klimagassutslipp. Denne teknologien tar i likhet med Steer Remote maskinoperatørene ut av førerhytta, og i dette studiet vil en se på helsemessige fordeler og ulemper dette kan ha i forhold til konvensjonelle maskiner.

## 1.1 Valg av tema

Det ble tidlig i prosessen slått fast at studien skulle relateres til anlegg, grunnet studentenes bakgrunn og kompetanse innen anleggsfaget. Flere temaer ble vurdert, men til slutt falt valget på fjernstyrte og autonome anleggsmaskiner. Studentene har troen på at dette er teknologier som nå er godt nok utviklet til at de er klar for markedet. Sett i lys av en bransje som har mer fokus på HMS enn tidligere, tror studentene at fjernstyrte maskiner vil bli anvendt i større grad innen kort tid. Det samme gjelder for fullautonome maskiner, men her har studentene også troen på at effektivitet og driftskostnader vil spille en viktig rolle i tillegg til HMS. Det er mulig at autonome tipptrucker og dumpere kan redusere drivstofforbruk og slitasje, noe

som også vil føre til et lavere klimagassutslipp. Valget falt dermed på at HMS skal være det sentrale i studiet av fjernstyrte og fullautonome anleggsmaskiner.

## 1.2 Gjermundshaug/Steer

Gjermundshaug er i ferd med å bli en stor aktør i anleggsbransjen i Innlandet, med en årlig omsetning på i underkant av en mrd. nok.

### 1.2.1 Strukturen i Gjermundshaug

Strukturen i Gjermundshaug har endret seg opp gjennom årene. Det som en gang i tiden het Brødrene Gjermundshaug AS, har opp gjennom tiden vært delt opp i forskjellige selskaper. I dag skjer alt av fjernstyring og autonomisering av maskiner i et eget datterselskap, Steer AS. Før Steer ble opprettet i 2018, var fjernstyring en del av Gjermundshaug AS. I oppgaven vil det bli brukt «Gjermundshaug» når det er snakk om utvikling før 2018, og «Steer» etter 2018.

Som forenkling i denne oppgaven brukes «Gjermundshaug» både når det er snakk om Gjermundshaug AS, Gjermundshaug-Gruppen AS, Gjermundshaug Anlegg AS, eller øvrige datterselskap som inngår, eller har inngått i selskapet.

I dag er strukturen som følger:

- Gjermundshaug AS er morselskapet, og under dette ligger Gjermundshaug-Gruppen AS.
- Gjermundshaug-Gruppen AS har igjen fire datterselskap, her finner en blant annet Gjermundshaug Anlegg AS og Steer AS.

### 1.2.2 Historien bak hvorfor Gjermundshaug/Steer begynte med fjernstyring

Dette underkapittelet baserer seg hovedsakelig på intervjuetreferatet med Ole Gjermundshaug (Vedlegg 7.1.2). Ole er konsernsjef for Gjermundshaug-Gruppen, og er også største aksjonær.

Uten satsningsviljen til Ole hadde ikke Gjermundshaug AS drevet med fjernstyring, og selskapet Steer AS hadde trolig heller ikke eksistert.

Gjermundshaug AS var engasjert i et prosjekt for forsvaret på Rena leir, og hadde der fått vite om et forestående stort prosjekt på Hjerkins skytefelt som omhandlet revevegetering. De fikk en foreløpig orientering om hvilke krav som ville bli stilt, og var dermed tidlig ute med å se på løsninger. Skytefeltet var på over 165 km<sup>2</sup> og inneholdt store mengder med udetonerte bomber. Det var derfor uaktuelt å gå inn med konvensjonelle anleggsmaskiner (Steer, 2021b). Forsvaret forlangte en kilometer sikkerhetsavstand på føring av maskinene. Gjermundshaug startet dermed å lete etter en teknologi som gjorde det mulig å fjernstyre maskinene fra en kommandosentral på en kilometers avstand (Steer, 2021a) (Vedlegg 7.1.2).

I mars 2009 ble anbudet lagt ut, men Gjermundshaug hadde foreløpig ikke klart å finne en teknologi som gjorde oppdraget mulig. De hadde vært i kontakt med et firma i Sverige som sa de muligens kunne løse problemet, men de visste ikke hvor lang tid dette ville ta, og heller ikke hvor dyrt det ville bli. Gjermundshaug leverte uansett et tilbud på oppdraget i mai og fikk jobben med opprydningen, selv om de ikke hadde en løsning klar på det tidspunktet (Joachim Seehusen, 2009) (Vedlegg 7.1.2).

Gjermundshaug startet da umiddelbart arbeidet med å utvikle en teknologi som gjorde det mulig å operere maskinene på en slik avstand som det var krav om i anbudet. Verksmesteren i Gjermundshaug AS fant ut hvordan man kunne bygge om hydraulikksystemet i gravemaskina, fra mekanisk til elektrisk styrte hydraulikkventiler. Ombyggingen av systemet åpnet dermed for fjernstyring, forutsatt at en fant en god løsning for å sende og motta signaler fra gravemaskina. Kommunikasjon av bilde- og styresignaler mellom kommandosentral og gravemaskin bød imidlertid på utfordringer. Det var viktig med lite forsinkelser i overføringen, da forsinkelser på mer enn et kvart sekund gjør det tilnærmet umulig å operere maskina. (Vedlegg 7.1.2).

Gjermundshaug AS leide inn utstyr og kompetanse fra Data Equipment AS for å forsøke å løse kommunikasjon mellom fjernstyringsbrakka og anleggsmaskina. Men de hadde fortsatt ikke funnet noen løsning på hvordan bildeoverføringen skulle gjennomføres med så lite forsinkelser som måtte til. Problemet ble tilfeldigvis løst i en diskusjon på den lokale matvarebutikken mellom to ansatte i Gjermundshaug og en ung mann som hadde hatt et engasjement i NRK. Han hadde erfaring med bildeoverføring fra kameraer i sanntid, og mente

teknologien som ble brukt i NRK kunne overføres til fjernstyring av anleggsmaskiner. Dermed var problemet med bildeoverføring løst, og anleggsmaskinene stod klar på Hjerkinna på oppstartsdatoen 1. august 2009 (7.1.2).



*Figur 1 Bilde av de fjernstyrte maskinene, og toppen i bakgrunnen er der kommandosentralen stod (Vidar Heitkøtter, 2009).*

### **1.3 Teknologitvillingen**

Steer Remote (fjernstyrt) og Steer Autonomous (selvkjørende), er to etter-monterbare systemer utviklet av Steer AS. Steer AS har to eiere der hovedeieren er Gjernmundshaug AS, og den minste eieren er Degree Consulting Group AS (Steer, 2021c).

Steer Remote gjør det mulig å fjernstyre anleggsmaskiner fra hvor som helst der en har tilgang på internett og nødvendig utstyr. Dette systemet ble sluppet ut for offentligheten i 2019, men var allerede brukt på blant annet gravemaskiner av Gjernmundshaug helt tilbake til 2009 (Steer, 2021c).

Steer Remote er best egnet til å monteres på nye anleggsmaskiner, da disse allerede er utstyrt med elektriske styrte ventiler. Disse elektriske ventilene blir koblet til en kontrollenhet som kan sende og motta signaler gjennom 4G eller Wi-fi til kommandosentralen. Komponentene en behøver i kommandosentralen er en stol med kontroller for anleggsmaskina (Figur 2), TV for å se videooverføringen fra maskina og internett (Steer, 2021b). Alle disse komponentene kan installeres i en brakke på hjul, og dermed kan brakken enkelt flyttes rundt med alt utstyret som trengs for å operere anleggsmaskina fjernstyrt.



*Figur 2 Stolen en sitter i for å kjøre anleggsmaskina. (Steer, 2021b)*

Steer Autonomous (selvkjørende) er en påbygning av Steer Remote. Dette produktet brukes hovedsakelig for massetransportkjøretøy. Kjøretøyet blir utstyrt med høypresisjons-GPS, radar og lidar, slik at den kan detektere eventuelle objekter i kjørebanelen og stoppe kjøretøyet dersom nødvendig (Steer, 2021b). Kjøretøyet kjører da fra A til B og tipper lasten automatisk uten manuell inngripen. Det er de aller enkleste og mest repeterende oppgavene som er mulig å operere autonomt pr. i dag. Av enkle og repeterende jobber, er eksempelvis massetransport i gruver og fjelltak av typen jobber som kan utføres autonomt. Der kjøres det mellom en fast lasteplass og tippeplass, og vegstrekningen mellom lasting og tipp er ofte godt opparbeidet.

Steer-Autonomous ble først brukt av Gjermundshaug på Hjerkin, og har vært videre utviklet siden. Den gangen kjørte anleggsmaskinene fra punkt A til B ved hjelp av høypresisjons-GPS,

men en fører måtte koble seg til med fjernstyring og tippe lasten. De fant ut at dumperne som kjørte autonomt, var langt mer effektiv enn tilsvarende styrt ved fjernstyring. (Steer, 2021b).



*Figur 3 Dumper utstyrt med semi-autonom teknologi (Steer, 2021a)*

## **1.4 Problemstilling og målformulering**

I studiet ønsker en å belyse i hvilken grad fjernstyrte og fullautonome anleggsmaskiner kan påvirke HMS på anleggsplassen. Grunnet sikkerhetsaspektet i HMS ønsket en å studere hvilke fremtidige bruksområder som kan være aktuelt for fjernstyrte anleggsmaskiner. En av hypotesene var at fjernstyrte anleggsmaskiner kan brukes for å rydde ras/skred. Da slike akutte hendelser ikke oppstår daglig ønsker en også å se på om det kan være et nasjonalt beredskapsbehov for dette i Norge.

Ut fra dette kom en fram til følgende problemstilling:

*Hvilke innvirkninger knyttet til helse, miljø og sikkerhet kan fjernstyrte/autonome anleggsmaskiner ha, i forhold til manuelt opererte anleggsmaskiner?*

Det ønskes også se på følgende tilleggsspørsmål:

- *Er det et nasjonalt beredskapsbehov for fjernstyrte anleggsmaskiner?*
- *Hva kan de fremtidige bruksområdene for fjernstyrte anleggsmaskiner være?*

## **1.5 Avgrensing av oppgaven**

Avgrensingen av oppgaven har blitt satt til å gjelde fjernstyrte og autonome anleggsmaskiner utviklet av Gjermundshaug/Steer AS. Under gjennomføring av studiet har det blitt kjent at det har kommet andre aktører som benytter lignende teknologier, men det har ikke lyktes å komme i kontakt med disse. Til tross for at det hovedsakelig er sett på teknologien til Steer i dette studiet, er det bruken av maskinene som er det som hovedsakelig belyses, og ikke selve teknologien.

Det er bruken av fjernstyringsteknologien som har hovedfokus i denne studien, men fullautonome anleggsmaskiner blir også tatt med. Det er ikke tilgang til like mye informasjon om de fullautonome maskinene, da Steer fortsatt er i utviklingsfasen av dem. Øvrige produsenter har vært vanskelig å komme i kontakt med, og en har dermed ikke kunne benyttet data fra disse i studien.

Det ble ikke funnet grundige nok data til å kunne konkludere med eksempelvis helsemessige langtidsvirkninger for maskinførere ved bruk av fjernstyringsteknologien. Det samme gjelder også for eventuelt økt klimagassutslipp som følge av endret produktivitet ved bruk av fjernstyring. Økonomi blir ikke vektlagt i denne oppgaven, da det er HMS som er det sentrale i studiet.



I denne oppgaven er helse avgrenset til å gjelde ergonomi, samt universell utforming, mens indre miljø er avgrenset til å gjelde arbeidsmiljø. Når det blir sett på fjernstyrte og fullautonome anleggsmaskiners påvirkning av det ytre miljøet, bli det ikke tatt hensyn til støy.

Av bruksområder er det kommet fram flere nye anvendelsesområder som ikke blir videre vurdert i oppgaven. Blant annet har behov i forsvaret og brann- og redningsoppdrag vært nevnt i flere sammenhenger. Det har også kommet fram at fjernstyrte anleggsmaskiner kan brukes ved arbeidsoperasjoner i nærheten av høyspent strøm, uten at strømmen slås av. Dette blir heller ikke sett nærmere på i denne oppgaven.

## 1.6 Oppgavestruktur

Oppgavestrukturen er basert på malen som ble publisert av emneansvarlig for bacheloroppgaven, men med noen justeringer. I oppgavemalen var strukturen som følger: innledning, teori, case, metode, resultat, diskusjon og konklusjon. Det ble valgt å endre på rekkefølgen slik teorikapitlet kom etter metode. Årsaken til det var at vi ønsket å forklare hvordan teorien ble innhentet, før den ble presentert.

Oppgaven starter med en introduksjon der bakgrunnen for problemstilling blir forklart og historien rundt teknologiutviklingen. Årsaken til at historien rundt utviklingsprosessen ble presentert tidlig, er for å gi leseren et innblikk i hvorfor teknologien oppstod og hvordan den har utviklet seg. I tillegg til historien til utviklingsprosessen blir teknologiutviklingen presentert i introduksjonskapitlet. Hensikten med det er at leseren skal få et innblikk i hvordan teknologien fungerer, som gjør det lettere å forstå anvendelsesområdene senere i oppgaven. Videre presenteres problemstillingen og avgrensingen av oppgaven, før en kommer til metodekapitlet.

I metodekapitlet presenteres og forklares det hvordan studiet er gjennomført, samtidig som det forklares hvorfor det har blitt valgt å gjennomføre det på denne måten.

I teoridelen presenteres bakgrunnsinformasjon fra forskjellige fagfelt som er relevant for studiet.

I kapittel resultat blir funnene kort presentert, før de blir diskutert i diskusjonskapittelet. Sist i diskusjonskapitlet presenteres en konklusjon i henhold til problemstillingen og tilleggsspørsmålene.

## 1.7 Samfunnsperspektiv

Ifølge forskerne vil vi se en økende grad av naturkatastrofer som følge av klimaendringene, dette vil også medføre at infrastrukturen også rammes hyppigere og hardere. I henhold til FNs bærekraftsmål 13, delmål 13.1, som sier at verden skal tilpasse seg klimarelaterte farer og naturkatastrofer (FN-sambandet, 2021), kan fjernstyrte anleggsmaskiner være et verktøy for å tilpasse seg endringene.

Fjernstyrte anleggsmaskiner kan medføre en sikkerhetsfordel for maskinføreren i farlige arbeidsoperasjoner, men de kan også i enkelte scenarioer ha en betydning for sikkerheten til lokalsamfunn som av forskjellige årsaker blir rammet av ulike naturskader. De topografiske forholdene i Norge gjør at mye av infrastrukturen er utsatt for påkjenninger fra naturen. Årlig blir blant annet veier stengt som følge av skred noe som kan være kritisk for samfunnet. Dersom en har tilgjengelige fjernstyrte maskiner, kan de benyttes selv om skredområdet ikke er trygt nok til å sende inn mannskaper. På den måten kan en korte ned tiden veien er stengt. Et annet scenario kan være at det har oppstått en ispropp som demmer opp større mengder vann, noe som ofte er en situasjon som er for farlig til at en kan benytte konvensjonelle maskiner til å fjerne den. Dersom proppen brister, og alt vannet frigjøres samtidig, kan det forårsake store ødeleggelser på infrastruktur og bebyggelse (Miljø-direktoratet, 2019). Til slike oppdrag, kan fjernstyrte anleggsmaskiner være en god løsning.

Med fullautonome anleggsmaskiner følger det imidlertid flere spørsmål om hvilken retning dette vil føre samfunnet i. Blant annet om effektiviseringen og besparelsen autonome maskiner medfører, skal vektlegges hardere enn arbeidsplassen til tipptrucksjåføren som mister arbeidsplassen. Selv om sjåføren får et tilbud om en alternativ jobb, som for eksempel vedlikehold, sier det noe om graden samfunnet verdsetter jobben til sjåføren.

## 2 Metode

### 2.1 Case

Dette studiet er hovedsakelig en komparativ case-studie (Grønmo, 2020) hvor en sammenligner fjernstyrte og fullautonome anleggsmaskiner med konvensjonelt opererte anleggsmaskiner. Sammenligning-parametere er HMS, og ved fjernstyrte anleggsmaskiner studeres sikkerhetsforskjellen ved bruk av fjernstyrte, kontra konvensjonelle anleggsmaskiner i arbeidsoppdrag som opprydning av skred, ras, og fjerning av ispropper.

For å studere hvilke helseforskjeller det kan være mellom fjernstyrte og konvensjonelle anleggsmaskiner sammenlikner en faktorer som, ergonomi, og vibrasjoner. Ved fullautonome anleggsmaskiner sammenlikner en faktorer som ergonomi, og effektivitet/drivstofforbruk ved bruk av fullautonome trucker/dumpere istedenfor manuelt opererte.

### 2.2 Valg av felt for datainnsamling

I dette studiet ble Gjermundshaug AS valgt til å hjelpe med datainnsamlingen for studiet. Grunnen for valget er at de har god erfaring med fjernstyrte anleggsmaskiner, og har drevet og utviklet et eget system for dette. De satt med mye informasjon om hvordan utviklingen hadde vært, og hva de etter hvert måtte forbedre underveis. De hjalp også med å finne mulige representanter for datainnsamlingen som ble gjennomført igjennom en spørreundersøkelse. Gjermundshaug hadde flere representanter som hadde mye erfaring med å operere fjernstyrte maskiner, og de sendte dermed over en liste på hvilke personer vi kunne kontakte og sende ut spørreundersøkelsen til.

Gjermundshaug AS har som tidligere nevnt videreutviklet fjernstyringsteknologien til å bli et fullautonomt system for dumpere/tipptrucker. Grunnet deres kunnskap innenfor denne teknologien, kunne de bidra til å hjelpe med mye av datainnsamlingen og sette oss i kontakt med de riktige personene.

## **2.3 Metodetriangulering som metode**

Det ble valgt å bruke kombinerte metoder, da spesifikt metodetriangulering (mixed methods) i dette studiet. Metodetriangulering er når en tar et kvalitativt og et kvantitativ studie, analyserer disse hver for seg for så å sammenligne disse (Terrell, 2012). Grunnen til at en valgte en slik metode var for å se om resultatet fra de to forskjellige metodene kunne bekrefte hverandre. Det var en fordel om de kunne bekrefte hverandre da det kvantitative grunnlaget med spørreundersøkelsen var svakt, grunnet at det bare var fem personer som kvalifiserte seg til å svare på denne. Ved undersøkelsene av fullautonome anleggsmaskiner ble dataene innhentet igjennom kvalitative undersøkelser i form av semi-strukturelle intervjuer og litteratursøk.

## **2.4 Kvantitativ metode – Spørreundersøkelse**

En kvantitativ metode er datainnsamling og analyse i form av tall eller andre mengdetermer. I slike studier er det ofte mange enheter og innsamlingen gjennomføres ved hjelp av strukturerte skjema som er likt for alle enhetene i undersøkelsen (Sigmund Grønmo, 2020a).

Som kvantitativ metode falt valget på å bruke spørreundersøkelser. En av grunnene til det var at det var enkelt å svare for maskinoperatørene som fikk undersøkelsen. En ville utfra spørreundersøkelsene kunne danne et statistisk grunnlag for å teste hypotesene som omhandlet fjernstyrte anleggsmaskiner.

## **2.5 Kvalitativ metode – Semi-strukturerte intervju**

Kvalitativ metode er vanligvis data i form av tekst. I motsetning til kvantitative metode er det ofte få enheter ved bruk av kvalitative metoder. En oppnår også ofte en bedre helhetlig forståelse og dybdekunnskap om temaet. Eksempler på kvalitative metoder for innsamling av data er, deltakende observasjon, intervjuer, fokusgrupper osv. (Sigmund Grønmo, 2020b).

I den kvalitative metoden ble det valgt å bruke semistrukturelle intervjuer. Grunnen til dette valget var at ved bruk av en slik intervjumetode kunne informanten føle seg «tryggere», og han/henne kunne være med å styre retningen intervjuet skulle ta. Når informanten fikk lede

samtalen litt selv, var det lettere å få inn et mer helhetlig datagrunnlag, samtidig som informantene fikk presentere det de synes selv var viktig å vektlegge.

Informanter som har vært intervjuet	Stilling	Firmaet til informanten	Dato
Martin Reiten	Anleggsleder	Gjermundshaug AS	15.02.2021
Ole Gjermundshaug	Konsernsjef	Gjermundshaug AS	17.02.2021
Pål Ligård	Daglig leder	Gjermundshaug AS	17.02.2021
Håvard Thoresen	Driftsleder	Gjermundshaug AS	04.03.2021
Øystein Menes	Sjef i anleggseksjon	Norges vassdrag- og energidirektorat	04.03.2021
Erlend Gjøsund	Avdelingsleder brudd	Norsk Stein	11.03.2021
Stian Johansen	HMS-Sjef	Norsk Stein	11.03.2021
Jon Roger Sørvang	Byggeleder driftskontrakt lofoten	Statens Vegvesen	28.01.2021
Bjørn Vegard Løkstad	Prosjektleder	Forsvarsbygg	06.04.2021
Pål Skovli Henriksen	Prosjektleder miljø	Forsvarsbygg	06.04.2021
Lars Tronsmoen	Ingeniør	Steer	23.04.2021

Figur 4 Hvilke informanter som har vært med i intervjuer, hvilket firma de er fra, stillingen deres og datoen intervjuet ble gjennomført.

## 2.6 Design av datainnsamling

Det ble valgt å utforme spørreundersøkelsen ved hjelp av Google Forms. Verktøyet gjør det enkelt å lage spørreundersøkelsen, samtidig som den presenterer dataene fra resultatet ryddig og oversiktlig. En valgte å sende å spørreundersøkelsen til alle anleggsmaskinoperatørene som hadde kjørt fjernstyrte anleggsmaskiner hos Gjermundshaug AS. Det var totalt 27 spørsmål, og de ble utformet slik at de ikke ble for lange, men likevel gav studiet informasjonen som trengtes. I undersøkelsen var det en rekke påstander hvor svaralternativene var enig, likt/usikker, og uenig. Påstandene dreide seg om ergonomi, utfordringer, trivsel osv. De tre siste spørsmålene ble utformet som langsvarspørsmål slik at det var mulighet for anleggsmaskinoperatørene å utdype nærmere. Disse tre spørsmålene ville ikke danne noe statistisk grunnlag, men dreide heller mot en kvalitativ metoderetning. Spørreundersøkelsen var anonym for de som svarte, grunnet personvern.

De semistrukturerte intervjuene ble utformet ut fra et fast oppsett i et Word-dokument, der ble det prøvd å holde spørsmålene mest mulig like for hver informant. Da ikke alle informantene hadde lik kompetanse og kvalifikasjoner, måtte spørsmålene endres noen ganger for å tilpasses hver enkelt informant. Intervjureferatene ligger i sin helhet i kapittel 7.1. I enkelte av intervjuene harmonere ikke spørsmål og svar, det er fordi informanten i stor grad styrte intervjuet, men fikk samtidig svart på spørsmålene uten at de behøvde å bli stilt.

## 2.7 Gjennomføring av datainnsamling og analyse

I samarbeid med vår kontaktperson i Gjermundshaug, Pål Ligård, ble det utarbeidet en liste med kontaktinfo på de som har vært med å kjøre fjernstyrte anleggsmaskiner. Deretter ble spørreundersøkelsen sendt ut via e-post til de seks anleggsmaskinoperatørene. De hadde så mulighet til å svare anonymt på spørreundersøkelsen ved hjelp av mobil eller pc. Etter to uker hadde en fått svar fra fem personer og en startet arbeidet med å analysere den innhentede datasamlingen. Analysen ble gjort ved hjelp av en tabellanalyse som viste fordelingen av enheter på de forskjellige variablene spørreundersøkelsen inneholdt. Disse resultatene kan en se i kapittel 4.1.

Når de semistrukturelle intervjuene ble gjennomført var samtalen lett og ledig mellom informanten og oss. Det ble likevel passet på å holde en rød tråd igjennom hele intervjuet ved hjelp av spørsmålene som var utarbeidet på forhånd. Under intervjuene passet en også på at ikke informanten sporet av utover sin kunnskap og kvalifikasjoner. En slik avsporing kan være en ulempe med denne intervjumetoden, så dette ble tatt hensyn til i intervjuprosessen. Intervjuføret ble skrevet under selve samtalen, for så å bli korrekturlest når samtalen var ferdig.

Under gjennomføringen av intervjuene ble det benyttet digitale hjelpemidler som Teams og Skype. En vurderte det til at dette var den rette måten og gjennomføre de på av smittevern hensyn. Noen intervju av personell fra Gjermundshaug AS ble gjennomført på deres kontor.

## 2.8 Litteratursøk og analyse

For å finne andre data som var relevant for studiet ble det valgt å bruke litteratursøk. Grunnen for dette er at en i dag har mye informasjon tilgjengelig over internett. En har dermed muligheten for å se andres forskningsresultater og sammenligne disse med de som er funnet i dette studiet. Det ble også gjort litteratursøk for å finne relevant teori som en finner i teorikapitlet.

Den innsamlede informasjonen for teoridelen er blitt funnet gjennom søkemotoren Google. Det er blitt gjennomført en analyse av kildene og informasjonen, der det er blitt sett på hvor

ny informasjonen er, og hvem som har publisert den. Deretter har en sortert etter relevans og relabilitet for å finne best mulig data.

For å finne andre relevante studier har det blitt brukt flere forskjellige søkemotorer. Disse søkemotorene er blant annet, Google Scholar, Google, NTNU-Open, Oria, Sciencegate og Researchgate. Researchgate og Google Scholar var søkemotorene en fant de mest relevante artiklene/masteroppgavene med. Noen av søkeordene som ble brukt var autonomous, construction machines, dump trucks, remote operated, og remote controlled. Det ble brukt engelske søkeord så det var mulig å finne data fra hele verden, noe som gjorde det lettere å finne relevante data.

Artiklene/Masteroppgavene som dukket opp, ble så skimlet for å se om det hadde relevans for dette studiet. Om en fant studier som var relevante så ble disse trukket til siden for videre undersøkelser. Studiene som ble valgt å dra frem er oppsummert i kapittel 4.7.

## **2.9 Holdbarhet og feilkilder**

Både fjernstyre og fullautonome anleggsmaskiner er lite utprøvde og det er derfor lite datagrunnlag tilgjengelig. Likevel kan en si at holdbarheten på det som er funnet er tilstrekkelig. Dette begrunnes med at en i utarbeidelsen av besvarelsen har samarbeidet med aktører som har bred erfaring knyttet til teknologien.

Kvantitative data krever et visst antall deltakere for at de skal være pålitelige, men om en ser i spørreundersøkelsen som ble sendt til maskinoperatørene, er det bare fem som har svart. Til tross for at de bare er fem personer, kan de til sammen vise til ca. 40 000 maskintimer med fjernstyrte anleggsmaskiner (Vedlegg 7.1.2). Samtidig er det totale utvalget av personer med erfaring fra fjernstyring i Gjermundshaug kun seks personer. Etter det vi har erfart er det ingen andre aktører i Norge som kan vise til tilsvarende erfaring. Det har heller ikke blitt brukt tunge statistiske analyser på de kvantitative dataene, slik at en har ikke risikert feilmarginer i analysen. En har derfor vurderte det til at dataene er et godt grunnlag for oppgaven sammen med de kvalitative dataene.

Alle intervjuferatene som er gjennomført i forbindelse med besvarelsen av denne oppgaven, kan leses i sin helhet i kapittel 7 Vedlegg.

Det kan medføre en svakhet i studiet at Gjermundshaug/Steer ikke er en uavhengig kilde, og at teknologiene er et produkt som de skal selge. Dette har vi vært bevisst på under arbeidet av besvarelsen.

## 2.10 Etiske vurderinger

Det anses som viktig å opplyse om at den ene studenten har bakgrunn fra sommerjobb hos Gjermundshaug Anlegg, og har også signert arbeidsavtale etter endt studie. Studiet dreier seg om fordeler og ulemper knyttet til teknologi utviklet av et firma som er eid av fremtidig arbeidsgiver. Dette er noe begge har vært bevisst på under studiet, og det har blitt etterstrebet å opptre mest mulig objektivt i forhold til resultater som er funnet og analysert.

Alle intervjuerreferat har blitt oversendt til informantene slik at de har hatt mulighet til å komme med tilbakemelding dersom de har innvendinger eller mener de er feilsitert. Ingen av intervjuerferatene er brukt uten at det har blitt sendt skriftlig tilbakemelding på at de er godkjente. Dokumentasjon på tilbakemeldingene ligger under kapittel 7.2. Det har igjennom studiet også blitt tatt hensyn til at en ikke skal avsløre noen spesifikke detaljer om Steers teknologi til konkurrerende produsenter.

I noen av intervjuene ble det gjort opptak for lettere å kunne skrive referatet etterpå. I intervjuene hvor dette ble gjort ble informanten spurt på forhånd om det var greit, noe det i alle tilfeller var. Etter at intervjuerferatet var ferdig skrevet, ble opptakene slettet.

Som tidligere nevnt ble spørreundersøkelsen gjennomført anonymt. Det ble diskutert i forkant om de burde gjøres med navn eller ikke. Argumentet for å utføre med navn var for å lettere kunne purre hvis enkelte av deltakerne ikke svarte. Valget falt til slutt på å gjøre undersøkelsen anonym av personvern hensyn. I tillegg til personvern ble det ansett som en fordel at undersøkelsen var anonym, med tanke på å få mest mulige ærlige svar.

Alle benyttede bilder i oppgaven er gjengitt med tillatelse fra de som har tatt det.



# 3 Grunnleggende teori

## 3.1 HMS i bygg og anleggsbransjen

### 3.1.1 Hva er HMS?

HMS er forkortelsen for helse, miljø og sikkerhet og benyttes som et samlebegrep for en virksomhets helsevern, miljøvern, arbeidsmiljø og trygghet for de ansatte. Formålet med HMS er blant annet å redusere farer og risiko, samtidig som en har søkelys på at de ansattes helse og arbeidsmiljø skal være best mulig. Alle bedrifter behøver å tenke på hva som fremmer god HMS. Hvilke HMS-tiltak en må ha varierer mye etter hvilken bransje en er i, og arbeidsoppgaver bedriften har. En IT-bedrift fokuserer gjerne mer på helsefrembringende tiltak, ettersom de ansatte sitter mye i ro og ikke utfører risikofylte arbeidsoppgaver. En anleggsentreprenør må også ha fokus på helse, men må i tillegg håndtere et komplekst risikobilde. Dette risikobilde inneholder typisk store maskiner, klemfare, tredjeperson på anleggsområdet og en arbeidsplass som stadig er i forandring. Samtidig finnes det også fellestrekk som de fleste bedrifter behøver tenke på. Det kan for eksempel være rømningsveier for brann, arbeidsmiljø, og ytre miljø (Arbeidstilsynet, 2021c).

### 3.1.2 Internkontrollforskriften

Innen petroleumsindustrien har det blitt arbeidet med internkontroll siden 70-tallet. Erfaringene der var blant annet at antall stygge ulykker og dødsulykker gikk ned, kombinert med at det gav en økonomisk gevinst. Med Alexander Kielland-ulykken friskt i minnet startet en på 90-tallet å utarbeide en forskrift som skulle ivareta helse, miljø og sikkerhet for landbaserte bedrifter (Vedelden, 2010). Dette arbeidet resulterte i internkontrollforskriften, som første gang kom ut i 1992. I dag heter forskriften; «forskrift om systematisk helse, miljø og sikkerhetsarbeid i virksomheter», men er på folkemunne kjent som HMS-forskriften. Den er sentral innenfor HMS og har som hensikt å fremme godt arbeidsmiljø, sikkerhet, vern av ytre miljø, forebygging av uhell, ulykker og uønskede hendelser (Internkontrollforskriften, 1997).

I tiden etter at internkontrollforskriften kom ut, gikk antall skader og ulykker ned, mens produktiviteten økte. Forskriften stiller krav til både offentlige og private virksomheter, og gjelder både for de ansvarlige, tillitsvalgte og de som arbeider i virksomheten. (Arbeidstilsynet, 2021c) (Arbeidstilsynet, 2021b).

### **3.1.3 Helse**

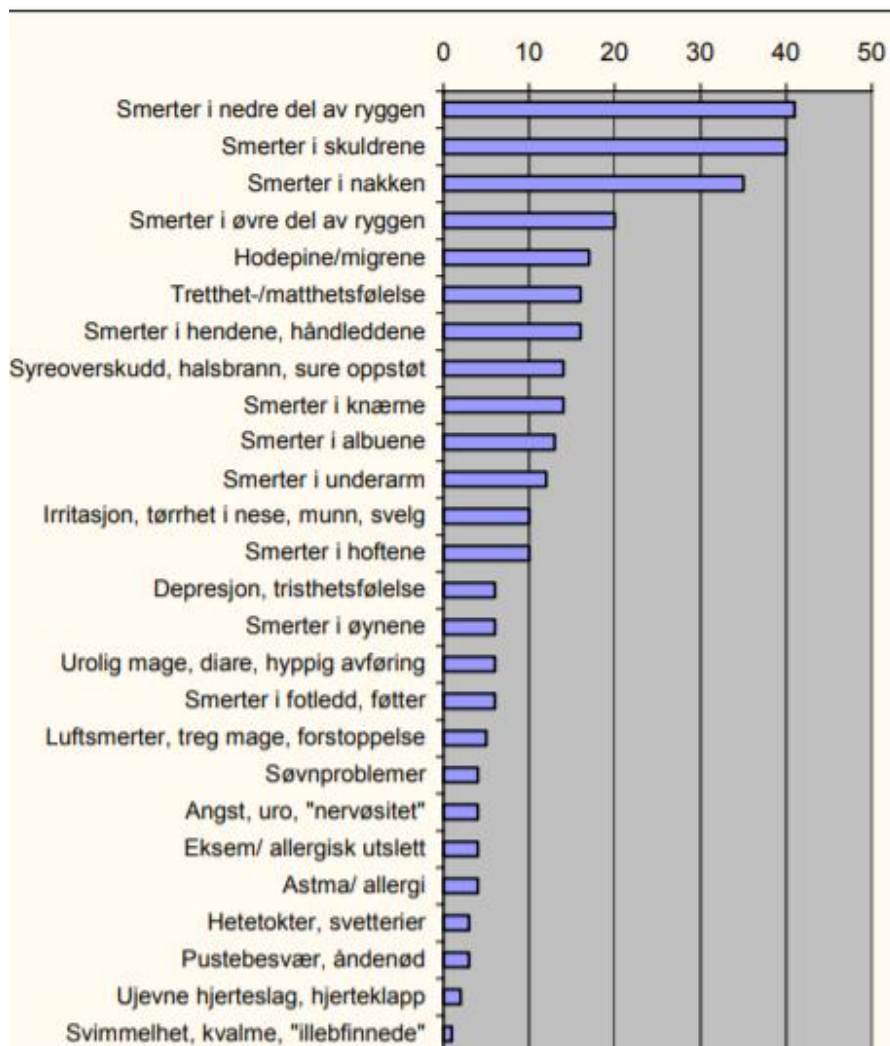
Målet med helse i HMS er at arbeidstakere ikke skal påføres hverken sykdom eller andre helseplager på sin arbeidsplass. I anleggsbransjen blir ergonomi sentralt, da rygg og nakkeplager er kjente problemer som går igjen hos maskinførere. (Ergonomiportalen, 2020)

#### **3.1.3.1 Ergonomi**

«Ergonomi er betegnelse på forskning og praktiske tiltak som har til hensikt å tilpasse maskiner og arbeidsredskaper til de menneskene som skal betjene dem» (Levy, 2020). Hensikten er å tilpasse maskiner og utstyr slik at de påfører arbeidstakerne minst mulig unødvendig slitasje og feilbelastninger. Ergonomi er et resultat av plager som dukket opp ettersom maskiner tok over for manuelt arbeid. Selv om det å operere en maskin er mindre fysisk anstrengende, er det belastende å sitte i samme posisjon over tid. Ergonomi handler om å gjøre dette minst mulig belastende (Levy, 2020).

En stor andel av de som jobber i anleggsbransjen er maskinførere som sitter i samme arbeidsstilling store deler av arbeidsdagen. I en rapport utarbeidet fra arbeidsforskningsinstituttet fra 2002, ble det sett nærmere på hvilke utfordringer bransjen sto ovenfor når det kommer til maskinførernes ergonomi (Grimsmo *et al.*, 2002). Rapporten er ca. 19 år gammel, og det har skjedd mye i utviklingen av førerhytter siden den kom ut. Likevel er mye av det som påpekes i rapporten relevant i dag.

En av hypotesene i rapporten var å undersøke om belastningskader var en av hovedårsakene til at maskinførere sluttet i jobben. Der ble et tilfeldig utvalg på 685 maskinfører spurt om hvor vidt de var plaget av 26 forskjellige typer helseplager (Grimsmo *et al.*, 2002). Resultatene ifra dette kan en se i figuren under.



Figur 5, (Grimsmo et al., 2002)

Rapporten har ikke referansedata fra personer som ikke jobber som maskinførere. Likevel kan en anta at andelen med skjullet og muskelplager er stor i forhold til andre yrker, grunnet de høye tallene. Særlig er det nakken og ryggen som er utsatt, noe statistikken over bekrefter (Grimsmo et al., 2002).

Videre går rapporten dypere kvalitativt med å intervjuer maskinførere. Her er det blant annet en mann som måtte sykemeldes og omskoleres etter å ha kjørt kantklipper i 4-5 mnd. tid. Under kantklippingen måtte han sitte ansent og vridd mot venstre for å styre aggregatet på kantklipperen. I denne delen av rapporten kommer det fram at det er et kjent problem i bransjen at folk må slutte i jobben grunnet plager i rygg, nakke og skuldre. Noen forteller at de ikke blir hørt av ledelsen når de forteller om sine plager. De må dermed fortsette å arbeide under dårlige ergonomiske forhold, noe som igjen fører til at plagene blir verre. (Grimsmo et al., 2002)

En annen ergonomisk faktor er risting og vibrasjoner i maskinene, kombinert med det at kjernemuskulaturen må kompensere for at maskina er i bevegelse. Fellesforbundet og Entreprenørforeningen for bygg og anlegg har opprettet ergonomiportalen. Der er det en guide for bransjen hvor en finner tips som eksempelvis valg av maskiner for å oppnå god ergonomi. Det å utsette kroppen for helkroppsvibrasjoner over tid, har vist seg å være mer skadelig enn tidligere kjent. Ergonomiportalen fraråder at gravide fører maskiner utsatt for vibrasjon, da dette har vist seg til å kunne føre til abort. I ergonomiportalen påpekes det også at en om mulig bør kjøre fjernstyrt (Ergonomiportalen, 2020).

### **3.1.3.2 Universell utforming**

Universell utforming er å planlegge omgivelser slik at de kan brukes av flest mulig på en likeverdig måte. Målet i universell utforming er at alle skal kunne benytte seg av omgivelsene, tjenesten, programmet, eller produktet. Det kan f.eks. være trinnfri adgang til en bygning eller heis innvendig i bygget. Dette medfører at rullestolbrukere eller mødre med barnevogn kan bruke bygget på en likeverdig måte. Universell utforming kan også være akustiske tiltak som bedrer opplevelsen til høreselsnedsatte. I tillegg vil de med normal hørsel få en bedre opplevelse av bygget (Lid, 2020). Det stilles blant annet krav til arbeidsplassers universelle utforming. Eksempelvis er det krav i TEK17 om at alle arbeidsbygninger som bygges, skal ha heis hvis den er på to etasjer eller mer. Dette er for at personer med nedsatt motorikk i beina skal stille på lik linje med funksjonsfriske. Det handler om at arbeidsplassen skal tilpasses mennesket og ikke motsatt (direktoratet for byggkvalitet, 2021).

### **3.1.4 Miljø**

Miljø i HMS representerer både det indre miljøet, og det ytre miljøet. Det indre miljøet kan for eksempel være arbeidsmiljøet. Arbeidsmiljøet er forholdene de ansatte på en arbeidsplass jobber under (HMS Tjenesten, Ingen dato). Dette inkluderer de fysiske forholdene på arbeidsplassen, vernetekniske forholdene, yrkeshygieniske og velferdsmessige forholdene. Arbeidstilsynet forklarer arbeidsmiljø på følgende måte:

*Godt arbeidsmiljøarbeid handler om å redusere risiko for farer og ulykker og aktivt rette søkelyset mot de positive og helsefremmende faktorene i arbeidsmiljøet (Arbeidstilsynet, 2021a)*

Det ytre miljøet i HMS er eksempelvis påvirkninger av det ytre miljøet med forurensning av luft eller vann. Byggeteknisk forskrift §9 – Ytre miljø (TEK-17, 2017) er sentral innenfor bygg- og anleggsbransjen og det er her en finne bestemmelser om hvordan en skal opptre i forhold til ytre-miljø. §9-2 omhandler helse- og miljøskadelige stoffer og er naturlig å nevne da det er forskjellige miljøskadelig stoffer i bruk i en anleggsmaskin. Disse miljøskadelige stoffene kan f.eks. være hydraulikkolje, motorolje og diesel og som kan være kritisk ved eventuelle utslipp.

### **3.1.5 FN's bærekraftsmål**

Som et virkemiddel for å bekjempe fattigdom, ulikhet, samt å stoppe klimaendringen, har FN satt opp 17 bærekraftsmål for å bekjempe nevnte utfordringer innen 2030. I forbindelse med denne studien har det blitt trukket ut tre bærekraftsmål som er relevante.

#### **3.1.5.1 Bærekraftsmål nr. 3**

Bærekraftsmål nr. 3-God helse og livskvalitet. «Sikre god helse og fremme livskvalitet for alle, uansett alder» (FN sambandet, 2021a).

Selv om delmålene i dette bærekraftsmålet i stor grad retter seg mot utviklingsland, er det flere av målene som er relevante for denne oppgaven. Blant annet er delmål nr. 3.6, som sier at antall trafikkulykker i verden skal halveres innen 2020. Delmål 3.9, som sier at antall dødsfall som følge av eksponering av dårlig luft er også relevant for denne studien. (FN sambandet, 2021a).

#### **3.1.5.2 Bærekraftsmål nr. 9**

Bærekraftsmål nr. 9 omhandler industri, innovasjon og infrastruktur. Formålet med bærekraftsmål er ifølge FN selv «bygge solid infrastruktur og fremme inkluderende bærekraftig industrialisering og innovasjon» (FN sambandet, 2021b)

Selv om delmålene i stor grad retter seg mot utviklingsland, finner en også delmål som er relevante både for Norge, og for dette studiet. Delmål nr. 9.5 har som formål å styrke vitenskapelig forskning og oppgradere teknologien i næringslivssektoren i alle land. Delmål nr. 9.2 har som formål å fremme inkluderende og bærekraftig industrialisering, her kan fjernstyrte anleggsmaskiner være et virkemiddel for å oppnå dette delmålet. Om en ser på teknologien med fjernstyrte og fullautonome maskiner i et globalt perspektiv, kan

teknologiene være et virkemiddel for å oppnå flere av delmålene. Blant annet kan fullautonome maskiner anvendes for å oppnå delmål nr. 9.1 (FN-sambandet, 2021b) som handler om å utvikle pålitelig, bærekraftig og solid infrastruktur.

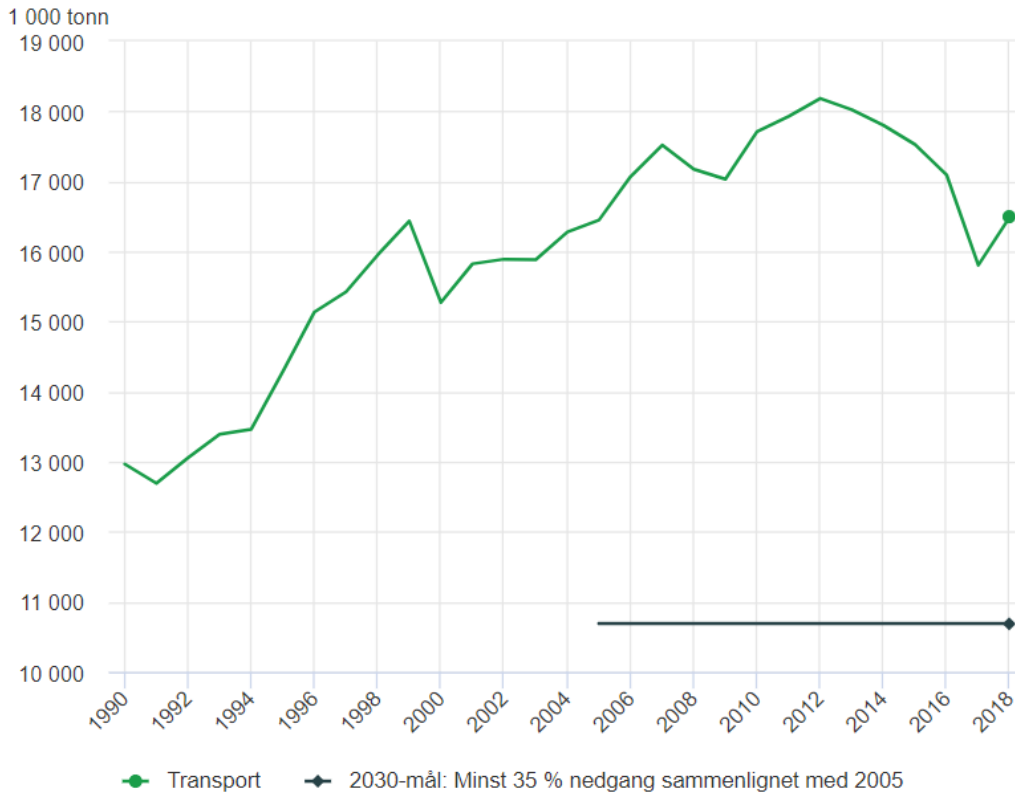
### **3.1.5.3 Bærekraftsmål nr. 13**

Bærekraftsmål nr. 13, går ut på at klimaendringene skal stoppes. Av delmålene i dette bærekraftsmålet, kan blant annet delmål 13.1 trekkes fram. Det sier at verden skal styrke evnene til å stå imot klimarelaterte farer og naturkatastrofer (FN-sambandet, 2021).

Som et virkemiddel for å stoppe klimaendringene har FN utarbeidet en avtale, som alle FN-landene pr. i dag har sluttet seg til. Avtalen ble vedtatt på klimatoppmøtet i Paris 12. desember 2015, og fikk navnet Parisavtalen. Gjennom denne avtalen stilles det krav til at medlemslandene utarbeider nasjonale planer som viser hvordan hvert enkelt land har tenkt til å kutte sine utslipp. Avtalen regulerer også kostnadene, slik at rike land er forpliktet til å bidra med mer penger, for at de fattigere landene skal kunne nå sine mål (FN-sambandet, 2021c).

Gjennom Parisavtalen har Norge forpliktet seg til å være med å kutte klimagassutslippene med 40% innen 2030. Dette er for at en skal bidra til å forhindre at temperaturen på jorda øker med mer enn 1,5-2 grader innen det neste århundre. Referanseåret er 1990, og målet er at innen 2050 skal utslippene være redusert med mellom 80 og 95 prosent sammenlignet med hva de var i 1990 (ENGEDAL og BOTHNER, 2019).

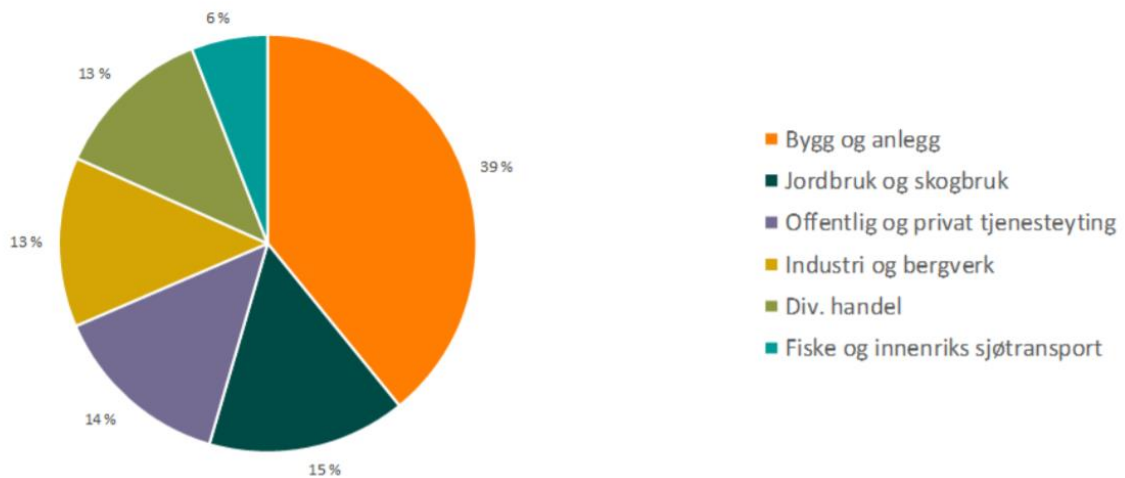
I Norge står transportsektoren for ca. en tredjedel av det totale klimagassutslippet, og i denne sektoren regnes også anleggsmaskiner med. Fra 1990 til 2018 økte utslippene i transportsektoren med 27%. Regjeringen satte derfor et arbeidsmål i 2017 for å begrense utslippene innen transportsektoren som et tiltak for å oppnå Parisavtalens 2030-mål. Det nye målet går ut på at innen 2030 skal utslippene reduseres med mellom 35-40 prosent sammenlignet med referanseåret 2005 (Klimadirektoratet *et al.*, 2020).



Figur 6 Utslipp av klimagasser fra transport fra 1990-2018. Den svarte linja viser hvor målet for 2030 ligger. (ENGEDAL og BOTHNER, 2019)

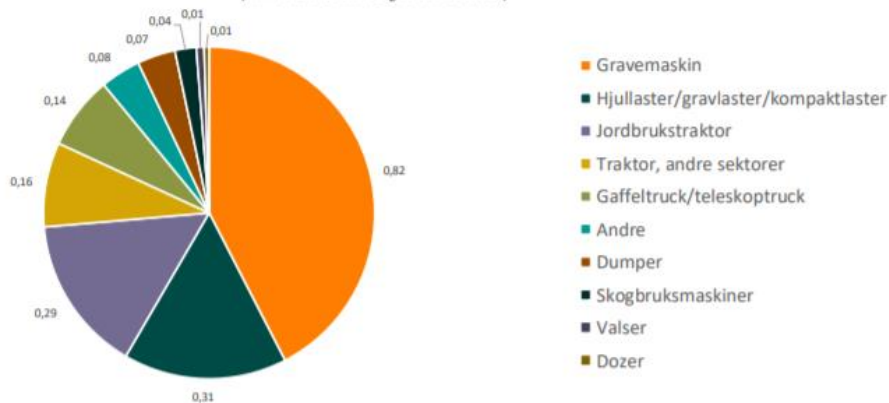
I kapittel 6 i «Klimakur 2030» beskrives tiltak og mål for hvordan ikke-veigående maskiner og annen transport skal kutte utslipp. I hovedsak er det anleggsmaskiner og traktorer som dominerer utslippene i denne kategorien. Innen 2030 er målet at 70% av de nye kjøretøyene i denne kategorien skal være elektriske. Dette vil medføre en utslippsreduksjon på ca. 1,75 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter (Klimadirektoratet *et al.*, 2020).

Utslipp fra ikke-veigående maskiner fordelt på næringer i 2017  
(prosent)



Figur 7, (Klimadirektoratet et al., 2020)

Utslipp fra ikke-veigående maskiner fordelt på maskintyper i 2017  
(millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter)



Figur 8 Diagrammet er basert på forskjellig data som salgstall av maskiner, brukstid oppgitt av entreprenører osv. Det medfører derfor usikkerhet hvor nøyaktig diagrammet er, men det gir en indikasjon på utslippsfordelingen (Klimadirektoratet et al., 2020).

Klimakur tar også hensyn til kostnaden det vil medføre og gå over fra fossile til elektriske drevne maskiner. Der har de kategorisert ut ifra hvor mye det koster å bygge om pr. tonn bespart utslipp av CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Anleggsmaskiner havner i kategorien mer enn 1500 kroner pr. tonn bespart utslipp. Om en tar utgangspunkt i at gravemaskiner slipper ut 0,82 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter medfører det med en minimumskostnad på 1500 kroner, 1,23 mrd. kroner (Klimadirektoratet et al., 2020).



Fordelen med anleggsbransjen er at det er en betydelig andel offentlig etterspørsel. Dette gjør at de offentlige som byggherre kan kreve nullutslippsmaskiner i sine anskaffelser som et virkemiddel for å nå 2030-målet. Det er også mulig å gi kommunene muligheten til å kreve nullutslippsløsninger i reguleringsplaner som et virkemiddel (Klimadirektoratet *et al.*, 2020).

DNV GL undersøkte utviklingspotensialet for elektriske gravemaskiner og konkluderte med at det er mulig å utvikle teknologien til at alle maskiner kan være elektriske innen 2030. Dette forutsetter at etterspørselen øker, slik at produsentene skal kunne satse mer på elektriske alternativer. Det antas at kapasitet og anskaffelseskostnaden er de største barrierene for at markedet skal gå over til elektriske investeringer. Tidligere nevnte virkemidler som krav i offentlige anskaffelser og reguleringsplaner bør derfor innføres så tidlig som mulig for å øke etterspørselen, som igjen fører til at utviklingen går raskere (Klimadirektoratet *et al.*, 2020).

### **3.1.6 Sikkerhet**

Tradisjonelt topper bygg- og anleggsbransjen statistikken når det kommer til arbeidsskadedødsfall. I 2019 var det ni omkomne, mens gjennomsnittet for de siste fem årene før 2019 var 5 omkomne i året. I en rapport utarbeidet av de 146 ulykkene som arbeidstilsynet gransket i 2019 ser en at det er en del faktorer som går igjen. Det som gikk igjen hyppigst var handling og atferd, operativ ledelse og risikostyring. En kan også se at arbeidere i aldersgruppa under 25 år er mer utsatt for ulykker enn de andre aldersgruppene. Arbeidstilsynet mener at en av årsakene til dette er at yngre oftere blir satt til å gjøre farligere arbeid ute på arbeidsplassen og at eldre ofte ender opp med mer administrativt arbeid. Dette sammen med at de yngre har mindre erfaring og kompetanse enn de eldre. (Mostue *et al.*, 2020; Bodil Aannes Mostue, 2020)

En annen faktor som gjør anleggsbransjen utsatt for ulykker er at omgivelsene hele tiden er i forandring. Terrenget kan forandres og utstyr og maskiner flyttes på. Det er derfor viktig at en har en god ledelse, kompetente arbeidstakere og god risikostyring.

#### **3.1.6.1 Risikostyring**

Risikostyring er hvordan vi kontrollerer risikoen. Sentralt innen risikostyring er risikoanalyser og vurderinger, risikohåndtering, risikoakseptering og risikokommunikasjon. En risikoanalyse

er å kartlegge og sette seg inn i hva som potensielt kan skje, årsaken til at de kan skje og konsekvensen hvis det skjer. (Nikolaisen, 2018; Aven, 2020)

### **3.1.6.2 SJA – Sikker jobb analyse**

Innen anleggsbransjen har en erfart at å kartlegge farer på forhånd kan lønne seg, for å redusere antall ulykker. Eksempelvis som en del av risikovurderingen gjennomføres det for bestemte arbeidsoppgaver en såkalt SJA. Forenklet kan en si at tanken bak en SJA er å stoppe opp å ta en vurdering på hva som kan gå galt, før en setter i gang med arbeidet. I og med at en SJA gjennomføres på en bestemt arbeidsoppgave har en da muligheten til å gjennomgå farene som kan dukke opp i detalj.

Alle som er involvert i arbeidet skal være med å avdekke om det er behov for SJA. Det kan være flere årsaker til at det er fornuftig å anvende en SJA, for eksempel at en har erfart at det har skjedd ulykker knyttet til tilsvarende arbeid tidligere, eller at arbeidsoperasjonen avviker fra etablerte rutiner og prosedyrer (Mostue *et al.*, 2020; UIB, 2020).

I forbindelse med fjernstyrte maskiner kan en SJA bli relevant på to måter. Det ene er at en også med fjernstyrte maskiner har behov for å gå gjennom farene som kan oppstå selv om det ikke sitter en fører og opererer maskina. En kan også ved hjelp av en SJA avdekke at det er behov for en fjernstyrt maskin for å gjøre jobben.

Det andre scenarioet er at under gjennomføringen av en SJA avdekker at her er det behov for at det er en fjernstyrt maskin som må gjøre jobben. Eksempel på jobber der en SJA avdekker et slikt behov kan være fare for udetonert sprengstoff, eller fare for skred eller ras.

### **3.1.6.3 SHA**

Mellom SJA som dekker den bestemte arbeidsoperasjonen og HMS som gjelder generelt, skal det utarbeides en SHA- plan for det spesifikke anleggsprosjektet. Dette er lovfestet i forskrift om sikkerhet helse og arbeidsmiljø på bygg og anleggsplasser, også kjemt som byggherreforskriften. SHA er en forkortelse for sikkerhet, helse og arbeidsmiljø. Oppstarten til en SHA-plan bør starte opp tidlig i planprosessen til anleggsprosjektet, slik at risikoer kan oppdages og tiltak settes inn så tidlig som mulig. (Arbeidstilsynet, 2020b)

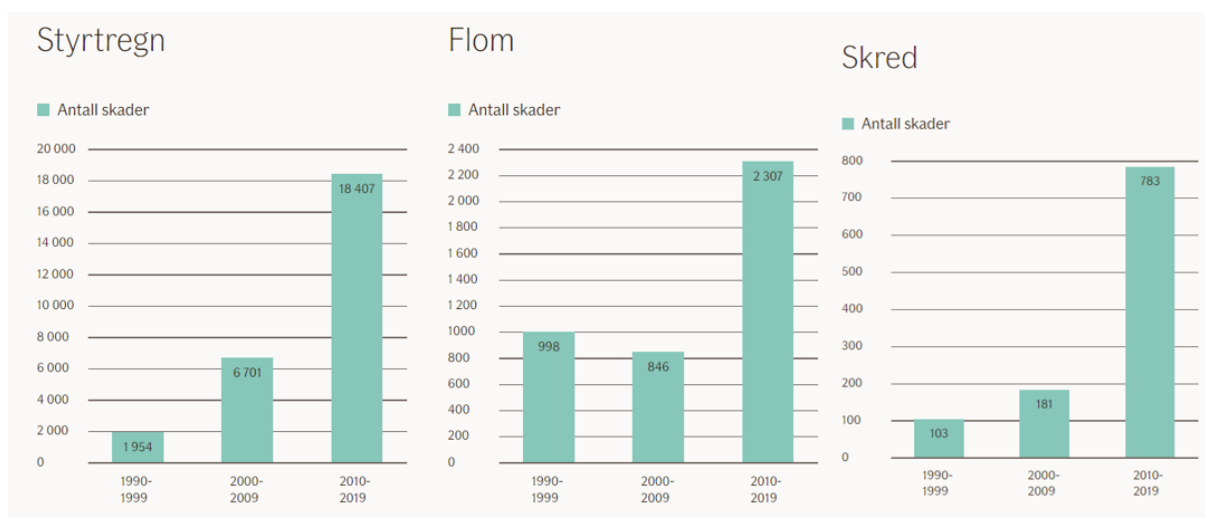
En annen faktor ved at SHA-planer utarbeides tidlig, er at byggherre kan mer detaljert beskrive risikofaktorer mest mulig detaljert i anbudet. Dette fører igjen til at entreprenøren kan beregne ekstrakostnaden tiltakene krever, herunder kostnaden til å sette inn fjernstyrte maskiner. Eventuell bruk av fjernstyrte maskiner trenger ikke nødvendigvis være bestemt av byggherre, men det kan hende at entreprenøren ser det nødvendig ut fra sitt sikkerhetsperspektiv. Et annet eksempel er at entreprenøren beregner at andre sikkerhetstiltak vil være dyrere enn å anvende fjernstyrte maskiner. Nevnte scenarioer viser at det er viktig å starte opp tidlig med å utarbeide en SHA-plan. Dette viktig for å avdekke risikomomenter og finne bedre løsninger som kan luke ut disse momentene (Arbeidstilsynet, 2020b).

## 3.2 Nasjonalt beredskapsbehov

De topografiske forholdene i Norge kan by på utfordringer andre land slipper å tenke på. Trange daler, bratte fjellsider, dårlige grunnforhold og frost kan by på problemer for infrastrukturen. Det skrives årlig om bygder som er isolerte etter snøskred, jord/steinskred, eller at flommen har tatt med seg veien. Det å holde en vei stengt kan medføre betydelige samfunnsøkonomiske kostnader, i tillegg til at det kan medføre at bygder blir isolerte (FN, 2019).

Som en konsekvens av den globale oppvarmingen vil vi ifølge forskere se mer ekstremvær i framtiden. For Nord-Europa og Norge vil det føre til mer ekstremnedbør, som igjen fører til flere skred. Med mer ekstremvær, flere skred og mer flom vil det medføre at infrastrukturen også rammes hyppigere av nevnte hendelser (FN, 2019). Antall oppryddingsjobber etter flom, skred og generelt mer ekstremvær vil øke i årene framover. Det er derfor relevant å se på løsninger som kan gjøre denne jobben både tryggere og raskere i framtiden. Fjernstyrte anleggsmaskiner kan være en løsning i noen tilfeller.

Mellom 1998 og 2008 ble det registrert 22 000 skredhendelser på norske riks- og fylkesveier (Vegdirektoratet, 2014). Forsikringsselskapene melder om at antall store naturskadeutbetalinger øker for hvert år. IF rapporterte en økning i naturskadeutbetalinger på 169% den siste tiårsperioden sammenlignet med de to foregående periodene. Antall skredhenvendelser økte også med 450% i samme periode (Øystein Larsen-Vonstett og Martinsen, 2020).



Figur 9. Her kan en se antall innrapporterte naturskadehendelser fra 1990-2019. En kan se at det er en betydelig økning både i antall skader som følge av styrregn, flom og skred (Øystein Larsen-Vonstett og Martinsen, 2020).

### 3.2.1 Snøskred

Snøskred er den hyppigste grunnen til at veier blir stengt i Norge. Enten ved at skredet fysisk sperrer veien eller at faren for skred er så stor, at det er uforsvarlig å holde den åpen. Mellom 1998 og 2008 ble det registrert ca. 6500 snøskred på riks og fylkesveinettet i Norge.

Snøskredene forekommer som oftest under uværsperioder, og kan resultere i at samfunn blir isolert i flere dager til uværet har gitt seg. Snøskred utgjør en særlig risiko for de som drifter veien, da de gjerne må være ute og arbeide der i vanskelige vær-situasjoner. I tillegg eksponeres de som drifter veien for risikoen om at nye skred oppstår opprydningsarbeidet (Vegdirektoratet, 2014).

Senest 25. februar 2021 ble en ansatt hos driftsentreprenøren Mesta rammet av snøskred da han var ute for å sjekke skredfaren. Skredet var av typen sørpeskred og gikk over riksvei 80 ved Kistrand i Fauske kommune. Mannen døde senere av skadene han ble påført som følge av skredet. (Nave, Elgaaen og Alsaker-Nøstdahl, 2021) (Aga, 2021).



*Figur 10. Snøskred over rv. 15 i Lom 25. februar 2020. (Foto: Eivind Jutvik, Statens vegvesen)*

### **3.2.2 Jord og steinskred**

Jord og steinskred er skredtyper som forekommer ofte i Norge grunnet at det er mye fjell og bratte dype daler. I løpet av de siste 150 årene har skred tatt livet av 2000 mennesker, da også inkludert snøskred og andre typer skred (Norges geologiske undersøkelse, 2015).

Et jordskred blir oftest løst ut når løsmassene blir mett av vann og tyngden reduserer skråningsstabiliteten så mye at et skred forekommer. Jordskred kan også utløses ved at et steinsprang tar med seg løsmasser på veien, slik at et stadig bredere skred utformer seg (Hardeng, 2019b).

Steinskred består av stein og store blokker som løsner direkte fra selve fjellet. For at en skal kunne kalle skredet et steinskred må all steinen som faller ned ha et volum på mellom 100 og 100.000 kubikkmeter. Er volumet under 100 kubikkmeter kalles det steinsprang.

Steinskredene oppstår som oftest på grunn av sprekkdannelser i berggrunnen som utvider seg til at de blir store nok til at teinene faller ned (Hardeng, 2019a)

### **3.2.2.1 Fylkesvei 805 Myrlandsveien**

Fylkesvei 805 blir aktuell i denne oppgaven, da den er en av Norges mest rasutsatte vegstrekninger. Den er både utsatt for snøskred, steinskred og steinsprang (Vedlegg 7.1.7).

Fra land er Fylkesvei 805 eneste innfartsvei til bygda Myrland, på grunn av de høye fjellene som ligger rundt bygda. Bygda ligger også eksponert med tanke på sjø og vind, da den ligger fritt ut mot Norskehavet. Grunnet at den ligger eksponert til er det heller ikke en kai ute på Myrland. På grunn av beliggenheten vil det være både krevende, omfattende å kostbart å legge til rette for kai ved Myrland. Dersom veien da blir stengt er eneste måte å komme inn til Myrland på via luftveien med helikopter. Pr. 2012 hadde Myrland 15 innbyggere (Wikipedia, 2019).

### **3.2.2.2 Samfunnsøkonomiske kostnader ved skredstengte veier**

I en rapport utarbeidet av møreforskning i 2008, ble det sett nærmere på de samfunnsøkonomiske ulempene skredstengte veier medfører. Rapporten anslår at de samfunnsøkonomiske kostnadene for skredstengte veier ligger på 60 millioner kroner. Da er det lagt til grunn en gjennomsnittlig ÅDT på 820, stengetid på 16 timer, og at hvert kjøretøy blir påført en ekstrautgift på 875 kroner. Antall skredhendelser er satt til 136 (Bråthen, Hausdal og Rekdal, 2008). Det må tas i betraktning at tallene er fra 2008, og at kostnadene vil ligge høyere i dag. Det påpekes i rapporten at det er gjort grove anslag, da det er flere faktorer som spiller inn, men som ikke er tatt i betraktning.

I rapporten blir det trukket frem 17 skredpunkter der det blant annet er beregnet samfunnsøkonomisk tap pr. hendelse pr. døgn. Tapet mellom de forskjellige veistrekningene varierer fra 2000kr/time til 80 000 kr/time. Denne kostnaden er beregnet utfra omkjøringslengde og ÅDT (Bråthen, Hausdal og Rekdal, 2008). Disse tallene forutsetter at ingen blir stående i kø, men at er klar over at vegen er stengt på forhånd. Med den forutsetningen kan de kjørende planlegge nytt rutevalg fra hvor kjøreturen starter. I praksis blir noen stående i kø ved skredet og den samfunnsøkonomiske kostnaden vil derfor ligge høyere.

Om en legger til grunn at det blir drept 1,5 person årlig i forbindelse med skred over veier, kan en legge til  $1,5 \cdot 26,5$  mill. som medfører ca. 40 millioner kroner. Med økt rassikring konkludere rapporten med at en sannsynligvis kan spare 125 millioner kroner i året. Om en

regner nåverdien av denne kostnaden over 25 år, med en kalkulasjonsrente på 4,5 prosent, blir dette 2 mrd. kroner. Det poengteres også i rapporten at den reelle kostnaden trolig ligger høyere og inkludert medregnet trafikkvekst kan en forsvare en investering i rassikring på 3 mrd. kroner (Bråthen, Hausdal og Rekdal, 2008).

### **3.2.3 Ispropper/isgang**

Isgang er når store ismasser løsner og driver med strømmen i elva. Normalt blir isen knust til flak med en diameter på mellom en og tre meter. Når ismassene kommer til strekninger der strømmen i elva er roligere, hender det at ismassene stopper opp. Det kan også være at det er en brå sving, eller en innsnevring i elva som gjør at isflakene kiler seg fast i hverandre (Norges Vassdrag- og energidirektorat, 2015).

Bruer og bru-kar er ofte bygd på steder hvor elva har en innsnevring. Her er strekningen over elva kortest, som igjen medfører at brulengden blir kortest mulig. I tillegg til at det er ei innsnevring, har en ett eller flere bru-kar som står i elva. Dette fører til at bruer ofte kan være utsatte punkter for ispropper. Opphopningen av is, kan bli så stor at det ikke er tilstrekkelig plass til at vannet kan passere. Dette fører til at isen fungerer som en demning. Etter hvert som det demmes gradvis opp med vann, vil enten trykket fra vannet bli så stort at demningen brister. Eller så vil vannet komme opp til et nivå som gjør at det finner alternative veier over elvebredden. Dersom isproppen løsner som følge av trykket fra vannet, vil det bli frigjort store mengder energi på kort tid. Dersom det ligger infrastruktur og bebyggelse lengre ned langs elvebredden, står det i fare for å bli oversvømt (Norges Vassdrag- og energidirektorat, 2015).

Det er ikke lett å forutsi når en ispropp vil løsne, enkelte ganger kan proppen vedvare resten av vinteren. Dersom det er fare for at infrastruktur kan bli rammet i det isproppen brister, vil en der det er mulig, gjøre tiltak for å forhindre dette. Formålet med tiltakene er å lage kanaler som gjør at vannet kan passere, men at ikke all energien frigjøres samtidig. Tradisjonelt har det blitt benyttet både gravemaskiner med lang arm og mobilkran med jernkule til slikt arbeid. I enkelte tilfeller har man også benyttet helikopter med jernkule for å løsne isproppen. Tidligere ble det brukt sprengstoff til å løsne ispropper, men det er ikke lengre ønskelig fra NVE at metoden skal benyttes. Årsaken til at det ikke skal benyttes sprengstoff er at det har negative miljømessige innvirkninger, samtidig som virkningsgraden ikke er særlig stor. I

tillegg innebærer det en risiko å benytte sprengstoff til slike formål (Norges Vassdrag- og energidirektorat, 2015).

For å fjerne ispropper med gravemaskin starter en fra nedstrøms side av isproppen, for så å jobbe seg oppover mot strømmen. Da kan en til enhver tid transportere vekk ismassene med vannet nedenfor blokkeringen. Arbeidet gjøres helst med gravemaskin utstyrt med en lang arm, og en må hele tiden være obs på at hele isproppen kan løsne på kort varsel. (Norges Vassdrag- og energidirektorat, Ingen dato).

### **3.3 Hjerkinnsprosjektet**

Hjerkinnsprosjektet blir relevant for besvarelsen av denne oppgaven på flere måter. Prosjektet har som tidligere nevnt ca. 40 000 maskintimer med fjernstyrte maskiner. Anleggsfasen av prosjektet pågikk fra 2009-2020, noe som er uvanlig lang tid for et anleggsprosjekt. I og med at prosjektet pågikk over flere år, har de som var involvert i prosjektet gjort seg mange erfaringer ved bruken av fjernstyrte maskiner. Prosjektet var et pionerprosjekt med bruk av fjernstyrte maskiner, men også første gang et storskala naturrestaureringsprosjekt ble gjennomført i høyfjellet.

Hjerkinnskytefelt ble etablert i 1923 og har siden krigen fungert som skarpskyttingsfelt for det norske forsvaret og allierte styrker. Skytefeltet var fram til 2005 det største skytefeltet i Sør-Norge. Skytefeltet ble vedtatt nedlagt i 1999, som en del av en større plan om vern av Dovrefjell. Restaureringen ble utført med forsvarsbygg som byggherre, i samarbeid med blant annet NINA, andre forskningsmiljøer og utførende entreprenører. Samarbeidet resulterte i at det 165 kvadratkilometer store skytefeltet ble omgjort til verneområde. På grunn av faren for at det kunne gå av eksplosiver under arbeidet, ble det benyttet fjernstyrte anleggsmaskiner på deler av prosjektet (Forsvarsbygg, 2020).

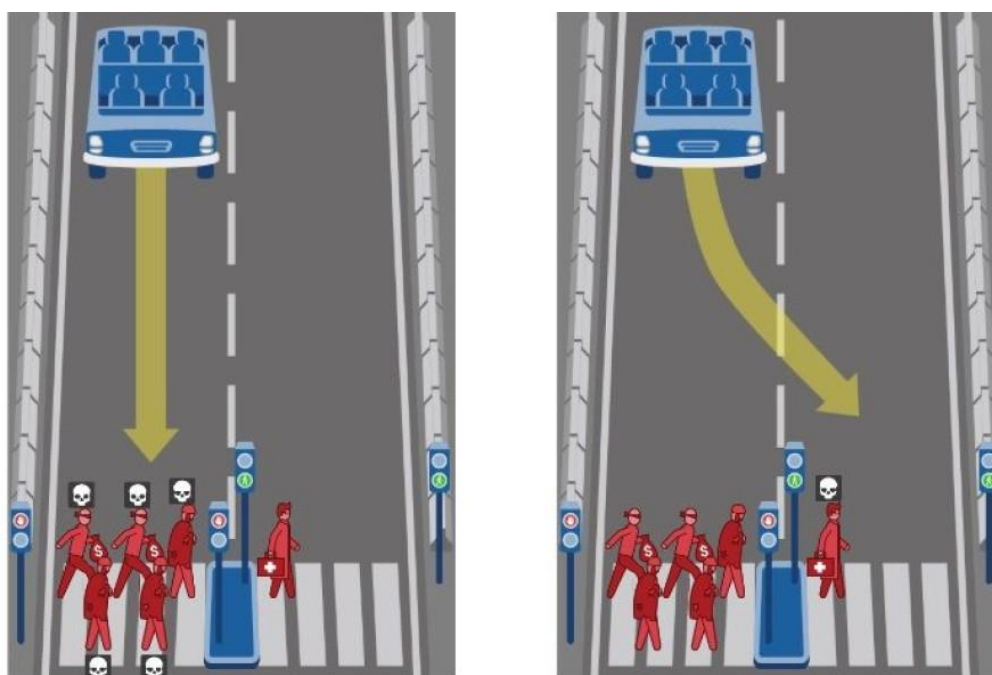
For å få et innblikk i omfanget av prosjektet på Hjerkinnskytefeltet, ble det totalt fjernet 4666 blindgjengere, 540 tonn metallavfall, og 5200 dekar med veier og anlegg. I tillegg ble det sådd 100 dekar med stedegent frø, og plantet 47 000 vierplanter som et ledd i å tilbakeføre skytefeltet til naturen (Forsvarsbygg, 2020).



### 3.4 Etikk

Med temaet i denne bacheloroppgaven, følger det noen etiske problemstillinger. Det er spesielt ved autonome anleggsmaskiner de store spørsmålene dukker opp. Etikken rundt fullautonome biler har vært oppe til diskusjon i media. Det er mye av de samme problemstillingene som kommer opp i etikken rundt fullautonome anleggsmaskiner. Det er to hovedproblemstillinger rundt temaet: «Hvem skal blir rammet i en ulykke som ikke kan unngås?» og «Er det viktigere med fremskritt i teknologi og effektivitet, enn menneskers arbeidsplasser?»

På Figur 11 kan en se en illustrasjon av den første problemstillingen. Problemet kan omgjøres til å gjelde en fullautonom dumper da den også kjører over lengre avstander slik som en bil gjør. Under en kjøretur til tipp-plassen oppstår det en situasjon for den autonome dumperen. I det den skal kjøre forbi brakka der alle arbeiderne har lunsj springer det en person ut i veien. Dumperen rekker ikke stoppe og må bestemme om den skal svinge inn i brakka, eller holde stø kurs inn i personen som springer over veien.



Figur 11 En illustrasjon på problemstillingen om hvem som skal skades. (Kjørstad, 2018)

I dag må en maskin programmeres for å bestemme hvilket av utfallene den skal velge i problemstilling som beskrevet over. En forskergruppe har laget en nettside kalt «Moral Machine» (Scalable Cooperation og MIT Media Lab, 2021) der mennesker fra hele verden

kan stemme på hvilket utvalg en bil skal ta i slike etiske dilemmaer. De har funnet mye interessant informasjon, som også kan overføres til autonome anleggsmaskiner.

Resultatene fra undersøkelsen viste at fotgjengere ble spart oftere enn passasjerer i bilen. Dette er et scenario som ikke betyr mye for autonome anleggsmaskiner, da det stort sett ikke er noen passasjerer i maskina. Undersøkelsen viste at deltakerne helst ville spare mennesker over dyr, spare flest mulig mennesker og unge over gamle. I synkende rekkefølge over hvem som oftest ble ofret, topper katter listen, etterfulgt av kriminelle, hunder og eldre personer (Kjørstad, 2018). Forskerne mente at dette ikke nødvendigvis er de etiske reglene en autonom maskin/bil skal ha. På den andre siden presiserer de at det er viktig å kunne enes om hvilke regler de skal følge (Kjørstad, 2018).

Med autonome anleggsmaskiner følger det også et spørsmål om det er riktig å effektivisere på bekostning av arbeidsplasser. Et eksisterende eksempel som er relevant for denne oppgaven er en avisartikkel av TV2. Der snakker TV2 med kranfører Bjørn Sverre Steffensen, som også er daglig leder i Norsk Havnearbeiderforening. Han forteller at de ser en økende trend i at jobber autonomiseres, på havnearbeidernes bekostning (FRØJD, 2017). Det etiske spørsmålet blir om det er riktig å prioritere lavere driftskostnader med autonome maskiner, mot menneskers arbeidsplasser.

Når det gjelder fjernstyrte maskiner og etikk, kan en se både positive og negative effekter. Et eksempel kan være raset på Gjerdrum der det ble sendt inn gravemaskiner for å bidra i letingen etter de omkomne (Norsk Telegrambyrå, 2021). I slike risikofylte scenarioer kan en stille seg spørsmålet om det er riktig å sende inn en gravemaskin med operatør, når det nå finnes teknologi som gjør at operatøren kan sitte på trygg avstand.

En fjernstyrt maskin kan være mer etisk riktig i oppdrag som er risikofylte for operatøren, selv om det har en ekstra økonomisk kostnad. Dette fordi operatøren vil ha muligheten til å kunne sitte på trygg avstand. Ved bruk av en fjernstyrt anleggsmaskin utsetter en heller ikke operatøren for dårlig arbeidsmiljø, som f.eks. støv og støy.

# 4 Resultat

## 4.1 Resultat spørreundersøkelse

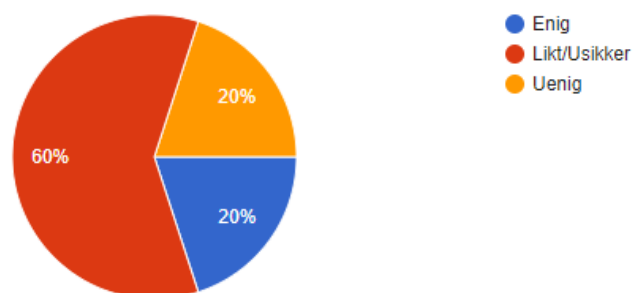
I dette kapittelet blir det vist til spørreundersøkelsen som ble gjennomført som en del av studiet. Spørreundersøkelsen ble utsendt ut til de seks maskinoperatørene som kjørte fjernstyrte anleggsmaskiner på Hjerkin. Fem av seks har svart på undersøkelsen. Spørsmålene retter seg i stor grad opp mot ergonomi, hvor maskinoperatørene kan velge mellom enig, likt/usikker eller uenig på ulike påstander. På figuren under kan en se et sammendrag av undersøkelsen, og videre nedover kan en se hvert enkelt spørsmål og fordelingen av svarene presenteres i kakediagram. Til slutt er det presentert et par spørsmål som er formatert slik at deltakerne måtte svare med et kortere tekstsvar.

	Spørsmålsnr.	Enig	Likt/Usikker	Uenig
Etter endt arbeidsdag føler jeg meg mindre sliten ved bruk av fjernstyrt anleggsmaskin sammenlignet med vanlig maskin	1	1	3	1
Jeg merker på kroppen at det er mindre vibrasjoner og støy ved bruk av fjernstyrte anleggsmaskiner kontra vanlige maskiner	2	5	0	0
En bør bruke fjernstyrte maskiner på jobber der en utsettes for mye risting og vibrasjoner for å spare helsa til maskinføreren	3	3	1	1
Etter lengre tidsbruk (Mer enn en uke) merker jeg at det er mindre belastende for kroppen å kjøre fjernstyrt	4	3	1	1
Jeg sitter mer anspent når jeg kjører fjernstyrt enn når jeg kjører vanlige maskiner	5	1	2	2
Jeg merker at jeg blir mer sliten i hodet av å se mye på skjerm ved bruk av fjernstyring	6	5	0	0
Jeg jobber mindre effektivt ved bruk av fjernstyrt anleggsmaskin.	7	3	0	2
De ergonomiske forholdene er bedre i fjernstyringsbrakka enn i førerhytta	8	4	1	0
Jeg har dårligere oversikt over blindsoner med fjernstyrte maskiner	9	3	2	0
Det har skjedd at jeg har blitt desorientert når jeg kjører fjernstyrt, da jeg ikke merker bevegelse fra maskinen.	10	1	2	1
Jeg synes det er mindre misforståelser når vi kan sitte i brakka og kommuniserer mot at vi sitter i kjøretøy og kommuniserer over samband.	11	3	0	2
Jeg blir mer sliten i øynene av å sitte framfor en tv-skjerm å arbeide	12	5	0	0
Jeg synes det er artig å arbeide med fjernstyrte anleggsmaskiner	13	4	1	0
Jeg er teknisk/IT interessert.	14	1	2	2
Yngre maskinførere lærer seg lettere å kjøre fjernstyrt	15	4	1	0
En bør ha erfaring fra vanlige maskiner før en begynner å kjøre fjernstyrt	16	3	0	2
Jeg tror maskinene blir utsatt for mer slitasje og belastning når de kjøres fjernstyrt	17	4	1	0
Jeg trives bedre når jeg kjører fjernstyrte enn vanlige maskiner	18	1	3	1
Jeg har vært involvert i uønskede hendelser som kunne ha vært unngått hvis det hadde blitt benyttet fjernstyrte maskiner	19	1	1	3
Jeg synes fjernstyrte anleggsmaskiner bør benyttes i større grad enn det blir gjort nå.	20	4	1	0
Jeg tror at det kan være aktuelt og ha fjernstyrte maskiner i beredskap, som en del av driftskontrakten på enkelte ras/skredutsatte veier.	21	5	0	0
Oppkobling og igangkjøring av en fjernstyrt maskin er enkelt	22	3	1	1

Figur 12 Sammendrag av resultatet fra spørreundersøkelsen

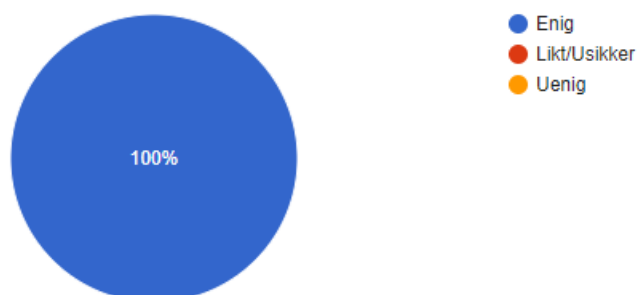
Etter endt arbeidsdag føler jeg meg mindre sliten ved bruk av fjernstyrt anleggsmaskin sammenlignet med vanlig maskin

5 svar



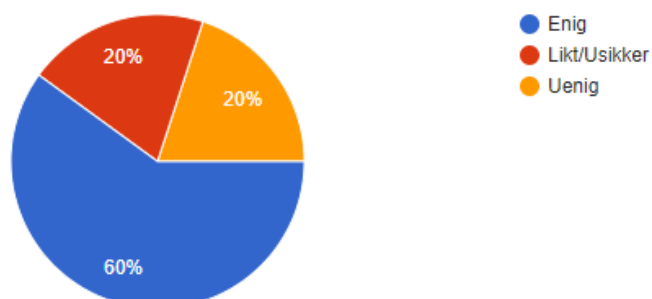
Jeg merker på kroppen at det er mindre vibrasjoner og støy ved bruk av fjernstyrte anleggsmaskiner kontra vanlige maskiner

5 svar



En bør bruke fjernstyrte maskiner på jobber der en utsettes for mye risting og vibrasjoner for å spare helsa til maskinføreren

5 svar

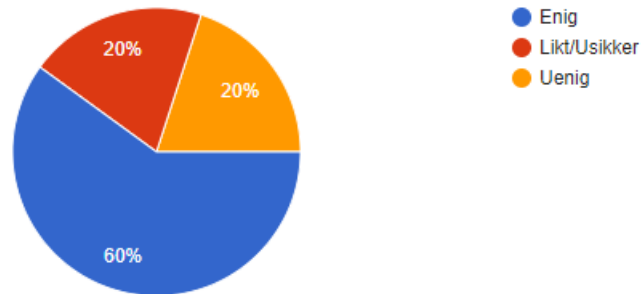


Figur 13 Statistikk hentet fra spørreundersøkelsen. Spørsmålet står øverst, under antall svar som er gjort og kakediagrammet er prosentandelen av hva som er svart.

Etter lengre tidsbruk (Mer enn en uke) merker jeg at det er mindre belastende for kroppen å kjøre fjernstyrt



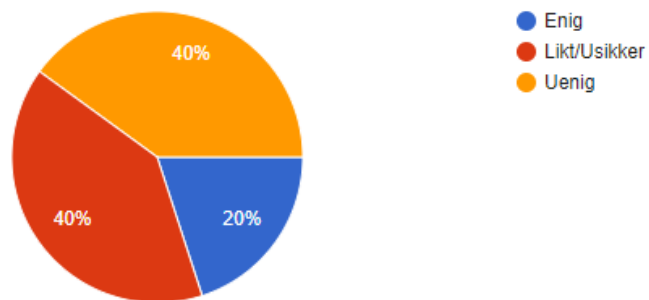
5 svar



Jeg sitter mer anspent når jeg kjører fjernstyrt enn når jeg kjører vanlige maskiner



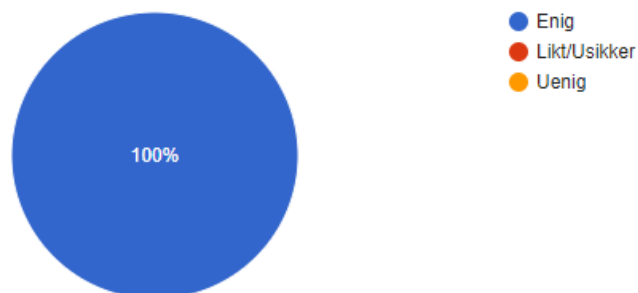
5 svar



Jeg merker at jeg blir mer sliten i hodet av å se mye på skjerm ved bruk av fjernstyring



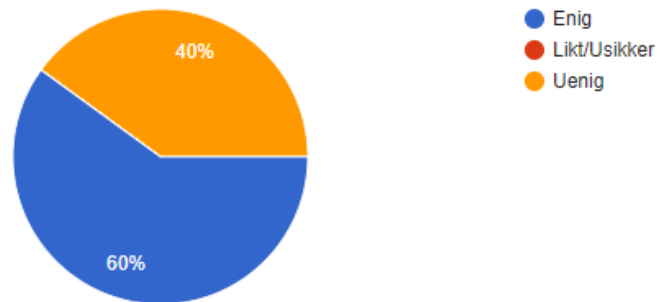
5 svar



Figur 14 Statistikk hentet fra spørreundersøkelsen. Spørsmålet står øverst, under står det antall svar som er gjort og kakediagrammet er prosentandelen av hva som er svart.

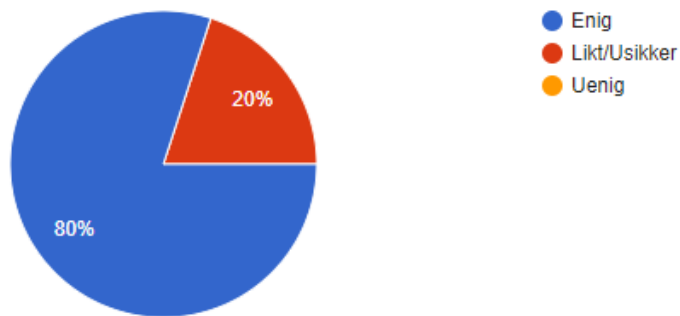
Jeg jobber mindre effektivt ved bruk av fjernstyrt anleggsmaskin.

5 svar



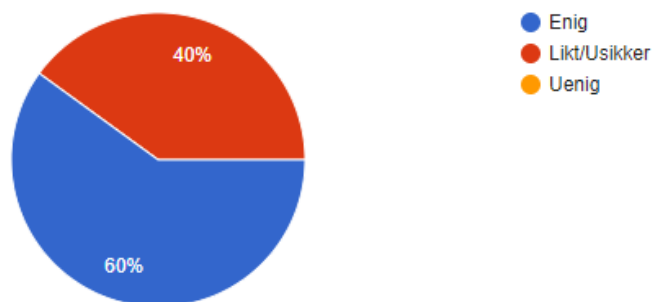
De ergonomiske forholdene er bedre i fjernstyringsbrakka enn i førerhytta

5 svar



Jeg har dårligere oversikt over blindsoner med fjernstyrte maskiner

5 svar

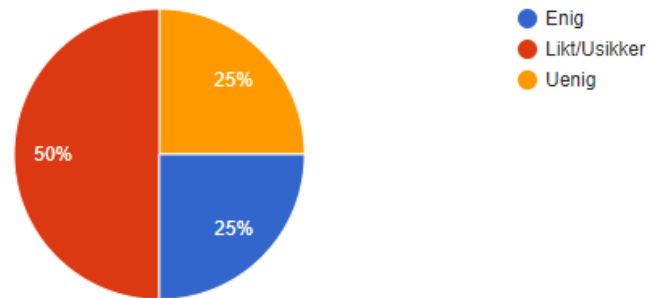


Figur 15 Statistikk hentet fra spørreundersøkelsen. Spørsmålet står øverst, under antall svar som er gjort og kakediagrammet er prosentandelen av hva som er svart.

Det har skjedd at jeg har blitt desorientert når jeg kjører fjernstyrt, da jeg ikke merker bevegelse fra maskinen.



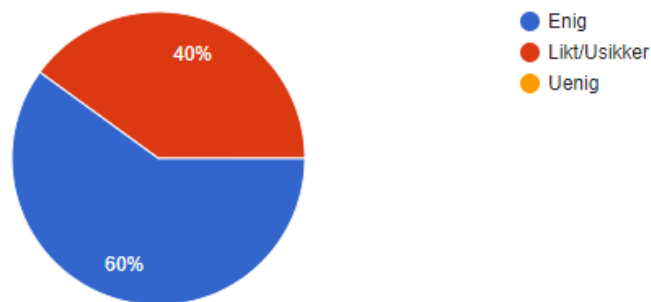
4 svar



Jeg synes det er mindre misforståelser når vi kan sitte i brakka og kommuniserer mot at vi sitter i kjøretøy og kommuniserer over samband.



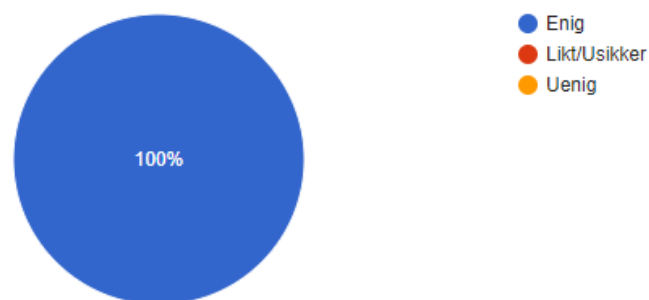
5 svar



Jeg blir mer sliten i øynene av å sitte framfor en tv-skjerm å arbeide



5 svar

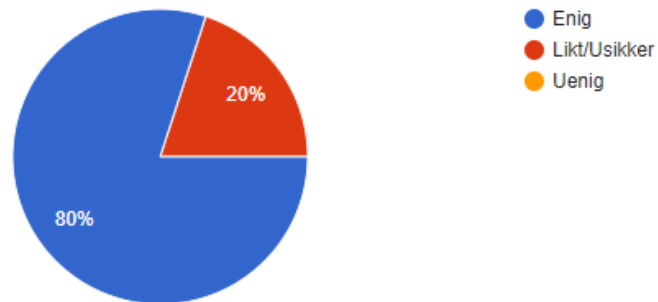


Figur 16 Statistikk hentet fra spørreundersøkelsen. Spørsmålet står øverst, under antall svar som er gjort og kakediagrammet er prosentandelen av hva som er svart.

Jeg synes det er artig å arbeide med fjernstyrte anleggsmaskiner



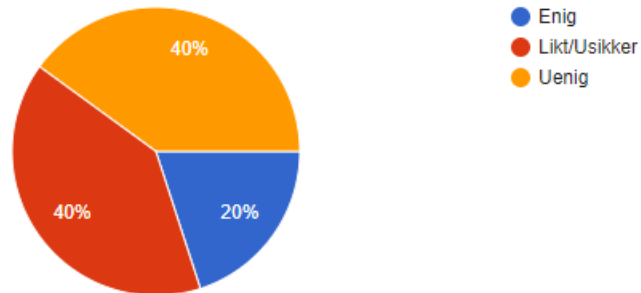
5 svar



Jeg er teknisk/IT interessert.



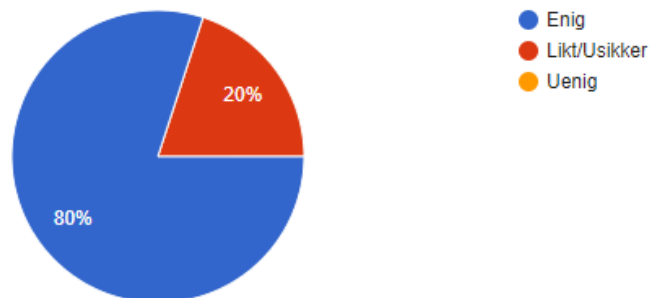
5 svar



Yngre maskinførere lærer seg lettere å kjøre fjernstyrt



5 svar

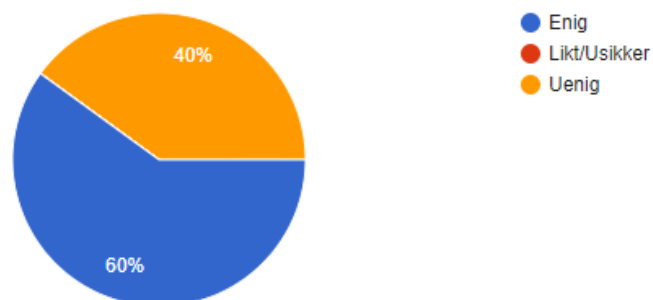


Figur 17 Statistikk hentet fra spørreundersøkelsen. Spørsmålet står øverst, under står det antall svar som er gjort og kakediagrammet er prosentandelen av hva som er svart.



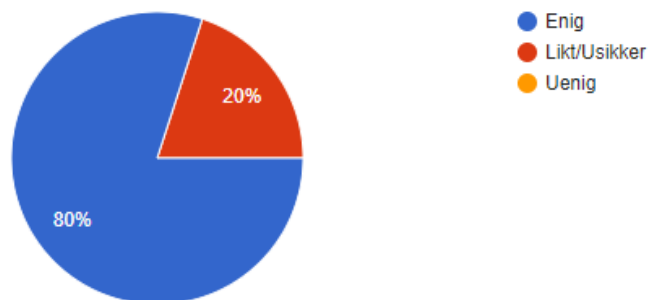
En bør ha erfaring fra vanlige maskiner før en begynner å kjøre fjernstyrt

5 svar



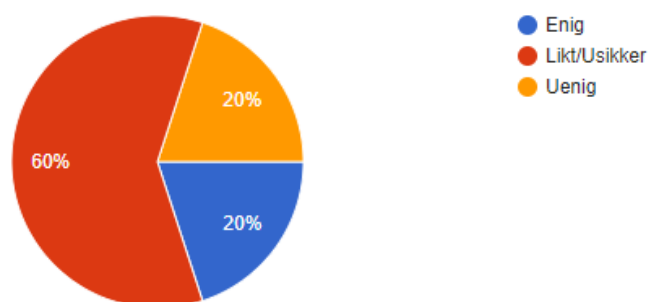
Jeg tror maskinene blir utsatt for mer slitasje og belastning når de kjøres fjernstyrt

5 svar



Jeg trives bedre når jeg kjører fjernstyrte enn vanlige maskiner

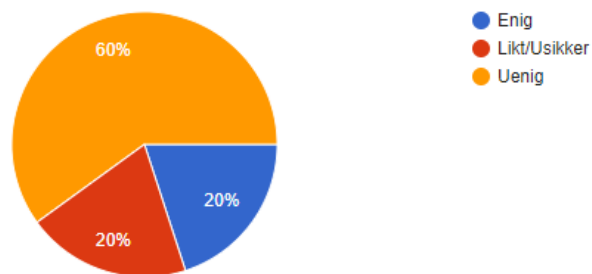
5 svar



Figur 18 Statistikk hentet fra spørreundersøkelsen. Spørsmålet står øverst, under antall svar som er gjort og kakediagrammet er prosentandelen av hva som er svart.

Jeg har vært involvert i uønskede hendelser som kunne ha vært unngått hvis det hadde blitt benyttet fjernstyrte maskiner

5 svar



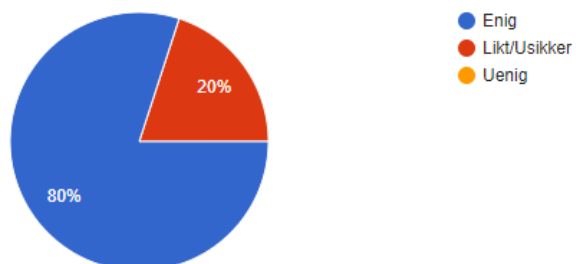
Hvis "Enig" på forrige spørsmål. Kan du utdype arbeidssituasjon?

1 svar

Større risiko og være fysisk i nærheten av maskin. En og sitte i brakke.

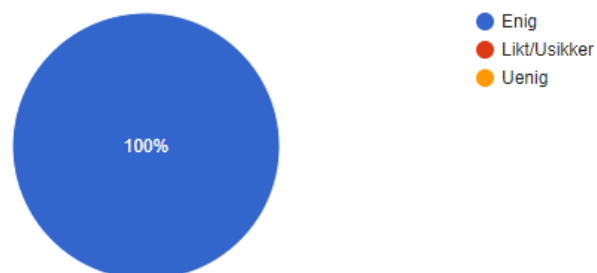
Jeg synes fjernstyrte anleggsmaskiner bør benyttes i større grad enn det blir gjort nå.

5 svar



Jeg tror at det kan være aktuelt og ha fjernstyrte maskiner i beredskap, som en del av driftskontrakten på enkelte ras/skredutsatte veier.

5 svar

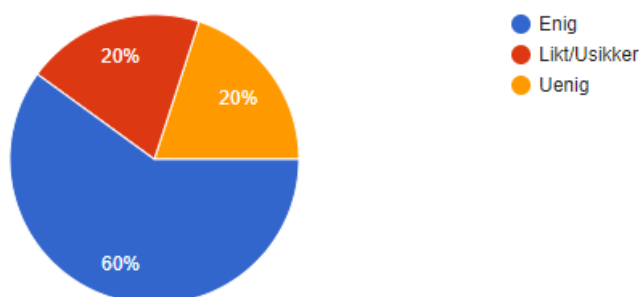


Figur 19 Statistikk hentet fra spørreundersøkelsen. Spørsmålet står øverst, under antall svar som er gjort og kakediagrammet er prosentandelen av hva som er svart.

### Oppkobling og igangkjøring av en fjernstyrt maskin er enkelt



5 svar



Nevn en eller flere arbeidsoppgaver du i dag kjører med vanlig maskin, men som like gjerne kunne være utført like bra ved bruk av fjernstyring

4 svar

Masse flytting. Div bruk av dyrkningskuffe. Skaving av matjord.

Ved kjøring av masser

Pugging av fjell, tipparbeid med do er.

Nei

Er det noen utfordringer ved bruk av fjernstyrt maskin du ønsker å informere om?

4 svar

I starten er det utfordrende og lese terreng, men det er en trenings sak.

Nei

Lære og lese terreng, internetthforhold, bilder

Mangel av dybdesyn/terreng form

Figur 20 Statistikk hentet fra spørreundersøkelsen. Spørsmålet står øverst, under antall svar som er gjort og kakediagrammet er prosentandelen av hva som er svart. De siste er et spørsmål der operatørene har kommentert svar med egne ord.

Hvordan tror du framtida ser ut for fjernstyrte maskiner?

4 svar

Håper på en oppgang der. Slik at det blir brukt mere.

At det blir mere arbeid å gjøre

Tror det er en del bruk for fjernstyrt.

Usikker

Figur 21 Spørsmål fra oss til maskinførerne, med kommentarene som er kommet inn nederst

## 4.2 Helse

### 4.2.1 Ergonomi

Det er en generell oppfattelse at ergonomien er noe bedre i kommandosentralen enn den er i en konvensjonell maskinhytte. I vedlegg 7.1.1 Sak 2 ser en at anleggsleders oppfattelse på Hjerkinnsprosjektet, var at ergonomien var bedre i kommandosentralen enn i den konvensjonelle førerhytta. I kommandosentralen unngikk en risting og vibrasjoner, dermed trodde han at mye av de typiske ergonomipåkjennelsene på nakke og rygg ble redusert. Den store plassen en hadde i kommandosentralen var også noe anleggsleder mente var bra for arbeidsmiljøet.

I samme sak (Vedlegg 7.1.1 Sak 2) sa anleggsleder at det å operere en anleggsmaskin via TV-skjerm ikke hadde blitt tatt opp som noe problem, men han påpekte at det heller ikke hadde blitt diskutert. Dersom en ser på spørreundersøkelsen i kapittel 4.1, kan en derimot se at 100% svarte at de ble sliten i hodet grunnet mye skjermtitting.

I intervjuet med Håvard Thoresen, driftsleder og tidligere fører på fjernstyrte maskiner, kom det også fram at fjernstyring hadde positive sider når en ser på ergonomi (Vedlegg 7.1.4 Sak 10). Håvard mente at en slapp unna nakke- og ryggplagene en fikk pga. risting og vibrasjoner i en konvensjonell anleggsmaskin. Han trodde at det er flere arbeidsoppgaver der en kan spare operatøren for slik slitasje dersom en heller kjører fjernstyrt. Dumperkjøring ble dratt frem

som et eksempel, da produktiviteten ikke ble mindre ved bruk av fjernstyring, samtidig som operatørene slapp unna mye risting og vibrasjoner.

Håvard mente at en kunne bli sliten i hodet ved bruk av fjernstyringsteknologien. Dette var fordi en satt fremfor en skjerm hele dagen, og han hadde bemerket seg at noen operatører tålte dette bedre enn andre. Han poengterte imidlertid at bildeoppløsning og kameraer har etter hvert redusert dette problemet slik at det ikke er like merkbart som det var i starten (Vedlegg 7.1.4, sak 10).

I intervjuet med Norsk Stein som driver steinuttak, ble det tatt opp hva de tenker om ergonomi (Vedlegg 7.1.6, sak 3). De vurderte å investere i fullautonome tipptrucker på sitt anlegg, for å redusere ergonomiproblemer. Under opplasting kan det bli store påkjenninger på tipptrucken, spesielt i det hjullasteren tømmer den første skuffen opp i lasteplanet på tipptrucken. Planet er da tomt, og det blir risting og vibrasjoner i maskina når steinen treffer lasteplanet. Det hendte også at hjullasterføreren berørte selve lasteplanet på trucken, noe som også medførte ekstra risting i førerhytta. De mente da at om de kunne trekke operatøren ut av kjøretøyet, så var dette en bedre løsning da de unngikk disse påkjenningene.

I intervjuet med Lars Tronsmoen påpekte han at arbeid der en utsettes for mye risting og vibrasjoner bør gjøres fjernstyrt (Vedlegg 7.1.9, sak 2). For eksempel pigging av fjell. Norsk Stein vurderte også å bygge om borerigger til å kunne opereres fjernstyrt. De påpekte at i tillegg til de ergonomiske fordelene det innebar, ga det en helsegevinst i at maskinførerne slapp å eksponeres for svevestøv (Vedlegg 7.1.6, sak 7).

## **4.2.2 Universell utforming**

Vi har vært og sett på kommandosentralene til Steer under arbeidet med studiet. De var funksjonelle for de oppgaver de var laget for, men det ble også bemerket at med små justeringer kunne en oppnå en høyere grad av universell utforming. Ved å ha en rampeløsning samt øke bredden på døra inn i kommandosentralen, kan personer med nedsatt motorikk i beina ta seg inn på lik linje som funksjonsfriske. Under befaringen ble det også notert at kommandosentralen er innrettet med god plass innvendig, slik at eventuelle rullestolbrukere kan komme seg bort til førerstolene. Med minimale tilpasninger av kommandosentralen, kan funksjonsnedsatte operere anleggsmaskiner fra denne.

Innen anleggsbransjen finnes det flere eksempler på bedrifter som har bygget om maskiner, slik at de kan betjenes av funksjonsnedsatte. Eksempelvis med at alle funksjoner kan betjenes med kun en funksjonsfrisk arm (Daler, 2019).

Lars Tronsmoen fortalte i intervjuet at Romarheim AS vurderte å anskaffe fjernstyring til ei gravemaskin utstyrt med pigghammer som de brukte ved grovknuseren. Her ønsket de å ansette en person med en funksjonsnedsettelse som gjorde at vedkommende ikke var i stand til å operere konvensjonelle maskiner. Romarheim AS hadde generelt et inntrykk av at det var flere som var interesserte i å kjøre anleggsmaskiner, men som var hindret av en funksjonsnedsettelser. Fjernstyrte løsninger vil være et middel for å inkludere denne gruppen i maskinførerfaget (Vedlegg 7.1.9, sak 2).

## **4.3 Fremtidige bruksområder og sikkerhet**

### **4.3.1 Fjernstyrte anleggsmaskiner - Ras, skred og ispropper**

Ras og skred som høyrisiko i anleggsbransjen var en gjenganger i intervjuene. Martin Reiten er anleggsleder i Gjermundshaug, og har vært med på flere jobber hvor det har blitt benyttet fjernstyrte maskiner. Han så for seg at fjernstyringsteknologien kunne bli brukt i områder der det var fare for ras/skred (Se vedlegg 7.1.1 sak 11.) I tillegg mente han at det godt kunne bli brukt i følgende arbeidsoperasjoner: Der det er fare for eksplosiver, i nærheten av vassdrag og ved flom og fjerning av ispropper i elveløp. Martin mente at selv om maskina var fjernstyrt, måtte risikoen for tap av maskina tas med i risikovurderingen.

Håvard Thoresen ble intervjuet spurt om hvilke kontrakter det var hensiktsmessig å benytte fjernstyrte maskiner i framtiden (Vedlegg 7.1.4, sak 9). Han mente at fjernstyringsteknologien kunne benyttes på alle kontrakter der sikkerheten til maskinoperatøren ble utfordret. Dette begrunnet han med at operatøren ble tatt ut av det risikofylte området ved bruk av fjernstyring. Håvard mente at rydding av snøskred/steinskred burde blitt gjort fjernstyrt, slik at operatøren ble tatt ut av området pga. risikoen for nye skred.

I intervjuet med NVE, var Øystein Menes representant som leder for NVE anlegg. Han så blant annet for seg at en kunne bruke fjernstyringsteknologien ved sikring av skred og i leteaksjoner (Vedlegg 7.1.5 Sak 5/7). Ved snøskred kunne han se for seg at teknologien kunne

bli brukt til leteaksjoner etter biler, eller annet som var begravd. Han så for seg at dette kunne gjøres fjernstyrt, da det ofte fortsatt er skredrisiko i et område etter at et skred har gått.

Menes mente også at arbeidsoperasjoner i elver kunne være aktuelt for fjernstyrte anleggsmaskiner. Han påpekte at hvis en må ut i elva med ei gravemaskin, er det en risiko for at gravemaskina blir undergravd. Ved fjernstyring unngår maskinoperatøren risikoen dette medfører (Vedlegg 7.1.5 Sak 7).

På det tidspunktet intervjuet med NVE fant sted, var kvikkleireskredet i Gjerdrum et dagsaktuelt tema. Menes ble derfor spurt om det kunne være aktuelt med fjernstyrte anleggsmaskiner under opprydningsarbeidet etter kvikkleireskred. Han mente at generelt vil skredkanten etter kvikkleireskred ofte være bratte, som også kan medføre en fare for at det kan skli ut mer masse. I slike tilfeller mente han det kunne være aktuelt å bruke fjernstyrte gravemaskiner for å ta ned slike kanter. (Vedlegg 7.1.5 Sak 10).

John Roger Sørvang er byggeleder på driftskontrakten for riks- og fylkesveinettet i Lofoten. Ifølge Sørvang finner en Norges mest skredutsatte vei på denne kontrakten (Vedlegg 7.1.7, Sak 1). Det er fylkesvei 805, også kjent som Myrlandsveien. Påstanden begrunnes med at den både er utsatt for steinskred, steinsprang og snøskred. Driftsentreprenøren må daglig kjøre over veistrekningen for å se etter stein som har falt ned i veibanen.



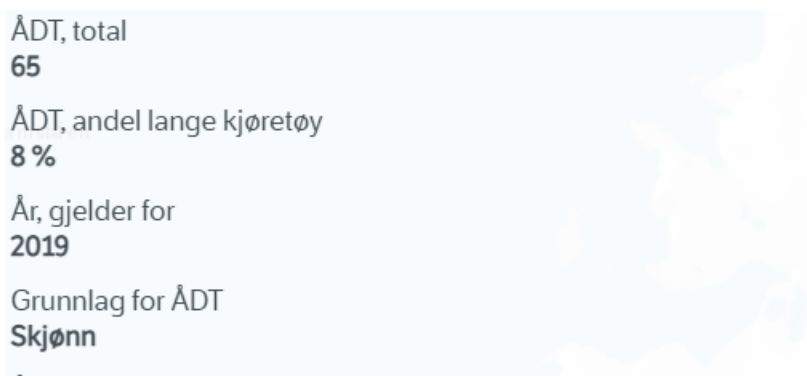
*Figur 22 Bilde av et ras på Myrlandsveien. Dette er veien representanten i Statens Vegvesen Lofoten snakket om i intervjuet (Ragnhild Lie, 2017).*

Sørvang fortalte at på de mest snørike vintrene, kan en forvente et sted mellom 70 og 90 skred over veibanen (Vedlegg 7.1.7, Sak 1). Veien rammes også med jevne mellomrom av større

steinskred. Etter at et skred har gått er det alltid en fare for at det kan komme mindre skred og steinsprang i ettertid. Grunnet dette innførte de en regel om at massene skal ligge i ro i 24 timer, dersom sidekanten på steinene var større enn 0,5 meter (Vedlegg 7.1.7, Sak 4). Sørvang fortalte at det har skjedd at stein har kommet ned i veibanen mens opprydningsarbeidet pågikk. Driftsentreprenøren har utplassert en person i et kjøretøy utstyrt med samband, som et tiltak for å unngå skade på personell under opprydningen. Hensikten er at personen skal visuelt observere om han ser noen forandringer i fjellet. Ser han at det er steinsprang på veg mot arbeiderne, varsler han slik at mannskapet har mulighet til å komme seg til bilen og vekk fra området (Vedlegg 7.1.7, Sak 1).



Figur 23, Steinskred over FV805 November 2017 (Trygstad og Juell, 2017).



Figur 24 Informasjon om fylkesvei 805 hentet fra Vegkart (Vegvesen, 2021)



Myrandsvegen har en ÅDT. på 65 passeringer, og utbedringer blir derfor av samfunnsøkonomiske hensyn nedprioriterte. Det er ikke mulig å gjøre veien sikret mot snø og steinskred ved bruk av tradisjonelle sikringstiltak. Den eneste måten å gjøre veien trygg på, er å legge strekningen i tunell, som medfører en betydelig kostnad (Vedlegg 7.1.7, Sak 1). Inntil en eventuell tunell er på plass handler det derfor om å gjøre opprydningsarbeidet tryggest mulig.

Det å fjerne ispropper kan være en risikofylt arbeidsoperasjon. Enkelte ganger er det så risikofylt at en ikke får gjort noe med proppen, selv om infrastrukturen blir rammet og beboere evakuert. Et slikt eksempel hadde en i elva Glomma, ved Hanestad i 2018. Som følge av isproppen ble et større område ovenfor oversvømt. Dette medførte blant annet til at fire gårder ble isolert, og flere personer ble evakuert med helikopter. Det ble ansett som for farlig for mannskapet å åpne isproppen, både med gravemaskin og dynamitt. Heldigvis løsnet isproppen av seg selv før vannivået over isproppen nådde jernbanen og riksveg 3. Hadde det vært ytterligere opphopning av vann over proppen, hadde skadepotensialet økt drastisk. En vurderte evakuering av et større område, som blant annet ville rammet høyskolen i Evenstad. Vannføringen var ifølge sjefsingeniør i NVE, Paul Christen Røhr på ca. 100 kubikkmeter i sekundet (Kessel, 2018).



*Figur 25 Fjerning av ispropper med gravemaskiner innebærer ofte risiko. I dette tilfellet gikk det bra med de involverte, men bildet illustrerer risikoen fjerning av ispropper innebærer. Bildet er ikke ifra overnevnte hendelse. Foto Knut Aune Høseth/NVE (Norges Vassdrag- og energidirektorat, Ingen dato)*

### **4.3.2 Fullautonome anleggsmaskiner**

I intervjuet med Lars ble det spurt om hvilke typer maskiner vi kom til å se bli operert fullautonomt i årene framover. Lars svarte da at en ikke bør tenke på type anleggsmaskiner, men heller tenke type arbeidsoperasjon. Det er de enkle og repeterende arbeidsoperasjonene som er mest aktuelle å benytte fullautonome anleggsmaskiner i første omgang (Vedlegg 7.1.9, sak 3)

Selv om maskinprodusenten holder kortene tett til brystet når gjelder utviklingen av autonome anleggsmaskiner, er det kjent at dette er et satsningsområde de jobber mye med. Den Sørkoreanske maskinprodusenten Doosan har et pågående utviklingsprosjekt, «Concept-X». Der jobbes det blant annet med å utvikle fullautonome gravemaskiner og hjullastere. Ved hjelp av droner som til enhver tid skanner området i 3D, får maskinene inputdata som gjør de i stand til å gjennomføre mer krevende arbeidsoperasjoner. Målet til Doosan er at fullautonome maskiner skal være i salg fra 2025. Doosan har ved flere anledninger åpnet opp for at publikum kan slippe inn å se de fullautonome maskinene i drift. Der har publikum

kunne sett hjullastere, gravemaskiner og dumpere som operer et grustak på egenhånd (Eriksen, 2019) (Doosan, 2021).

### **4.3.3 Ulykker - konvensjonelle anleggsmaskiner**

I snitt er trenden at antall arbeidsskadedødsfall går ned. Av arbeidsskadedødsfall i 2019, skjedde 19 av totalt 29 dødsfall i tilknytning til kjøretøy. Anleggsbransjen hadde totalt ni dødsfall, der åtte av dem var tilknyttet kjøretøy (Arbeidstilsynet, 2020a). At det regnes som tilknyttet kjøretøy kan være alt fra å bli påkjørt av et kjøretøy, trafikkulykke eller velt med anleggsmaskin. I rapporten fra 2019 presiserer ikke arbeidstilsynet nærmere hva som skjedde i de ni hendelsene. I rapporten fra 2020 derimot, spesifiser de hva som skjedde i hver av de åtte tilfellene dette året. Fire av hendelsene involverte kjøretøy, blant annet velt med dumper der maskinføreren omkom (Arbeidstilsynet, 2020a) .

Videre presenteres et utvalg av konkrete dødsulykker knyttet til anleggsmaskiner. Det er ikke gjort noen videre undersøkelse som tar stilling til hvor vidt disse ulykkene kunne vært unngått med fjernstyring. Likevel presenteres ulykkene for å gi et inntrykk i at slike hendelser inntreffer med jevne mellomrom. Ulykkene er hentet fra nettaviser, da arbeidstilsynet ikke publiserer ulykkesrapport fra konkrete hendelser.

#### **4.3.3.1 Snøskred**

Tirsdag 29. mars 2019, ble to maskinførere tatt av snøskred ved Durmålstinden i Sørfold Kommune Norland. Maskinførerne drev med snørydding på veien inn til en kraftstasjon, da de ble tatt av snøskredet. Maskinførerne satt i henholdsvis hjullaster og gravemaskin da skredet kom. Begge kjøretøyene ble funnet ca. 15 meter nedenfor veien de jobbet på (Barbøl, 2019).

#### **4.3.3.2 Jordskred**

I april 2016 ble to gravemaskiner skylt ut på Granvinsvatnet i Hordaland under arbeid på rv. 13. Skredet var 200 meter bredt og gikk etter endt arbeidsdag. Det var derfor ingen personer som ble rammet. Selv om dette ikke var en dødsulykke er den verdt å trekke fram, da byggherren Statens Vegvesen var kjent med rasfaren i området, men at arbeidet likevel ble igangsatt uten videre tiltak. Hendelsen kunne like gjerne ha inntruffet mens det satt personer i gravemaskinene (Norsk Telegrambyrå, 2016).

### **4.3.3.3 Vannrelaterte arbeidsulykke**

Den 15. mai 2019, døde en 61 år gammel mann som følge av at hjullaster han kjørte havnet i Smibelgvatnet. Det var ikke vitner til selve hendelsen, men mannen skal ifølge avisartikkel i NRK, drevet med «skyving av stein». Maskinoperatøren var ansatt hos entreprenøren BetonmastHæhre AS. Hendelsen fikk bred dekning i media da entreprenøren fortsatt leteaksjon for egen regning etter at politiet avsluttet søket. Det var som følge av leteaksjonen entreprenøren satte i gang at mannen ble funnet den 15 august 2019. Mannen ble funnet 20 meter nedenfor hjullasteren som lå på dypet (Rønning og Trygstad, 2019).

### **4.3.3.4 Velt av kjøretøy**

Med jevne mellomrom skjer det dødsulykker i forbindelse med anleggsmaskiner som velter. Blant annet døde en 22 år gammel mann den 28. juni 2017 i Klepp i Rogaland. Mannen ble kastet ut av førerhytta og fikk dumperen over seg (Hetland og Kalstad, 2017).

### **4.3.3.5 Arbeid ved sprengstoff**

Høsten 2014 døde tre personer i Geilo som følge av at det hadde kommet dynamitt inn i spylehullet på borstanga på boreriggen. Videre førte dette til at ladningen som var ferdig utlagt gikk av. Samtidig eksploderte 160 kg sprengstoff som lå samlet i en haug på overflaten. Hvorfor boreriggen var inne i området etter at hullene var ferdig ladet er uvisst (Søderholm, 2016).

## **4.4 Miljø**

### **4.4.1 Ytre Miljø**

#### **4.4.1.1 Fjernstyrte maskiner**

Et spørsmål som ble stilt i intervjuet med Martin Reiten var «Slitasje på maskiner, mer eller mindre?» (Vedlegg 7.1.1 sak 3). Han trodde at slitasjen på anleggsmaskiner kanskje var noe høyere ved bruk av fjernstyring, dog var dette på et veldig svakt grunnlag. Det har ikke blitt innhentet kvantitative data på dette, da en ikke har funnet noe under gjennomføringen av studiet.

Håvard fikk samme spørsmålet, men hadde ikke merket noe høyere slitasje på anleggsmaskinene ved bruk av fjernstyring (Se vedlegg 7.1.4 sak 3). Han trodde at dette kunne skyldes erfarne maskinførere som tok godt vare på maskinene sine.

Forsvarsbygg (Byggherre på Hjerkinnsprosjektet) hadde flere ting å si angående ytre miljøpåvirkning ved bruk av fjernstyringsteknologien (Vedlegg 7.1.8 Sak 5). De trodde det var større risiko for å påvirke det ytre miljøet med f.eks. oljelekkasjer, da disse kanskje ikke ble oppdaget like raskt. De presiserte at dette gjaldt små lekkasjer, siden operatøren av anleggsmaskina hadde avlesning av maskinas oljetrykk i kommandosentralen. Ved hjelp av oljetrykksmåler i kommandosentralen ble store lekkasjer avslørt der. De påpekte at i den ti års lange perioden med anleggsdrift på Hjerkinnsprosjektet, hadde ikke bruken av fjernstyring hatt en negativ påvirkning på ytre miljø.

Det er ikke hentet inn data på drivstofforbruket til de fjernstyrte maskinene. I intervjuene varierer inntrykket av effektiviteten til maskinene etter hvem som blir intervjuet. Ifølge forsvarsbygg går effektiviteten noe ned når en bruker fjernstyrte anleggsmaskiner, men driftsleder i Gjermundshaug Håvard Thoresen, mente at dersom en benyttet erfarne maskinførere behøvde ikke effektivitet bli redusert i særlig stor grad. Dersom en tar utgangspunkt i at det er en liten effektivitetsreduksjon, medfører det at det er et økt forbruk ved bruk av fjernstyrte anleggsmaskiner (vedlegg 7.1.8, sak 5) (vedlegg 7.1.4, sak 5).

#### **4.4.1.2 Fullautonome maskiner**

Norsk Stein er en stor aktør som vurderer å investere i fullautonome tipptrucker for sitt steinuttak. I intervjuet ble de spurt om hvilke utfordringer de hadde i forhold til HMS på sitt anlegg (Se vedlegg 7.1.6 sak 4). De mente at ved et miljøperspektiv var det mulig å få ned CO<sub>2</sub> utslippet ved bruk av fullautonome tipptrucker. Ved hjelp av denne teknologien kunne de programmere truckene til å kjøre mer drivstofføkonomisk. Truckene kan da kommunisere slik at de unngår å gi full gass på tur til tippet, men avpasser heller farten slik at de kommer fram når trucken foran er ferdigtippet. Ved å redusere tomgangskjøring reduseres også drivstofforbruket, som igjen fører til lavere CO<sub>2</sub> utslipp. Det ble også spurt om en antagelse på reduserte drivstoffkostnader (Vedlegg 7.1.6 sak 11). De hadde ikke regnet på noe, men påpekte at små prosentandeler utgjorde mye, da forbruket på truckene er høyt.

Lars Tronsmoen fra Steer hadde ikke egne tall å vise til når det kom til drivstofforbruk, men påpekte at tallene en kjenner til fra andre produsenter tilsier at forbruket går ned (Vedlegg

7.1.9, sak 2) Han sa også at nå som Romarheim AS får full-autonome tipptrucker så vil trolig dette medføre mindre dekkslitasje i forhold til de konvensjonelle. Entreprenøren som opererte steinbruddet før Romarheim AS tok over driften, slet ut dekkene sine etter ca. 5000 timer. De brukte tilsvarende tipptrucker og dekk som Romarheim AS, men til sammenligning må Romarheim AS bytte ut dekkene sine etter bare 3000 timer. Det skyldes at målsetningen til Romarheim AS er å flytte flest mulig kubikkmeter stein i timen, ettersom det er det de har betalt for. Sjåførene på tipptruckene kjører derfor så raskt de greier, og tar i mindre grad hensyn til at dette medfører både høyt forbruk på drivstoff og dekkslitasje. Med kommunikasjonen mellom tipptruckene kan en som tidligere påpekt unngå at truckene gir full gass på tur til lasting/tipping. Dette vil medføre mindre dekkslitasje forteller Lars (Vedlegg 7.1.9, sak 2).

#### **4.4.2 Indre miljø**

Forsvarsbygg sin oppfatning var at det var forskjell om folk trivdes å sitte i kommandosentralen eller ikke. De påpekte at det var noen som trivdes godt med å sitte to og to sammen å jobbe. Andre var klare på at det var i førerhytta på anleggsmaskina de egentlig ville sitte. (Vedlegg 7.1.8 Sak 5) Håvard Thoresen påpekte at det kunne bli en del småprat mellom maskinførerne i kommandosentralen. Maskinførerne han hadde jobbet med hadde vært flinke til å avpasse pratingen, slik at det ikke gikk på bekostning av sikkerhet og effektivitet. Likevel mente han at det mulig kan være et problem, dersom en benytter maskinførere som er mindre strukturerte, og lettere lar seg distrahere (Vedlegg 7.1.4, Sak 8).

### **4.5 Beredskapsordning**

En beredskapsordning kan løses på flere måter. Hensikten er at antall tilgjengelige maskiner blir økt, slik at de kan benyttes dersom en hendelse skulle oppstå. Hvem som eier maskinene er derfor ikke så viktig, så lenge de er tilgjengelige og kan rykke ut på kort varsel. En mulig løsning som Steer ser for seg er at en kan ha kontrakt med forskjellige anleggsfirma fordelt utover landet. Etter at kontrakten er i orden, bygges maskina om til at den kan opereres fjernstyrt. Anleggsmaskina kan fortsatt anvendes som en konvensjonell maskin og være i daglig drift som normalt. En bør ha tilgjengelig transport til maskina, slik at den kan flyttes på kort varsel (Vedlegg 7.1.3 Sak 4).

I og med at anleggsmaskinene kan styres over 4G-nettet og senere sannsynligvis over 5G, kan operatøren sitte hvor som helst. En kan eksempelvis ha en nasjonal kommandosentral, hvor en har erfarne maskinførere som kan stille på kort varsel. Det kan være hensiktsmessig å ha denne sentralen i tilknytning til andres nødetater sentral, slik at en lettere kan koordinere arbeidet. I en slik kommandosentral kan en tilrettelegge for at relevante fagpersoner kan oppholde seg. For eksempel kan en da ha med seg en geolog eller geoteknikker, som kan observere og gjøre vurderinger ut fra hva han ser på kameraene montert på anleggsmaskina. En kan også ha flere mobile kommandosentraler i beredskap rundt omkring i landet. Disse kan være styrt av (Vedlegg 7.1.3 Sak 4)(Vedlegg 7.1.4 Sak 13).

I intervjuene med SVV, NVE og Forsvarsbygg, ble de utfordret på hva de tenkte om en eventuell beredskapsordning. De hadde alle tro på at dette var noe som kunne være aktuelt å se nærmere på. Det presiseres at ingen av de intervjuede hadde kjennskap til kostnadene av en slik ordning. Av negative tilbakemeldinger var Forsvarsbygg kritisk til hvordan eierskapet av en slik ordning skulle løses, da det må bli et samarbeid mellom offentlige etater som kan ha bruk for beredskapen. Begge representantene hadde lang erfaring fra jobb i det offentlige, og poengterte at offentlige samarbeidsavtaler av denne typen er vanskeleg å få til. De mente at hvis en slik beredskapsordning skulle være realistisk, burde det være en definert eier av ordningen. Det var naturlig at eierskapet burde ligge hos direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, mente de. (Vedlegg 7.1.5)(Vedlegg 7.1.7)(Vedlegg 7.1.8)

## **4.6 Etikk**

### **4.6.1 Autonome anleggsmaskiner**

Lars Tronsmoen fra Steer ble spurt om de hadde møtt på noen etiske utfordringer, under arbeidet med å utvikle fullautonome anleggsmaskiner. Spørsmålet var i utgangspunktet rettet mot at tipptruckene ikke kunne unngå kollisjon, og dermed fikk et etisk dilemma om hva den skulle kollidere i. Lars hadde ikke møtt på noen utfordringer med dette, men han hadde møtt på et annet dilemma i forbindelse med å utvikle fullautonome anleggsmaskiner (Vedlegg 7.1.9 Sak 2 Etikk).

Lars fortalte at det var blandede følelser å møte operatørene på tipptruckene. Jobben til Lars er jo trossalt å gjøre tipptruckene autonome, så de ikke behøver en operatør lenger. Lars

mente at dette er noe en bør være bevist på, nå som det begynner å komme autonome anleggsmaskiner. I første omgang er det de enkleste og mest repeterende jobbene som kan automatiseres. Det vil si det er jobber som typisk ikke krever en høyere utdanning som blir borte. Slike jobber kan være godt egnet for de som kanskje har falt noe utenfor skolesystem osv. På den andre siden skapes det også jobber med autonome maskiner, med blant annet systemoperatører som skal følge de opp. Problemet er imidlertid at en systemoperatørstilling krever kompetanse, og kanskje også høyere utdanning. Satt på spissen skapes det jobber til resurssterke systemoperatører, på bekostning av operatører som kanskje har kjørt tipptruck/dumper hele livet. På den andre siden kunne Lars fortelle at de så et økt behov for veivedlikehold når det skulle benyttes autonome tipptrucker og dumpere. Høvling, brøyting, salting og strøing er eksempler på nye arbeidsoppgaver som kan bli aktuelle for de tidligere tipptruck/dumperoperatørene (Vedlegg 7.1.9 Sak 2 Etikk).

Norsk Stein påpekte i intervjuet at det alltid er en fare for at tipptruckoperatører sovner, får et illebefinnende eller blir rammet av andre akutte tilfeller som gjør at de ikke er i stand til å operere maskinene. De trodde også at det var større sannsynlighet for at personer sovner ved enkle og repeterende jobber, da arbeidet kan være monotont. Generelt tror Norsk Stein at det er en fordel å kunne eliminere menneskelige feil ved å bruke fullautonome anleggsmaskiner (Vedlegg 7.1.6, sak 3).

Norsk Stein ble også spurt om en autonomisering vil gå på bekostning av jobbene til de ansatte. På dette svarte de at målet var at ingen av sjåførene skulle sies opp, men at de heller ble brukt til alternative jobber. De har erfart at de har potensiale til å spare mye når det kommer til vedlikehold og inspeksjoner av utstyr, da dette vil føre til færre driftsstanser. Omsetningen til Norsk Stein ligger på ca. en mrd.-norske kroner i året, slik at en dag med driftsstans vil utgjøre en betydelig kostnad. Dersom en får gjennomført mer inspeksjoner og vedlikehold medfører det forhåpentligvis at en oppdager slitasje og feil tidligere. Da kan en bytte ut deler før de blir ødelagte, og unngår dermed en driftsstans (Vedlegg 7.1.6, sak 8).

#### **4.6.2 Fjernstyrte anleggsmaskiner**

Lars uttrykket at han var frustrert over å stadig se ulykker, eller nestenulykker med anleggsmaskiner som opererte i risikofylte områder. Det var hardt å se på dette når de sitter med løsningen, som i enkelte hendelser kunne spart liv. Selv om arbeidsgivere er klar over at det finnes fjernstyrte løsninger, sender de mannskapene sine inn i farlige omgivelser. Lars



mente at lederne slapp for billig unna i ulykker der anleggsmaskiner og operatører ble sendt inn i risikofylte områder. Han mente at slike hendelser burde straffes med bøter til de ansvarlige, for når det er snakk om økonomi er det lettere å forsvare å gjennomføre dyrere tiltak. Lars nevner også at det bør stilles krav fra byggherre på at det skal benyttes fjernstyring. Han viser til elgravemaskina som ingen hadde tro på, og svært få hadde planer om å anskaffe seg. Etter det begynte å stilles krav til utslipp i kontraktene, økte interessen for el-gravemaskin i bransjen. På samme måte tror Lars at det bør stille krav til fjernstyring der det er behov for det. Anleggsbransjen er en kostnadsbevisst bransje, og dersom entreprenørene skal stå for regningen ender det ofte med at en tar sjanser. Om det hadde vært krav om fjernstyring i kontrakter der det var hensiktsmessig, hadde ikke entreprenøren trengt å tenke på regningen dette risikotiltaket kostet (Vedlegg 7.1.9 Sak 2 Etikk).

## 4.7 Andre studier

### 4.7.1 Fjernstyring av gravemaskin. Bruk av 2D/3D skjerm, effektivitet og øyestress

Det ble funnet en studie som omhandlet ubehag for øyne og arbeidseffektivitet ved bruk av 2D/3D-skjermer når en kjører fjernstyrte gravemaskiner. I studiet ble det sett på om bruk av 3D-skjermer kunne øke effektiviteten og redusere ubehaget i forhold til 2D-skjermer (Sato *et al.*, 2020). Det ble brukt en vanlig 2D-skjerm i eksperimentet og to typer 3D-skjermer. Den ene skjermen måtte brukes med tilhørende 3D-briller, mens den andre behøvde ikke briller. Det var to testpersoner som deltok i testen. Den ene var erfaren med å kjøre både fjernstyrt gravemaskin og konvensjonell maskin, mens den andre hadde gravemaskinsertifikat, men kjørte ikke maskin daglig.

Studiet ble gjennomført ved hjelp av en kjørepresisjonstest. De de to førerne måtte løfte opp en tønne med gravemaskina å plassere denne på forskjellige merker rundt maskina raskest mulig. Det var slik de målte effektiviteten og presisjonen ved bruk av de forskjellige skjermene, mens de etter hver test også målte hvor mye stress de forskjellige skjermene påførte øynene (Sato *et al.*, 2020).

Etter testing og evaluering kom de frem til at

- 1: Bruk av 2D-skjerme hadde minst presisjon, effektivitet og påførte mye stress for øynene.
- 2: Bruk av 3D-skjerm med briller førte til høy effektivitet og presisjon, men også denne typen skjerm påførte mye stress for øynene.
- 3: Bruk av 3D-skjerm der en ikke trengte briller førte til høy presisjon og lite stress for øyne. Dette alternativet var ikke det beste på effektivitet.

#### **4.7.2 Fjernstyrte anleggs og vei-maskiner i risikofylte miljøer**

En annen studie hadde satt søkelys på bruken av fjernstyrte anleggsmaskiner i farlige omgivelser. Konklusjonen i dette studiet var at montering av utstyr for å kjøre anleggsmaskina fjernstyrt ville øke innkjøpskostnaden av maskina med 30% (Savelyevna, Alexandrovich og Pavlovich, 2014). De mente dog at denne ekstrakostnaden ville bli overskygget av økningen i sikkerhet og komfort for maskinoperatørene. De dro frem at det var gjort flere suksessfulle oppdrag med fjernstyrte anleggsmaskiner. Et av eksemplene som ble dratt fram her var følgende:

*in 2010 Brodrene Gjermundshaug Anlegg AS. was busy reclaiming the territory of a former military firing range on the territory of the actual Dovre National Park (Norway). The hazard consisted in the occurrence of many unexploded shells in the ground (Savelyevna, Alexandrovich og Pavlovich, 2014).*

#### **4.7.3 Energiforbruk, fullautonome mot operatørstyrte dumpere**

Det ble funnet et studie på differanse i energiforbruk ved bruk av fullautonome i forhold til operatørstyrt dumper (Kartashov *et al.*, 2020). Den fullautonome dumperen ble programmert til å kjøre mest mulig energieffektivt på ruten sin, samtidig som den kjørte på en trygg måte. Den konvensjonelle dumperen ble styrt av en erfaren operatør, langs samme rute som den fullautonome dumperen. Dumperne kjørte en avstand tur/retur på ca. 12 kilometer fra opplastingsområde til tippområde. Det ble funnet ut at den operatørstyrte dumperen brukte 154,5MJ fra opplasting til tippområde, og 79,3MJ tilbake. Den Autonome dumperen brukte på tilsvarende strekninger 150,1MJ og 76MJ. Dette tilsvarer en total differanse på 7,7MJ, altså en reduksjon på 3,4% i bruk av energi når en benyttet den fullautonome dumperen (Kartashov *et al.*, 2020). Grunne til at energiforbruket ble angitt i MJ, var at dumperne var elektriske.

# 5 Diskusjon

Problemstillingen i denne oppgaven var som følger:

*Hvilke innvirkninger knyttet til helse, miljø og sikkerhet kan fjernstyrte/autonome anleggsmaskiner ha, i forhold til manuelt opererte anleggsmaskiner?*

## 5.1 Helse

### 5.1.1 Ergonomi

Ut fra resultatene som er funnet kan en se at Norsk Stein bruker ergonomi som et argument for at de vurderer å investere i fullautonome tipptrucker. Dette slik at operatøren slipper belastning med vibrasjoner og risting under blant annet lasting. Ved bruk av fjernstyrte tipptrucker/dumpere gjelder det samme da maskina også da er ubemannet.

I spørreundersøkelsen i kapittel 4.1, kan en se at 80% av operatørene synes de ergonomiske forholdene i kommandosentralen er bedre enn de er i førerhytta på anleggsmaskina. 100% av operatørene svarte også at de merket på kroppen at det var mindre vibrasjoner og støy når de opererte fjernstyrte kontra konvensjonelle anleggsmaskiner.

På den andre siden er det også ergonomiske ulemper med å jobbe fjernstyrt. I spørreundersøkelsen (Kapittel 4.1) var 100% enige i at de ble mer slitne i hodet av å sitte å se på en skjerm ved bruk av fjernstyring. De arbeidsoperasjonene som det er størst behov for å benytte fjernstyrte anleggsmaskiner vil ofte være krevende, og en bør ha maskinførere som er opplagte og fungerer best mulig. Det at en blir ukonsentrert og mentalt sliten, er ikke sikkert at maskinføreren oppdager selv der og da. Hvis en arbeider med denne typen jobber vil det kanskje lønne seg at det legges opp til at maskinoperatørene får ekstra pauser fra skjermen, eller andre tiltak, for å opprettholde konsentrasjonsnivået.

Bruk av 3D skjermer kan være en mulig løsning for å lette stresset på øynene når operatørene ser på skjermer ved bruk av fjernstyring. I et av studiene som ble funnet, ble det konkludert

med at det ble mindre øyeirritasjon ved bruk av 3D-skjermer (Se kapittel 4.7.1.). I tillegg til dette økte også presisjonen til operatørene når de fjernstyrte gravemaskina med 3D-skjermer. I dag bruker Gjermundshaug 2D-skjermer når de kjører fjernstyrt, så det kunne vært interessant å prøve om bruk av 3D-skjermer hadde minsket problemet med å bli sliten i hodet og øyne. En annen ting som kunne vært eksperimentert videre med er bruk av pc-briller for å minske øyeirritasjon når en ser lenge på skjerm.

Gjentakende og repeterende arbeidsoperasjoner med lite variasjon kan ofte føre til belastningskader i rygg og nakke. Denne typen arbeidsoperasjoner er imidlertid av de som er enklest å erstatte med fullautonome anleggsmaskiner. En del av arbeidsoppgavene på lukkede anlegg, som f.eks. i fjelltak, gruver og lignende, er gjentakende arbeid som kan utføres av fullautonome anleggsmaskiner. Samtidig som en fjerner belastende gjentakende arbeidsoppgaver fra operatørene, vil det også være en effektiviseringsgevinst.

### **5.1.2 Universell utforming**

En bør etterstrebe det å tilpasse anleggsmaskiner, slik at en ikke ekskluderer personer med nedsatte bevegelsesevner i å være anleggsmaskinførere. Riktignok finnes det begrensinger på hvilke funksjonsnedsettelse som er mulig å gjøre tilpasninger til, men i noen tilfeller kan funksjonsnedsatte operere anleggsmaskiner på lik linje som funksjonsfriske.

I flere tilfeller er det ikke mulig, eller i beste fall svært vanskelig, for funksjonsnedsatte å operere konvensjonelle anleggsmaskiner. En kommandosentral kan imidlertid enkelt tilrettelegges slik at den kan betjenes av personer med nedsatt motorikk i beina. Det finnes eksempler på anleggsmaskiner som er tilpasset f.eks. rullestolbrukere, men det er mindre utfordrende å ta seg inn i en kommandosentral, enn opp i førerhytta. Arbeidsområdet rundt en anleggsmaskin er ofte bestående av ulendt terreng, men ved bruk av en kommandosentral og fjernstyring, slipper rullestolbrukeren å tenke på hvor de skal parkere maskina.

I konvensjonelle anleggsmaskiner er kjernemuskulaturen hele tiden nødt til å kompensere for at maskina er i bevegelse. Dersom en har nedsatt kjernemuskulatur kan det å kompensere for denne bevegelsen være belastende. Denne problemstillingen unngås om en sitter i en kommandosentral som ikke er i bevegelse. Det er ikke avdekket noen faktorer som er i veien for at en kommandosentral skal ha en lavere grad av universell utforming enn f.eks. et kontor.

En maskinførere som i løpet av karrieren får en funksjonsnedsettelse som eksempelvis redusert motorikk i beina, kan få det vanskelig å operere konvensjonelle anleggsmaskiner. Ut fra spørreundersøkelsen med maskinførerne og intervjuet med Håvard Thoresen (Vedlegg 7.1.4), kom det fram at det var en fordel at førere av fjernstyrte anleggsmaskiner hadde erfaring fra konvensjonelle anleggsmaskiner. I tilfeller der maskinførere har fått en funksjonsnedsettelse som medfører at de må omskoleres, kan omskolering til å operere fjernstyrte anleggsmaskiner være et godt alternativ. Da får en erfarne maskinførere som ikke lengre kan bruke erfaringene sine til å operere fjernstyrte anleggsmaskiner.

I andre tilfeller kan det være at kommandosentralen er et dårligere alternativ enn konvensjonelle maskiner for funksjonsnedsatte. Dersom en har en funksjonsnedsettelse som gjør at en sliter med å orientere seg, kan det hende at det blir krevende for personen å operere anleggsmaskina fra kommandosentralen ettersom all informasjon kommer via skjermer. Det at en slipper å kompensere for at maskina er i bevegelse kan også gjøre at den daglige muskeltreningen som en automatisk får i ei førerhytte blir borte.

For en funksjonsfrisk er kanskje en kombinasjon av arbeid i en kommandosentral og i ei førerhytte være det som er mest optimalt med tanke på helse.

## **5.2 Fremtidige bruksområder for økt sikkerhet**

Et av delspørsmålene i oppgaven var «Hva kan de fremtidige bruksområdene for fjernstyrte maskiner være?». Her er resultatene som er funnet hovedsakelig basert på intervju med forskjellige personer som er involvert i anleggsbransjen.

Det fremtidige bruksområdet som ble hyppigst nevnt, var arbeidet med opprydning etter ras og skred i utsatte områder. Mange av de som ble intervjuet så for seg at fjernstyringsteknologien kunne brukes for å rydde skred/ras i farlige områder, der risikoen var for stor til å sende inn konvensjonelle anleggsmaskiner. Et eksempel på dette kom fram i intervjuet med Jon Roger Sørvang fra Statens Vegvesen – Lofoten (Vedlegg 7.1.7). FV 805 Myrlandsvegen har store utfordringer med ras/skred. Etter at det hadde gått et større skred, måtte steinmassene ligge i ro i minst 24 timer før en kunne starte med oppryddingsarbeidet. Jon Roger Sørvang fortalte i intervjuet at de fastboende var løsningsorienterte, og det hadde

skjedd flere ganger at de satt i gang oppryddingen på eget initiativ (Vedlegg 7.1.7). Dersom det skulle komme nye steinsprang eller skred mens de fastboende ryddet, er det ikke sikkert at nødetatene hadde hatt mulighet til å komme ut grunnet risikoen i området.

Om en hadde hatt fjernstyrte maskiner som en del av driftskontrakten på FV805, kunne det redusert risikoen under opprydningsarbeidene etter skred. Opprydningen kunne også blitt gjennomført tidligere, slik at ikke innbyggerne begynner å rydde opp selv. Dersom en klarer å korte ned stengetiden, vil en også kunne redusere de samfunnsøkonomiske kostnadene.

Ved å sende inn fjernstyrte maskiner i risikofylte områder, er det viktig at den materielle kostnaden ved tap av maskin veies opp mot de samfunnsøkonomiske kostnadene. Selv om en maskin er fjernstyrt, er det fortsatt en risiko for tap av maskin når den går inn i et rasområde.

Som nevnt tidligere i underkapittel 3.2.2.1 er FV805 eneste veien inn til Myrland. Ved en stengt vei vil luftveien med helikopter være det eneste alternativet for å komme seg inn til bygda. De større skredene kommer ofte i forbindelse med dårlig vær og mye nedbør. Da kan det skje at forholdene er for dårlig til at en kan sende inn helikopter til Myrland, og bygda er i praksis fullstendig isolert dersom det skulle oppstå en akuttsituasjon. Ved bruk av en fjernstyrt hjullaster hadde det vært mulig å rydde seg vei inn til Myrland om det skulle bli isolert pga. uvær og ras. Da kan eksempelvis hjullasteren også kjøre inn proviant til befolkningen uten å sette personer i fare.

Representanten fra NVE nevnte at fjernstyringsteknologien generelt kunne benyttes til å rydde snøskred der det hastet med å få ut personer eller biler som var i skredet (Vedlegg 7.1.5 sak7). Da kunne en sendt inn maskiner med en gang, uten å være redd for at flere skal bli tatt av eventuelle nye skred som går over veien. I situasjoner der en bil kan være tatt av et snøskred er det viktig å handle raskt, og en må gjerne inn i område før området er klarert for nye ras.

Dårlige værforhold og fare for nye skred kan medføre at en avventer å sette i gang med oppryddingsarbeid til været har stabilisert seg. Dersom en har en hjullaster tilgjengelig som kan opereres fjernstyrt, kan en starte opp opprydningsarbeidet umiddelbart. En behøver da ikke ta hensyn til risikoen med å miste et menneskeliv, men må derimot ta med den mulige materielle kostnaden for eventuelt tap av maskin. Å bruke en fjernstyrt anleggsmaskin til dette forutsetter at en har kontroll på at maskina kan komme seg inn til skredområdet, og operere uten at det er fare for tredje-personer i området.

Et annet scenario som også gikk igjen som et fremtidig bruksområde var fjerning av ispropper. Dette er en risikofylt oppgave for operatøren av maskina, men det er et oppdrag som ofte kan få fatale konsekvenser om det ikke blir gjort. Det å bevege seg på is med tunge anleggsmaskiner innebærer alltid en risiko. Når det er snakk om ispropper blir risikoen ytterligere økt, da en i tillegg har risikoen for at proppen skal gi etter. Det kan skje at tilleggsbelastningen av gravemaskinen er nok til vanntrykket på oversiden av proppen blir så stor at isproppen gir etter. Det er også tenkelig at vannet graver ut kanaler i isproppen før hele proppen løses ut. Dersom en da oppholder seg på proppen er faren for at maskina skal velte stor. Ved en eventuelt velt under et slik scenario kommer også faren for drukning.

Ved fjerning av ispropper bør en veie opp risikoen for at ei fjernstyrt maskin kan gå tapt, opp mot skadene som isproppen mulig kan påføre infrastruktur, bebyggelse osv. I noen tilfeller kan det hende at det er verdt å forsøke å fjerne isproppen med ei fjernstyrt maskin, selv om en vet at faren for at gravemaskina skades er stor. I andre tilfeller kan det hende at en bør la være, fordi skadene som isproppen vurderes til mindre enn risikoen for at gravemaskinen skades. Til tross for at en fortsatt har risikoen for at gravemaskina kan gå tapt, kan en tillate seg betydelig mye mer risiko enn om en hadde sittet i førerhytta på maskina.

Under kapittelet 4.3.3 Ulykker - konvensjonelle anleggsmaskiner, ble det presentert et utvalg av dødsulykker knyttet til forskjellige arbeidsoperasjoner med anleggsmaskiner. Det er enkelt å påstå i ettertid at det ikke hadde gått liv dersom det hadde blitt benyttet fjernstyring. En bør isteden se nærmere på om en i planleggingen av arbeidsoperasjonen kunne ha oppdaget at her burde en benyttet fjernstyring. På den andre siden vil det alltid skje ulykker, og det er ikke hensiktsmessig å benytte fjernstyring i alle typer arbeidsoperasjoner. Enkelte ganger kan en rekke uheldige omstendigheter føre til en dødsulykke, selv om planleggingen og risikovurderingen var gjort etter boka.

Ulykker som i kapittel 4.3.3 skjer årlig, og i alle typer arbeidsoperasjoner. Hadde det vært slik at det var en bestemt arbeidsoperasjon som gikk igjen blant dødsulykkene, kunne en ha vurdert nærmere om det burde ha vært krav om bruk fjernstyring i den spesifikke arbeidsoperasjonen, men slik er det ikke. Det er ingen bestemte arbeidsoperasjoner som troner på topp over dødsstatistikken. En bør heller vektlegge og informere bransjen, både byggherrer og utførende, om at teknologien finnes. Etter samtaler med folk i bransjen i forbindelse med denne studien, er inntrykket at det er liten kjennskap til at teknologien eksisterer. Her må det arbeides med å finne ut hvordan en kan nå fram med informasjon til bransjen.

Oppsummert er resultatene tydelig på at det er spesielt i risikofylte operasjoner fjernstyringsteknologien blir dratt fram som bedre alternativ enn konvensjonelle anleggsmaskiner. Risikofylte arbeidsoperasjoner er eksempelvis rydding av ras/skred, fjerning av ispropper, og andre arbeidsoppgaver der det er en risiko for operatøren av anleggsmaskina.

## 5.3 Miljø

### 5.3.1 Ytre Miljø

Det har vært lite informasjon å finne angående ytre miljø når det gjelder fjernstyrte anleggsmaskiner. Dette er en forholdsvis ny og lite utprøvd teknologi, og det har dermed ikke blitt funnet noe data angående drivstofforbruk og CO<sub>2</sub>-utslipp på maskinene. I fremtidig forskning vil det være interessant å sammenligne drivstofforbruket ved bruk av fjernstyrte kontra konvensjonelle anleggsmaskiner. Ettersom produktiviteten er noe lavere ved bruk av fjernstyrte maskiner, vil muligens utslippene pr. kubikk masse flyttet ligge noe høyere.

Fordi Gjermundshaug/Steer sin fullautonome teknologi fortsatt er i testfasen, er det foreløpig ikke noe data tilgjengelig. Gjennom litteraturstudiene ble det funnet en artikkel der det ble sett på forskjellen i energibruk mellom autonome og operatørstyrte tipptrucker. Denne artikkelen kom frem til at ved bruk av deres autonome teknologi, var det en reduksjon i energibruk per tipptruck på 3,4% i forhold til manuelt opererte tipptrucker (Kartashov *et al.*, 2020). Disse tipptruckene gikk på strøm, men en kan tenke seg at om det var diesel så ville resultatet muligens vært likt og en ville dermed fått et lavere klimagassutslipp.

Tipptruckene ble i overnevnte studie bare målt på strekningen kjørt, og ikke andel tid brukt på tomgang når de ventet på å bli lastet eller måtte stå i kø ved tippområdet. Den autonome dumperteknologien til Gjermundshaug skal også ta hensyn til dette, ved å avpasse farten etter de andre dumperne som kjører. Ved bruk av Steer Autonomous kan en forvente en reduksjon i tomgangskjøring, og en kan dermed anta at forbruket vil bli redusert ytterligere. Samtidig som det er ved avpassning av fart at en ser for seg at det ligger størst potensiale i energisparing, er det positivt at studier viser at selve kjørestrekningen også blir mer energieffektiv.

Da de autonome tipptruckene samhandler på en bedre måte kan en også forvente at dekkslitasjen blir mindre. Dette fordi tipptruckene vil kjøre med en jevnere fart. Ut fra



funnene i resultat er det ikke urimelig å anta at en kan øke antall timer før en må forvente dekkskift fra 3000 til 5000 timer. Dette er tilsvarende reduksjonene som Romarheim AS hadde etter at de begynte å fokusere på å effektivisere driften. Lengre intervall mellom dekkskift medfører mindre utslipp av mikroplast.

### **5.3.2 Indre Miljø**

Under resultater kommer det frem at det er både positive og negative sider ved arbeidsmiljøet i kommandosentralen når en kjører fjernstyrt. Operatørene kan oppnå et sosialt miljø når de sitter ved siden av hverandre og kan kommunisere seg imellom samtidig som de produserer. Dette er noe de ikke kan gjøre når de sitter i en konvensjonell anleggsmaskin, med mindre de har kommunikasjonssamband. Den negative siden ved dette er at det kan bli for mye løsprat med sidemannen når en arbeider, og en kan dermed bli distraheret. Det ble imidlertid funnet ut i spørreundersøkelsen (Kapittel 4.1) at det ble mindre misforståelser når operatørene kunne sitte sammen i kommandosentralen og kommunisere. En ser det dermed som en fordel at en sitter i kommandosentralen, da mindre misforståelser og bedre kommunikasjonsflyt mellom arbeiderne kan føre til et bedre arbeidsmiljø.

Det kom også fram i resultat at enkelte trivdes bedre i førerhytta enn i kommandosentralen. Dette bør tas i betraktning når en velger maskinoperatør til de fjernstyrte maskinene. Det kom innspill på at enkelte har valgt maskinførerfaget både fordi de trives med å kunne sitte alene, men også fordi de trives med støyen, rustingen og lukten som er i førerhytta.

## **5.4 Beredskapsordning**

Alle som har blitt spurt i forbindelse med dette studiet har vært positiv til en eventuell beredskapsordning. Selv om ikke alle har sett teknologien, dens muligheter og begrensninger, har alle vært positive og har tro på at teknologien vil bli mer anvendt i framtiden.

Representantene som ble intervjuet fra Forsvarsbygg, har begge lang erfaring med jobb i det offentlige. De påpekte at en eventuell beredskapsordning, som et samarbeid mellom offentlige instanser, vil være vanskelig å få til uten en bestemt eier av ordningen. De mente at uten en bestemt eier, vil prosessen for å få ordningen på plass bli lang, om ikke umulig. Med en eier

kan det også tenkes at det blir lettere å holde oversikten på det praktiske rundt ordninger som f.eks. vedlikehold, lokasjon av utstyr osv.

Ved en oppstart på en beredskapsordning kan det være aktuelt å sette Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) som hovedansvarlig. DSB kan da for eksempel ha kontrakt med en entreprenør som har fjernstyringsteknologi. Entreprenøren har da ansvar for at det til enhver tid er utstyr tilgjengelig. En trenger ikke å ha fjernstyrte maskiner klare til utrykning over hele landet til å begynne med, men i første omgang ha det plassert etter der behovet er størst. Om en begynner med en ordning etter der behovet er ekstra stort, kan en med dette gjøre seg erfaringer på behovet for en landsdekkende ordning.

Fjernstyrte anleggsmaskiner kan i flere nødstilfeller være et nyttig verktøy, og det blir feil om det er eierne av utstyret som skal stå for regningen av at maskina må stå i beredskap. Dersom en har en offentlig finansiert avtale med noen som eier slikt utstyr, er staten garantert at utstyret finnes, dersom det trengs. Dette gir forutsigbarhet for staten, og for eierne som lettere kan forsvare å eie slikt utstyr.

Det ble ikke sett på kostnadene en eventuell nasjonal beredskapsordning medfører når ordningen ble presentert for de forskjellige aktørene. På den andre siden kan en spørre seg hvor lav kostnaden må være for at en skal slutte å sette liv og helse i fare. I intervjuet med forsvarsbygg ble det poengtert at det er lett å se seg blind på effektivitetsforskjeller og direkte kostander knyttet til å ha ei fjernstyrt maskin i drift. Om en ser på samfunnsøkonomiske besparelser, kan en trolig komme positivt ut ved bruk av en fjernstyrt anleggsmaskin. En kan også tenke at øvrige sikringstiltak vil ha en større kostnad enn det koster å ha en fjernstyrt maskin i drift.

## **5.5 Funn opp mot FNs bærekraftsmål**

Funnene som er gjort i studien viser at både fjernstyrte og fullautonome anleggsmaskiner kan være et virkemiddel for å oppnå flere av FNs bærekraftsmål. Spesielt svarer funnene gjort i studien godt til delmål 13.1 som sier at verden skal styrke evnen til å tilpasse seg klimarelaterte farer og naturkatastrofer (FN-sambandet, 2021). Studien viser at opprydding etter naturskader er et anvendelsesområde som egner seg godt for fjernstyrte anleggsmaskiner. Det er slike hendelser vi ifølge forskerne vil se mere av i framtiden som følge av

klimaforandringene. Fjernstyrte maskiner kan derfor være et verktøy for å oppnå dette bærekraftsmålet.

I henhold til bærekraftsmål ni som omhandler industri, innovasjon og infrastruktur, kan teknologiene bli relevante på flere måter. Det første delmålet handler om å utvikle infrastruktur av høy kvalitet. For å effektivisere utbyggingen, kan fullautonome anleggsmaskiner være et virkemiddel for å oppnå dette delmålet. På den andre siden kan fullautonome maskiner ha en negativ påvirkning på andre bærekraftsmål, som f.eks. delmålet om økt sysselsetting. Fullautonome maskiner kan også sees som relevant for delmål 9.5, som sier at en skal styrke vitenskapelig forskning og oppgradere teknologien i næringslivssektoren (FN sambandet, 2021b).

Fjernstyrte anleggsmaskiner kan i likhet med fullautonome anleggsmaskiner være et virkemiddel for å oppnå bærekraftsmålene. Under studiet har det kommet fram at arbeidsplasser relatert til fjernstyrte maskiner har en høyere grad av universell utforming enn konvensjonelle anleggsmaskiner. Personer med funksjonsnedsettelse som eksempelvis nedsatt motorikk, kan med mindre tilrettelegging operere fjernstyrte maskiner enn det som trengs i konvensjonelle anleggsmaskiner. Dette svarer godt til delmål 9.2 som handler om å fremme en inkluderende næringsutvikling.

Ut fra studiet har begge teknologier helsemessige fordeler. Det at operatørene blir tatt ut av anleggsmaskinene, medfører at de slipper å eksponeres for støy og støv. Dette svarer til FNs bærekraftsmål 3.9, som sier at innen 2030 skal antall dødsfall som følge av kjemikalier, forurenset luft, vann og jord reduseres. Selv om det ikke har blitt vurdert i dette studiet hvorvidt eksponering av støv og eksos i og rundt anleggsmaskinen fører til sykdommer og død, er det mulig å anta operatøren blir mindre utsatt for dette i en kommandosentral enn i en konvensjonell anleggsmaskin.

Når det kommer til bærekraftsmål 13 har teknologiene både fordeler og ulemper. Ut fra funnene gjort i studiet, går effektiviteten ned ved bruk av fjernstyrte anleggsmaskiner, hvilket igjen medfører større drivstofforbruk. Derimot viser funnene gjort på fullautonome anleggsmaskiner at drivstofforbruket går ned, sammenlignet med en manuelt operert anleggsmaskin.

## 5.6 Nytteverdi

Resultatene som er funnet under gjennomføringen av dette studiet kan ha en betydning for videreutviklingen av fjernstyringsteknologien. Resultatene viser til hva operatørene synes er bra og dårlig med teknologien, og det kan da være enklere å videreutvikle teknologien basert en samlet presentasjon og vurdering. Blant annet viser spørreundersøkelsen at en kan bli mindre sliten av å se på 3D-skjerm enn 2D når en opererer anleggsmaskiner fjernstyrt. Dette er en av tingene som kan ha en nytteverdi for de som skal videreutvikle teknologien.

Resultatene kan også ha en betydning for fremtidig bruk av fjernstyringsteknologien. Her har det kommet fram flere muligheter for hvor en kan bruke teknologien, noe som forskjellige instanser forhåpentligvis vil fatte interesse i. Det som oftest dukket opp som mest interessant var muligheten for bruk i rydding av ras/skred på ras/skredutsatte veistrekninger. I den forbindelse er det også funnet ut at bransjen generelt er for dårlig informert om teknologien, på den måten kan oppgaven være en nytteverdi i seg selv, dersom den når ut til nøkkelpersoner i bransjen.

Når det gjelder full-autonome anleggsmaskiner kan resultatene ha en betydning for de som er interessert i å investere i en slik teknologi på sine dumpere/tipptrucker. Her viser resultatene til fordeler og ulemper knyttet til HMS, og det kan dermed være lettere å bestemme seg for en eventuell investering når en vet fordelene og ulempene en slik teknologi medfører.

Studiet har også påpekt behov og utfordringer i forhold til en nasjonal beredskapsordning. Både at behovet er reelt og hvordan en slik ordning kan organiseres.

## 5.7 Konklusjon

Hovedproblemstillingen var som følger: *Hvilke innvirkninger knyttet til helse, miljø og sikkerhet kan fjernstyrte/autonome anleggsmaskiner ha, i forhold til manuelt opererte anleggsmaskiner?*

Ifølge resultatene kan både fjernstyrte og autonome anleggsmaskiner ha innvirkning på HMS når en sammenligner med konvensjonelle maskiner. Sett i et sikkerhetsaspekt gjør fjernstyringsteknologien det mulig å sende inn en maskin uten operatør i risikofylte

arbeidsoperasjoner. Det er funnet flere mulige bruksområder der sikkerheten kan bli forbedret ved å benytte fjernstyringsteknologien. Eksempler er fjerning av ispropper, arbeid i skredterreng og arbeid ved eller i vann. Ut fra ulykkesstatistikken tyder imidlertid mye på at ulykker kan oppstå under mange forskjellige arbeidsoperasjoner. Konklusjonen er derfor at fjernstyringsteknologien generelt bør inkluderes i sikkerhetsvurderinger på forhånd av arbeidsoperasjoner og ikke nødvendigvis ut fra hvilke arbeid som utføres.

Med tanke på helseaspektet er det kommet flere interessante resultater knyttet til bruk av både fjernstyrte og autonome anleggsmaskiner. I begge tilfeller trekkes operatørene ut av kjøretøyet, noe som gjør at en unngår påkjenninger som risting, støy og forurensning. Tilbakemelding fra operatørene er at ergonomien er bedre i kommandosentralen enn i førerhytta. På den andre siden medfører det å se på skjerm over lengre tid en påkjenning for hodet og øynene, men totalt sett er de fysiske påkjenningene mindre enn ved å oppholde seg i ei førerhytte. En kommandosentral kan med enkel tilrettelegging oppnå en høyere grad av universell utforming enn konvensjonelle anleggsmaskiner. Dette muliggjør at personer med funksjonsnedsettelse kan lettere operere anleggsmaskiner via en kommandosentral.

Ut fra funnene i studien knyttet til miljø, ser det ikke ut til at fjernstyring øker slitasje på anleggsmaskinene. En kan imidlertid anta at det er noe økt utslipp som følge av en liten effektivitetsnedgang. På de fullautonome anleggsmaskinene kan en derimot konkludere med at klimagass- og miljøutslipp med stor sannsynlighet vil reduseres igjennom lavere drivstofforbruk og mindre dekkslitasje.

Studiet konkluderer også med at det er et behov for en nasjonal beredskapsordning for å sende inn fjernstyrte anleggsmaskiner ved risikofylte oppdrag. En entreprenør kan imidlertid ikke tillegges ansvaret for at samfunnet skal ha tilgjengelige fjernstyrte maskiner ved akutte behov. Derfor bør en slik ordning organiseres på et nasjonalt nivå.

## **5.8 Videre arbeid**

Av fremtidige bruksområder kan det tenkes at blant annet forsvaret, og brann og redning kan ha bruk for teknologiene som brukes i fjernstyrte og fullautonome anleggsmaskiner. Dette er noe som kan undersøkes videre. Under gjennomføringen av studiet har også forsvaret blitt kontaktet, og det har blitt gjennomført flere uformelle samtaler over telefon. Inntrykket er at

forsvarets ingeniøravdelinger er interessert i fjernstyringsteknologien, og er godt kjent med den. Det har imidlertid vært vanskelig å benytte noe av dette i oppgaven, da det har vært vanskelig å få avklart hvorvidt representantene vi har vært i kontakt har kunnet uttale seg offentlig.

Teknologien med autonome og fjernstyrte anleggsmaskiner er i en tidlig fase, og det vil sannsynligvis bli tilgang på mer informasjon i årene framover. Det er for eksempel interessant å sammenligne drivstofforbruk, dekkslitasje og generell effektivitet mellom konvensjonelle og fullautonome tipptrucker.

Som tidligere påpekt er det en utfordring at bransjen ikke er klar over at teknologiene eksisterer. Her er det et informasjonsbehov som bør utredes videre. Det er ikke studert hvordan dette skal gjennomføres, men utfra studiens funn er det avdekket flere fordeler ved bruk av fjernstyrte anleggsmaskiner i risikofyllt arbeid.

For videre utredning på en eventuell nasjonal beredskapsordning, kommer en trolig ikke utenom at Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap involveres. Det er derfor avhengig av et politisk initiativ for at ordningen skal bli etablert.

Fjernstyrte og autonome anleggsmaskiner er med ganske stor sikkerhet en vesentlig del av framtiden til anleggsbransjen. Samtidig vil fjernstyrte maskiner være et nisjeprodukt i mange år framover, som ikke vil ta over for konvensjonelt opererte maskiner, men heller supplere som et verktøy i omgivelser der sikkerheten til maskinføreren utfordres.

## 6 Referanser

- 4Human (2021) *Ordliste: Disse HMS-begrepene bør du kunne*. Tilgjengelig fra: <https://4humanhrm.no/viktige-hms-begrep-du-ma-kunne/> (Hentet: 14.05 2021).
- Aga, F. (2021) Mesta-ansatt som ble tatt av skred i Fauske er død, *Byggeindustrien*, 05.03.21. Tilgjengelig fra: <https://www.bygg.no/article/1460664> (Hentet: 07.05.21).
- Arbeidstilsynet (2020a) *29 arbeidsskadedødsfall i 2019*. Tilgjengelig fra: <https://www.arbeidstilsynet.no/nyheter/29-arbeidsskadedødsfall-i-2019/> (Hentet: 15.05 2021).
- Arbeidstilsynet (2020b) *Forskjellen på HMS og SHA*. Tilgjengelig fra: <https://www.arbeidstilsynet.no/hms/hms-i-bygg-og-anlegg/forskjellen-pa-hms-og-sha/> (Hentet: 28.01 2021).
- Arbeidstilsynet (2021a) *HMS*. Tilgjengelig fra: <https://www.arbeidstilsynet.no/hms/> (Hentet: 15.01 2021).
- Arbeidstilsynet (2021b) § 1. *Formål*. Tilgjengelig fra: <https://www.arbeidstilsynet.no/regelverk/forskrifter/internkontrollforskriften/1/> (Hentet: 2304 2021).
- Arbeidstilsynet (2021c) *Internkontroll*. Tilgjengelig fra: <https://www.arbeidstilsynet.no/hms/internkontroll/> (Hentet: 2304 2021).
- Aven, T. (2020) *risikoanalyse*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/risikoanalyse> (Hentet: 27.01 2021).
- Barbøl, H. K. (2019) To anleggsmaskiner tatt av snøskred, *Anlegg og Transport*, 26.03.2019. Tilgjengelig fra: <https://www.at.no/anlegg/466568> (Hentet: 15.05.21).
- Bodil Aarnes Mostue, A. (2020) *Ulykker i bygg og anlegg*
- *Rapport NR. 2 2020*. (KOMPASS – TEMA). Tilgjengelig fra: [https://www.arbeidstilsynet.no/globalassets/om-oss/forskning-og-rapporter/kompass-tema-rapporter/2020/kompass-tema\\_nr2\\_2020-ulykker-i-bygg-og-anlegg.pdf](https://www.arbeidstilsynet.no/globalassets/om-oss/forskning-og-rapporter/kompass-tema-rapporter/2020/kompass-tema_nr2_2020-ulykker-i-bygg-og-anlegg.pdf).
- Bråthen, S., Hausdal, J. og Rekdal, J. (2008) *Samfunnsøkonomisk verdi av rassikring*. (Sluttrapport rassikring 0801). [www.moreforsk.no](http://www.moreforsk.no): Møreforskning. Tilgjengelig fra: <https://www.moreforsk.no/publikasjoner/rapporter/transportokonomi/samfunnsokonomisk-verdi-av-rassikring-noen-beregninger-knyttet-til-verdi-av-a-unnga-stengte-veger/1094/1621/> (Hentet: 26.04.21).
- Daler, R. (2019) Lærling kjører doser med én arm, *anleggsmaskinen*, 19.12.19. Tilgjengelig fra: <https://anleggsmaskinen.no/2019/12/laerling-kjorer-doser-med-en-arm/> (Hentet: 26.04.21).
- direktoratet for byggkvalitet (2021) *Byggteknisk forskrift*. Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/12/i/12-3/> (Hentet: 2304 2021).
- Doosan (2021) *Concept-X*. Tilgjengelig fra: <https://eu.doosanequipment.com/en/innovation-concept-x> (Hentet: 15.05.21 2021).
- ENGEDAL, M. I. A. og BOTHNER, T. M. (2019) *Transport står for 30 prosent av klimautslippene i Norge*. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/artikler-og-publikasjoner/transport-star-for-30-prosent-av-klimautslippene-i-norge> (Hentet: 11.02 2021).
- Ergonomiportalen (2020) *Ergonomi og maskinførere*. Tilgjengelig fra: <http://ergonomiportalen.no/maskinforer/om-ergonomi/> (Hentet: 11.02 2021).
- Eriksen, B. E. (2019) Doosans førerløse fremtid, 25.11.2019. Tilgjengelig fra: <https://www.at.no/anlegg/478108> (Hentet: 15.05.21).

- FN-sambandet (2021) *Stoppe klimaendringene*. Tilgjengelig fra: <https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal/stoppe-klimaendringene> (Hentet: 16.05 2021).
- FN (2019) <https://www.fn.no/tema/klima-og-miljoe/klimaendringer>. Tilgjengelig fra: <https://www.fn.no/tema/klima-og-miljoe/klimaendringer> (Hentet: 23.03 2021).
- FN sambandet (2021a) *God helse og livskvalitet*. Tilgjengelig fra: <https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal/god-helse-og-livskvalitet> (Hentet: 15.05 2021).
- FN sambandet (2021b) *Industri, innovasjon og infrastruktur*. Tilgjengelig fra: <https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal/industri-innovasjon-og-infrastruktur> (Hentet: 15.05 2021).
- FN sambandet (2021c) *FNs bærekraftsmål*, . Tilgjengelig fra: <https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal> (Hentet: 2304 2021).
- Forssell, B. og kjerstad, N. (2020) *GPS*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/GPS> (Hentet: 05.02 2020).
- Forsvarsbygg (2020) *NORGESHISTORIENS STØRSTE NATURRESTAURERING PÅ HJERKINN*. Tilgjengelig fra: <https://www.forsvarsbygg.no/no/miljo/rive-og-ryddeprosjekt2/hjerkinn/om-hjerkinn/> (Hentet: 26.04 2021).
- FRØJD, K. (2017) Dette er jobbene robotene vil overta, 28.11. Tilgjengelig fra: <https://www.tv2.no/a/9506082/> (Hentet: 24.02.2021).
- Grimsmo, A. *et al.* (2002) *Maskinføreres*

#### arbeidsmiljø

- på godt og vondt. Tilgjengelig fra: <https://fagarkivet.oslomet.no/bitstream/handle/20.500.12199/6126/maskinf%C3%B8res%20arbeidsmilj%C3%B8.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (Hentet: 11.02.2021).
- Harald Øverby (2020) *Wi-Fi*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/Wi-Fi> (Hentet: 21.04 2021).
- Hardeng, J. (2019a) *Steinskred*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/steinskred> (Hentet: 18.05 2021).
- Hardeng, J. (2019b) *jordskred*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/jordskred> (Hentet: 18.05 2021).
- Hetland, K. og Kalstad, L. M. (2017) 22-åring døde etter arbeidsulykke i Klepp, *NRK*, 28.06.2017. Tilgjengelig fra: <https://www.nrk.no/rogaland/22-aring-dode-etter-arbeidsulykke-i-klepp-1.13579980> (Hentet: 15.05.21).
- HMS Tjenesten (Ingen dato). Tilgjengelig fra: <https://hms-tjenesten.no/tjenester/miljo/> (Hentet: 06.05 2021).
- Hofstad, K. (2019) *joule*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/joule> (Hentet: 05.05 2021).
- Holtet, J. A. (2018) *Lidar*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/lidar> (Hentet: 05.02 2021).
- Internkontrollforskriften (1997) *Forskrift om systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter* Tilgjengelig fra: <https://www.arbeidstilsynet.no/contentassets/e33e75e9d4e1495ba58d78513f92b329/internkontrollforskriften.pdf> (Hentet: 2304 2021).
- Joachim Seehusen (2009) *Rydder bomber med fjernkontroll*. Tilgjengelig fra: <https://www.tu.no/artikler/rydder-bomber-med-fjernkontroll/256021> (Hentet: 02.03 2021).
- Jon Gisle (2019) *Autonom*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/autonom> (Hentet: 2104 2021).
- Kartashov, A. *et al.* (2020) Ensuring Energy Efficiency and Safety of the Cyclic Operation of the Mining Dump Truck, 174(E3S Web Conf). doi: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017403009>.
- Kessel, D. (2018) Denne isproppen er for farlig å fjerne, *NRK*, 23.04.18. Tilgjengelig fra: [https://www.nrk.no/innlandet/\\_denne-isproppen-er-for-farlig-a-fjerne-1.14019010](https://www.nrk.no/innlandet/_denne-isproppen-er-for-farlig-a-fjerne-1.14019010) (Hentet: 07.05.21).



- Kjørstad, E. (2018) *Hva skjer når selvstyrte biler skal bestemme over liv og død?* Tilgjengelig fra: <https://forskning.no/teknologi-etikk/hva-skjer-nar-selvstyrte-biler-skal-bestemme-over-liv-og-dod/1253445> (Hentet: 15.02 2021).
- Kjørstad, E. (2021) *Hva er egentlig 5G?* Tilgjengelig fra: <https://forskning.no/internett-mobiltelefon/hva-er-egentlig-5g/1813874> (Hentet: 05.05 2021).
- Klimadirektoratet et al. (2020) *Klimakur 2030*. Tilgjengelig fra: <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1625/m1625.pdf> (Hentet: 08.02.2020).
- Kvambekk, Å. S. (2008) *Isproblemer generelt*.
- Levy, F. E. S. (2020) *Ergonomi*. Tilgjengelig fra: <https://sml.snl.no/ergonomi> (Hentet: 05.05 2021).
- Lid, I. M. (2020) *universell utforming*, . Tilgjengelig fra: [https://snl.no/universell\\_utforming](https://snl.no/universell_utforming) (Hentet: 2304 2021).
- Lied, F. (2020) *Radar*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/radar> (Hentet: 05.02 2020).
- Løksa, K. (2020) *Sørpeskred*. Tilgjengelig fra: <https://www.nve.no/flaum-og-skred/om-skred/sorpeskred/> (Hentet: 14.05 2021).
- Miljødirektoratet (2019) *Klimatilpasning av bygg og anlegg*. Tilgjengelig fra: <https://www.miljodirektoratet.no/myndigheter/klimaarbeid/klimatilpasning/klimatilpasning-i-sektorer/bygg-og-anlegg/> (Hentet: 18.05 2021).
- Mostue, B. A. et al. (2020) *Mange arbeidsskadedødsfall i bygg og anlegg*.
- Nave, O. B., Elgaaen, V. og Alsaker-Nøstdahl, E. (2021) *Én person alvorlig skadet etter skred i Nordland, VG, 25.02.21*. Tilgjengelig fra: <https://www.vg.no/nyheter/i/zg8vg5/en-person-alvorlig-skadet-etter-skred-i-nordland> (Hentet: 23.04.21).
- Nikolaisen, H. (2018) *Risikovurdering og risikoanalyse*. Tilgjengelig fra: <https://ndla.no/subject:11/topic:70c26c13-1b90-4319-b95c-ec03d1f66cfa/topic:2f38101f-e347-4045-ab0f-97bfdee64088/resource:1:152696?filters=urn:filter:9b7e7534-c072-4412-b8ef-df076308cad0> (Hentet: 27.01 2020).
- Norges geologiske undersøkelse (2015) *SKRED*. Tilgjengelig fra: <https://www.ngu.no/emne/skred-0> (Hentet: 18.05 2021).
- Norges Vassdrag- og energidirektorat (2015) *Isproblemer generelt*.
- Norges Vassdrag- og energidirektorat (Ingen dato) *Tiltak mot isproblemer i vassdrag*. Tilgjengelig fra: <https://www.nve.no/hydrologi/vintertorke-og-isproblemer-i-vassdrag/tiltak-mot-isproblemer-i-vassdrag/> (Hentet: 07.05 2021).
- Norsk Telegrambyrå (2016) *Vegvesenet gikk god for rasområdet i Granvin, VG, 28.04.16*. Tilgjengelig fra: <https://www.vg.no/nyheter/innenriks/i/xnqpX/vegvesenet-gikk-god-for-rasomraadet-i-granvin> (Hentet: 18.05.21).
- Norsk Telegrambyrå (2021) *Gravemaskiner settes inn i letingen etter de omkomne i Gjerdrum, TV2, 20.01.21*. Tilgjengelig fra: <https://www.tv2.no/a/11904012/> (Hentet: 07.05.21).
- Pihl, R. (2018) *tredimensjonal film*. Tilgjengelig fra: [https://snl.no/tredimensjonal\\_film](https://snl.no/tredimensjonal_film) (Hentet: 05.05 2021).
- Ragnhild Lie (2017) ”Myrland er et fengsel”, sitat fastboende, *Lofotposten*, 07.12.2017. Tilgjengelig fra: <https://www.lofotposten.no/debatt/myrland/flakstad/myrland-er-et-fengsel-sitat-fastboende/o/5-29-334766> (Hentet: 26.03.2021).
- Ranes, H. (2016) *Herman Raner*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/4G> (Hentet: 05.05 2021).
- Rønning, O. og Trygstad, A. N. (2019) *Har funnet savnede Karl Sverre (61), NRK, 15.08.2019*. Tilgjengelig fra: <https://www.nrk.no/nordland/har-funnet-savnede-karl-sverre-61-i-rodoy-1.14662293> (Hentet: 15.05.21).

- Sato, Y. *et al.* (2020) *Quantitative Evaluation of Work Efficiency and Eye Strain for Remote Control Construction Equipment Using 2D/3D Displays*. Artikkel, Tokyo City University. Tilgjengelig fra: [https://www.researchgate.net/publication/342597567\\_Quantitative\\_Evaluation\\_of\\_Work\\_Efficiency\\_and\\_Eye\\_Strain\\_for\\_Remote\\_Control\\_Construction\\_Equipment\\_Using\\_2D3D\\_Displays](https://www.researchgate.net/publication/342597567_Quantitative_Evaluation_of_Work_Efficiency_and_Eye_Strain_for_Remote_Control_Construction_Equipment_Using_2D3D_Displays).
- Savelyevna, S. N., Alexandrovich, V. E. og Pavlovich, L. E. (2014) *MODELLING OF REMOTE CONTROL WORKING PROCESS OF CONSTRUCTION AND ROAD MACHINES OPERATED IN AGGRESIVE ENVIROMENT*. Artikkel, BSTU of Shukhov, Belgorod, Russia. Tilgjengelig fra: <https://stumejournals.com/journals/mtm/2014/7/17>.
- Scalable Cooperation og MIT Media Lab (2021) *Moral Machine*. Tilgjengelig fra: <https://www.ntnu.no/viko/harvard-eksempler> (Hentet: 15.02 2021).
- Sigmund Grønmo (2020a) *kvantitativ metode*. Tilgjengelig fra: [https://snl.no/kvantitativ\\_metode](https://snl.no/kvantitativ_metode) (Hentet: 2204 2021).
- Sigmund Grønmo (2020b) *kvalitativ metode*. Tilgjengelig fra: [https://snl.no/kvalitativ\\_metode](https://snl.no/kvalitativ_metode) (Hentet: 2204 2021).
- Statens Vegvesen (2021) *Naturlig revegetering og økologisk restaurering*. Tilgjengelig fra: <https://www.vegvesen.no/fag/fokusomrader/miljo+og+omgivelser/Naturmangfold/Naturlig+revegetering> (Hentet: 05.05 2021).
- Steer (2021a) *History*. Tilgjengelig fra: <https://www.steer.no/build-history.html> (Hentet: 27.01 2021).
- Steer (2021b) *Technology*. Tilgjengelig fra: <https://www.steer.no/technology.html> (Hentet: 26.01 2021).
- Steer (2021c) *About*. Tilgjengelig fra: <https://www.steer.no/about.html> (Hentet: 26.01 2021).
- Søderholm, J. (2016) Det var mange mann og mye sprengstoff framme på salven, *anleggsmaskinen*, 26.05.16. Tilgjengelig fra: <https://anleggsmaskinen.no/2016/05/mann-sprengstoff-framme-pa-salven/> (Hentet: 18.05.21).
- TEK-17 (2017) *Byggteknisk forskrift (TEK17)*. Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/9/innledning-til-kapittel-9/> (Hentet: 15.05 2021).
- Terrell, S. R. (2012) *Mixed-methods research methodologies*. (254-280): Nova Southeastern University, Ft. Lauderdale, Florida USA. Tilgjengelig fra: <http://www.nova.edu/ssss/QR/QR17-1/terrell.pdf>.
- Trygstad, A. N. og Juell, I. H. (2017) 19 ras på ti år: – Ingen tvil om at veien er farlig. Tilgjengelig fra: <https://www.nrk.no/nordland/19-ras-pa-ti-ar--ingen-tvil-om-at-veien-er-farlig-1.13782364> (Hentet: 25.03.2021).
- Vedelden, N. (2010) *HMS-begrepets opphav og utvikling*. Avhandling, Universitetet i Stavanger Tilgjengelig fra: <https://uis.brage.unit.no/uis-xmlui/bitstream/handle/11250/184490/Vedelden%2C%20Nina.pdf?sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR2qiXEM6xpSa0RyxTuwnnVTxxPkWQSEpu96GKdB3Fidussj1OWIXrZSF2Q>.
- Vegdirektoratet (2014) *Håndbok V138 Veger og Snøskred*, . Tilgjengelig fra: <https://www.vegvesen.no/attachment/740624/binary/1003961> (Hentet: 2304 2021).

- Vidar Heitkøtter (2009) *Førerløse maskiner* [Bilde]. Finnes ved Fjernstyrte anleggmaskiner på Hjerking. Tilgjengelig fra: <https://www.tu.no/artikler/rydder-bomber-med-fjernkontroll/256021> (Hentet: 02.03.2021).
- Wikipedia (2019) *Fylkesvei 7594*. Tilgjengelig fra: [https://no.wikipedia.org/wiki/Fylkesvei\\_7594](https://no.wikipedia.org/wiki/Fylkesvei_7594) (Hentet: 26.04 2021).
- Wikipedia (2021) *Årsdøgntrafikk*. Tilgjengelig fra: <https://no.wikipedia.org/wiki/%C3%85rsd%C3%B8gntrafikk> (Hentet: 14.05 2021).
- Øystein Larsen-Vonstett, V. M. og Martinsen, I. (2020) *Ekstremværrapporten fra If*. Tilgjengelig fra: <https://www.if.no/om-if/barekraft/klimatilpasning/ekstremvaerrapport-2020> (Hentet: 23.03 2021).

# 7 Vedlegg

## 7.1 Intervjuføret

### 7.1.1 Intervjuføret 150221 Martin Reiten – Gjermundshaug

Anleggsleder

<b>Bachelorprosjekt 2021: Fjernstyrte/Autonome anleggsmaskiner.</b>		
Innkalling og intervjuføret		
Dato	Sted	Tid
10.02.2021	Teams	Kl.13:00-

<b>Deltakere:</b>
Martin Reiten
Tormod Frengstad
Sondre Jensen Toen

<b>Saksliste:</b>
-------------------

SAK	TEKST/SPØRSMÅL
1	Generelle utfordringer som anleggsleder ved bruk av fjernstyrt og autonome maskiner.
2	Generelle utfordringer knyttet til HMS som anleggsleder har erfart ved prosjektet. <ul style="list-style-type: none"> <li>- SJA</li> <li>- RUH?</li> <li>- Ergonomi?</li> </ul>
3	Slitasje på maskiner, mer eller mindre?
4	Generelt noen ting anleggsleder synes er spesielt utfordrende ved Hjerkinprosjektet.
5	Effektivitet ved bruk av fjernstyrte og/eller autonome maskiner, data på dette?
6	Utslipp, mer eller mindre, data på dette?
7	Oppfattelsen blant maskinførere ved å jobbe fjernstyrt. Motiverte arbeidere?
8	Tekniske problemer som fører til stillstand (ståtid)? Mer eller mindre av dette?
9	Fullautonome dumpere <ul style="list-style-type: none"> <li>-Effektivitet</li> <li>-Omfattende overvåkningsbehov</li> <li>-Uønskede hendelser</li> <li>-Stillstand?</li> </ul>
10	Anleggsleder oppfattelse av kommunikasjonen mellom maskinførere ved bruk av fjernstyring. Mindre misforståelser om man sitter i samme brakke og jobber?
11	Finnes det arbeidersonråder der du mener at det kan være hensiktsmessig med bruk av fjernstyrte maskiner i kontrakten, hvor dette ikke gjøres i dag?

12	Tanker rundt et nasjonalt beredskapsbehov for fjernstyrte maskiner? (NVE, NGU, Røde kors etc.) Fjerning av ispropper, skred osv.
----	--

SAK	SVAR
1	<p>Viktig å ha kompetente maskinførere på fjernstyring. Selv om de er gode til å kjøre konvensjonelle maskiner, så er det ikke nødvendigvis gode på å kjøre fjernstyrt.</p> <p>Dette er noe som man trenger litt erfaring med da det ikke er helt det samme som å kjøre konvensjonell anleggsmaskin. Har ikke merket noen forskjell på alder på fører om de er gode til å kjøre fjernstyrt eller ikke, dog er det en fordel at dem har litt teknisk interesse. Lettere å lære å kjøre gravemaskin konvensjonelt, enn å lære seg å føre en fjernstyrt gravemaskin uten noen bakgrunn fra konvensjonelle maskiner. Det er en fordel med god erfaring fra konvensjonelle maskiner før man begynner å kjøre fjernstyrt.</p>
2	<p>Hjerkinns eksempel på RUH: tredjeperson som kom inn på anleggsområde.</p> <p>Hjerkinns var et så stort prosjekt at det ikke var mulig med fysiske barrierer, dog var det overvåkningskameraer og sikkerhetsavstand på 1km pga. fare for at eksplosiver skulle gå av under arbeid.</p> <p>En må alltid ha kameraovervåkning der en skal drive med fjernstyring. Her var det kamera ved kommandosentral og forskjellige kameraer på gravemaskinen.</p>
2	<p>Har ikke hatt en oppfattelse av at det er problemer knyttet til ergonomien. Mye av typiske ergonomipåkjenninger som nakke og rygg blir redusert da en sitter i brakke og unngår risting og vibrasjoner. Problemer knyttet til det å sitte lenge og se på skjerm har ikke dukket opp som noe problem, og har heller ikke vært et tema. En har en generell oppfattelse av at sittekomforten er bedre i kommandosentral enn i konvensjonelle maskiner mtp. risting, vibrasjoner, plass osv.</p>
3	<p>Slitasje på maskiner. Svakt grunnlag, men tror at slitasjen er litt høyere enn på konvensjonelle maskiner. Dette fordi at maskinføreren har mindre følelse av</p>

	belastninger maskina utsettes for. Presiserer at det er lite kvantitative data på forskjellen mellom slitasje på fjernstyrte kontra konvensjonelle maskiner.
4	Kommer an på maskinfører. Kevin Trøan, Bjørn Erik Valråmoen har trolig mer info på dette.
5	
6	Noen liker dette veldig godt, samtidig som andre ikke liker dette, men jevnt over virker det som det er lettere å få en ung fører interessert til å kjøre fjernstyrt. Oppfatter det som en fordel å ha en med IT og/eller teknisk interesse i bunn.
7	<p>På Hjerkin har det vært en del problemer i fjor (2020). Det har vært noe Innkjøringsproblemer og litt ståtid på maskinene for å få systemene opp og gå. Etter en innkjøringsperiode på 1-2 uker, bruker innkjøringsproblemene å være løst. Kommunikasjon mellom kontrollrom og maskiner er en gjenganger når det kommer til tekniske feil.</p> <p>Det er viktig at en setter av tid til testkjøring av fjernstyringen, fordi det dukker alltid opp noe. På Hjerkin er det et problem at de som er teknikere sitter i Oslo. Dette betyr lang reisevei, og medfører at det tar lenger tid å få systemet oppe og gå igjen ved eventuell teknisk feil. Kompetent servicepersonell som er nærme prosjektet er viktig. Typisk at systemet fungerer mens teknikere er til stede, men at det dukker opp feil da disse er tilbake i Oslo.</p>
8	UTGÅR
9	Ser det som en fordel at man sitter i samme kommandosentral og at det forenkler kommunikasjonen. Lettere å kommunisere når man sitter ved siden av hverandre. Kan også være situasjoner hvor man kjører fjernstyrt og sitter i hver sin kommandosentral, men spesielt mtp. kommunikasjon er det en fordel å sitte i samme kommandosentral.
10	Arbeidsoperasjoner der det er fare for eksplosiver, bygging i nærheten av vassdrag og i skredområder. Flom og fjerning av ispropper. En kan eventuelt risikere ei

	<p>maskin og ikke et menneskeliv, men det samfunnsøkonomiske må veies opp mot risikoen rundt tap av maskin/materiell.</p>
11	<p>Er med på tanken at dette kan være en ressurs i framtiden. Utviklingen og teknologien går framover og det blir lettere å bruke slik teknologi, også det å bygge om ei maskin til å kunne styres fjernstyrt.</p> <p>Ikke fremmed for at dette kan bli en ressurs i fremtiden for NVE.</p> <p>Sitter som kontraktsleder for driftskontrakt over fylkesvegnettet i Nord-Østerdalen og har opplevd både jordskred og snøskred på den korte tiden etter at vi tok over kontrakten 1. September. Snøskred mellom Rendalen og Hanestad. Vil aldri pålegge og sette inn mannskapet uten at skredområdet er klarert. Ved bruk av førerløs (Fjernstyrt) maskin blir denne terskelen lavere. Mulig å starte oppryddingsarbeidet selv om skredområdet ikke er klarert av fagpersonell, men også her en risikovurdering på eventuelt tap av maskin, samt. eventuell samfunnsøkonomisk kostnad med det å holde vegen stengt.</p>



## 7.1.2 Intervjureferat 170221 Ole Gjermundshaug – Gjermundshaug/Steer

<b>Bachelorprosjekt 2021: Fjernstyrte/Autonome anleggsmaskiner.</b>		
Uformell prat med Ole Gjermundshaug		
Dato	Sted	Tid
17.02.2021	Gjermundshaug kontorer	
<b>Deltakere:</b>		
Ole Gjermundshaug		
Tormod Frengstad		
Sondre Jensen Toen		

<b>Saksliste:</b>	
<b>SAK</b>	<b>TEKST/SPØRSMÅL</b>
1	Ole forteller om utviklingen fra oppstart.

### 7.1.2.1 Ole sin historie om utvikling av fjernstyrte maskiner

Det begynte med at vi hadde et anleggsprosjekt for forsvaret på Rena leir. På grunn av dette visste vi at Hjerkinns snart skulle tilbakestilles, og vi hadde vag informasjon om hvilke krav det var til dette. Vi var dermed tidlig i gang med forskning, og så etter muligheter for å kjøre maskiner førerløst på en slik avstand det var krav om på Hjerkinns. Vi lette etter løsninger rundt på markedet, men fant ingenting.

I mars 2009 kom anbudet på tilbakeleggelsen av skytefeltet på Hjerkins ut, men vi hadde enda ikke funnet noen løsning. Et firma i Sverige kunne kanskje gjøre det, men de kunne ikke garantere hverken produkt, og ikke datoen dette skulle være ferdig. Det virket derfor lite lovende med tanke på at vi trengte teknologien raskt. Firmaet var usikre på om det i det hele tatt var mulig, hvor lang tid det tok å lage en løsning og hvilken kostnad dette ville ha.

Vi leverte anbudet i mai og fikk dette, dog hadde vi ingen løsning enda og anbudet var regnet på vanlig måte med kvadrat og kubikk masser som skulle vekk. Etter vi fikk anbudet begynte vi umiddelbart å lage en egen løsning på fjernstyring av gravemaskinene. Håvard Tronsmoen som er verksmester i firmaet, hadde klart for seg hvordan han skulle bygge om hydraulikken. Dog visste ingen hvordan en kunne få signalet sendt 1000 meter fra gravemaskinen til kommandosentralen. Bildeoverføringen var det viktigste, da forsinkelser på denne ville gjøre det umulig å kjøre maskinen. Vi begynte dermed med testing og overføring av signaler. Gjennom denne prosessen leide vi mye utstyr og kompetanse fra Data Equipment AS, og vi klarte å løse kommunikasjonen med kontroll av maskinen og andre data. Dog fant en ingen løsning på bildeoverføringa.

På den lokale matvarebutikken i Dalholen var det prat mellom to ansatte i Gjermundshaug om hvordan de skulle løse bildeoverføringen, og ved en tilfeldighet dukket det opp en gutt som overhørte samtalen på butikken som sa han hadde løsningen på problemet. Han hadde hatt sommerjobb på NRK på Lillehammer, og kjennskap til teknologien som trengtes. Han hadde dermed løsningen på problemet da han hadde erfaring fra trådløse kameraer og bildeoverføring ifra jobben sin hos NRK.

I kontrakten stod det at oppstart på prosjektet skulle være 1 **august** og dermed stod vi allerede 1 august på Hjerkins med en ferdig løsning og startet å produsere på denne datoen. For å sette ting i perspektiv så hadde vi mer dataoverføring mellom kommandosentral og en gravemaskin enn det var i hele Lillehammer under OL i 1994. Vi fortsatte og drive fram til oktober, men da kom vinteren sigende innpå å gjorde det vanskelig å fortsette arbeidet den sesongen.

Vi bestemte oss for å kjøpe en avdeling i Data Equipment AS som hadde spesialisert seg på Wi-fi og radiolinjer. Dette kjøpet ble gjennomført i årsskiftet 2009/2010. Dette kjøpet gjorde vi grunnet høye kostnader på innleid kompetanse, og for å kunne videreutvikle bilde/dataoverføringen.

Et problem vi hadde i oppstartsfasen var at hver torsdag klokken to mistet vi bilde og kommunikasjon mellom kommandosentral og anleggsmaskinen. Det ble kjørt mange tester for å finne feilen og også forsvarsbygg (Byggherre) var med å lete. Sintef ble også etter hvert koblet inn og det ble brukt en million kroner hos Sintef for å prøve å finne feilen. Svaret på feilen kom sommeren 2010. Hver torsdag kom det informasjon til forsvaret som gikk gjennom en base på Snøhetta. Forsvaret innrømte aldri at det var deres signal som jammet signalene på Hjerkin, men etter de begynte å bruke en annen type signal for informasjonsflyt stoppet problemet helt opp. Grunnen til at forsvaret ikke innrømte det var nok at informasjon var veldig hemmelighetsstemplet.

I 2009 vraket vi en dumper da den skulle kjøre over en bro, men mistet signalet til kommandosentralen grunnet forstyrrelser av signalene. Dumperen kjørte dermed utfor brua og ble et totalvrak, men forsvarsbygg tok ansvaret i 2010 uten at forsvaret selv innrømte at de var deres feil grunnet signalene som kom fra Snøhetta. Dette er den eneste tapet av maskiner på Hjerkin.

I starten kjørte vi dumperen med spaker over fjernstyringen, men hydraulikken var laget til sånn at den automatisk rettet seg opp igjen da en slapp spaken, litt som på en bil når du svinger og slipper rattet.

I oppstartsfasen av prosjektet med fjernstyring var det en del hjemmelagde løsninger og litt «Reodor felgen-løsninger», med mye som var hjemmelaget.

Håvard styrte inni maskina og bygde om slik at de magnetiske ventilene kunne bli styrt elektrisk og gjorde hydraulikkbiten, mens Data Equipment jobbet bare med kommunikasjonsflyten mellom maskina og kommandosentralen. Det var noe artig siden Data Equipment visste lite om hva som skjedde inni maskina, og Håvard visste lite om hvordan kommunikasjonsbiten foregikk.

Teknologien med fjernstyring er utviklet og veldig fornyet fra 2009 helt til i dag. En startet også opp et firma som het Spector Remote året etter kjøpet av Data Equipment. I starten av fjernstyringsfasen brukte en Wi-fi for å kommunisere mellom anleggsmaskin og kommandosentralen. På wi-fi sender og mottaker ble det brukt gyroteknologi fra et selskap som heter Bats. Gyroteknologien gjorde at mottaker og sender alltid stod «Mot hverandre» for å få best mulig wi-fi-signal uansett hvor anleggsmaskinen kjørte..

Når CAT kom med elektriske spaker på sine gravemaskiner, etablerte vi firmaet Steer AS. Grunnet de elektriske spakene trengs det ikke å gjøre noe med hydraulikken lenger, og Steer setter bare opp programvare og kommunikasjonssystemer som gjør at anleggsmaskinen kan kjøres fra kommandosentralen. Steer utviklet både programvaren og maskinvaren i eget hus. I dag ligger Steer langt foran CAT på fjernstyringssystemet, da Steer kan prøve og feile mer i felten enn det CAT har mulighet til. Om CAT skal slippe ut et slikt system må dette fungere 101% siden CAT allerede er et såpass stort selskap som firmaer har høye forventninger til, mens Steer kan prøve å feile noe mer.

Fjernstyringsteknologien til Steer kan monteres på hvilken som helst maskin, enten det er Volvo, Hitachi eller andre merker.

Steer finner nye problemer hver uke, og det er hele tiden en utvikling og forbedring i hvordan systemet fungerer.

Steer har nå miniversjon av en dumper, som de tester de autonome løsningene sine på. Løsningen innehar teknologi som både radar og Lidar.

Steer har et forsprang grunnet at de har begynt utviklingen «i riktig ende». De har fått være med selv og brukt teknologien masse på Hjerkinnsprosjektet, og kan utvikle det etter hvert som det brukes i praksis. På Hjerkinns er det kjørt cirka 40 tusen timer med fjernstyring allerede, så her har det kommet mye god erfaring.

Hadde det ikke vært for at forsvarsbygg gav Gjermundshaug tilbudet på Hjerkinns den gang, tror jeg aldri at Gjermundshaug hadde drevet med slik teknologi. Heldigvis er Gjermundshaug en stor regional anleggsbedrift som kan ta risikoen og kostnadene ved en nyutvikling av fjernstyringsteknologi.

Steer og Gjermundshaug har hatt besøk av blant annet Volvo og Cat som selv bruker store ressurser på å utvikle eget teknologi, innen fjernstyrte og fullautonome maskiner. Fordelen vår er at vi selv bruker maskinene i tillegg til at vi utvikler den. Vi kjenner derfor godt til behovene, og kan umiddelbart teste nye løsninger ute på anlegget. Dette tror jeg er en stor fordel i forhold til produsentene, som ligger langt bak oss teknologisk. Det at vi har et lite team som utvikler i forhold til produsentene tror jeg ikke er noen ulempe. Vi har bare på Hjerkinns ca. 40 000 fjernstyrte maskintimer.

Steer har utviklet autonome løsninger for store trucker, og denne er nå i ferd med å lanseres hos en kunde i Bergen. Tre maskiner skal være i full drift i løpet av året og den første CAT 772'en ble ferdigstilt i dag (24.02.2021) og er i full gang med testingen.

Det at vi begynte med fjernstyrte maskiner er litt tilfeldig. Hadde vi ikke kommet over prosjektet på Hjerkin, samtidig som vi var store nok til å kunne ta risikoen med å satse på det, hadde vi trolig ikke drevet med det.

### 7.1.3 Intervjureferat 170221 Pål Ligård-Gjermundshaug

<b>Bachelorprosjekt 2021: Fjernstyrte/Autonome anleggsmaskiner.</b>		
Uformell prat med med Pål Ligård angående bachelor		
Dato 17.02.2021	Sted: Grundsetmoen Gjermundshaugs kontor	Tid 12:50-13:20

<b>Deltakere:</b>
Tormod Frengstad
Sondre Jensen Toen
Pål Ligård

<b>Saksliste:</b>	
SAK	TEKST/SPØRSMÅL
1	Hvilke kommunikasjonssystem blir brukt mellom maskin og kommandosentral?
2	Hvilke sikkerhetssystemer har bruker enn om det skal oppstå feil?
3	Hva vekter mest HMS, Miljø eller Økonomi ved bruk av autonome maskiner.

4	Framtidsutsikter ved f.eks bruk av fjernstyrt ved opprydning av ras eller annet?
5	Aktuelle eksterne kontaktpersoner
6	Aktuelle interne kontaktpersoner
7	

SAK	SVAR
1	På Hjerkins ble det brukt Wi-fi, men med noen utfordringer da det ble mange ledd med signalforsterking for å nå fram til maskina. 4G løser dette, men det er ikke alle steder hvor dette er tilgjengelig. Fremtidens 5G nett vil også gi ytterligere muligheter mht kommunikasjon. Planen er å bruke 5G når dette systemet blir oppe å gå i Norge.
2	Maskinen stopper opp momentant skulle det skje en feil med kommunikasjonssystemet eller annet. Kommandosentralen sender ut signaler til maskinen og om det da er noe feil i tilbakemeldingen stopper maskinen. Det er også fysiske nødstopper ved maskinen.
3	Inntrykk av at entreprenører vekter like mye HMS og Miljø som økonomi da de bestemmer seg for å gå over til autonome dumpere.
4	Alle entreprenører kan ha utstyrt fjernstyring på sine maskiner. Om en da har en kommandosentral f.eks. midt i Oslo med førere som er kompetente og erfarne med å kjøre fjernstyrt, så kan disse førerne ta over styringen for entreprenørene som trenger fjernstyring. Fjernstyringen kan være deaktivert resten av tiden og trenger kun å brukes ved behov om det er av ønske. Maskinene med fjernstyring kan da være i beredskap for ras eller skred på veier eller annet, selv om de brukes i konvensjonelle anlegg til vanlig.
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Snakke med Arne Stadheim Sjef for brann og redning Romerriktet. Har vært i kontakt med Pål tidligere.</li> <li>- Norsk Stein Europas største brudd Gjelsa i Rogaland. Kan få innspill fra dem. Utforsker muligheten for autonome/fjernstyrte maskiner</li> </ul>

6	<p>Kan også ta kontakt med Ketil Solvik Olsen, styreleder i Steer.</p> <p>Aktuelle maskinførere som har operert fjernstyrt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kevin Trøan</li> <li>- Bjørn Erik Valråmoen</li> <li>- Ronny Skogli</li> <li>- Anders Gjermundshaug</li> <li>- Håvard Thoresen</li> <li>- Arild Grimsgråd,</li> </ul>

#### 7.1.4 Intervjureferat 040321 Håvard Thoresen - Gjermundshaug

<h2>Bachelorprosjekt 2021: Fjernstyrte/Autonome anleggsmaskiner.</h2>		
<p>Intervju med Håvard Thoresen.</p>		
Dato	Sted	Tid
04.03.2021	TEAMS	11:30

<p><b>Deltakere:</b></p>
<p>Tormod Frengstad</p>
<p>Sondre Jensen Toen</p>



### Bakgrunn:

Håvard har vært med på fjernstyring siden oppstarten av Hjerkinnsprosjektet i 2009, og var involvert i prosjektet helt til det ble ferdigstilt i 2020. Det meste av tiden som driftsleder, men var også med å kjøre fjernstyrte maskiner i de første to årene av prosjektet. Håvard har også vært med på andre prosjekter med fjernstyring, og er en av de i Gjermundshaug som har mest erfaring med bruken av fjernstyrte maskiner.

<b>Sakliste:</b>	
<b>SAK</b>	<b>TEKST/SPØRSMÅL</b>
1	Første møte med fjernstyring, litt om oppstart.
2	Er det noen du synes er spesielt utfordrende ved Hjerkinnsprosjektet med fjernstyrte maskiner?
3	Er slitasje på maskiner, mer eller mindre?
4	Tekniske problemer som fører til stillstand (ståtid)? Er det mer eller mindre av dette?
5	Effektivitet ved bruk av fjernstyrte og/eller autonome maskiner?  - Er det jobber som kan gjennomføres like raskt med FM?
6	Hva synes maskinførere om å jobbe fjernstyrt. Motiverte arbeidere?
7	Er det krevende å lære seg å kjøre fjernstyrt? Fordel med erfarne sjåførere fra vanlige maskiner? Eller annen bakgrunn?
8	Kommunikasjonen mellom maskinførere ved bruk av fjernstyring. Er det mindre misforståelser om man sitter i samme brakke og jobber?

9	Finnes det arbeidersonråder der du mener at det kan være hensiktsmessig å bruke fjernstyrte maskiner i kontrakten, hvor dette ikke gjøres i dag?
10	Ergonomi <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sliten av å konsentrere seg foran en skjerm?</li> <li>- Andre ulemper?</li> <li>- Fordeler?</li> </ul>
11	Opplevd uønskede hendelser som kunne ha vært unngått med fjernstyrte maskiner?
12	Er autonome dumpere prøvd på Hjerkin?
13	Tanker rundt et nasjonalt beredskapsbehov for fjernstyrte maskiner? (NVE, NGU, Røde kors etc.) Fjerning av ispropper, skred osv.
14	Bruke fjernstyrte maskiner på jobber der maskina vibrerer eller rister mye for å spare maskinføreres helse?
15	Foreløpig liste med maskinførere som har kjørt fjernstyrt <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kevin Trøan <a href="mailto:Kevin.troan@bga.no">Kevin.troan@bga.no</a></li> <li>- Bjørn Erik Valråmoen <a href="mailto:Bjorn.erik.valramoen@bga.no">Bjorn.erik.valramoen@bga.no</a></li> <li>- Ronny Skogli <a href="mailto:ronny@bga.no">ronny@bga.no</a></li> <li>- Anders Gjermundshaug <a href="mailto:anders@bga.no">anders@bga.no</a></li> <li>- Håvard Thoresen <a href="mailto:haavard@bga.no">haavard@bga.no</a></li> <li>- Arild Grimsgård <a href="mailto:arild@bga.no">arild@bga.no</a></li> <li>- Morten Arne Nordbrenden <a href="mailto:mortenarne@bga.no">mortenarne@bga.no</a></li> </ul>

SAK	SVAR
1	Vi startet opp med fjernstyring i august 2009. Vi begynte å bygge maskinene etter 17. Mai 2009, og var klare på Hjerkin 10. august 2009. Det var pionerarbeid vi drev med på Hjerkin, og det var dermed noe trøbbel i oppstarten som resulterte i mange

	<p>lange dager. Styling av maskinene og bildeoverføringen var det som var trøblete. Det var også fryktelig uvant å kjøre maskinene i starten, og vi hadde ikke lyd eller følelse på hvordan maskina stod. Operatørene måtte lære seg å vite hvordan maskina stod i terrenget. Det er en fordel at maskina står plant når en graver. Vi løste dette med å blant annet lage merker på steiner rundt maskinene som referansepunkter for å vite hvordan maskinen stod i forhold til terrenget. Vi hadde 360 graders kamera så en kunne se maskina ovenfra og ned, dog var det fortsatt vanskelig å se hvordan maskina stod i terrenget. Vi var avhengig av at vi hadde vært og sett området godt på forhånd slik at vi hadde en formening om hvordan terrenget så ut der vi jobba.</p> <p>Å få til bildeoverføringen så det ikke var noe forsinkelse på bildet var vanskelig. Slåen sin sønn var med og brukte utstyr som en hadde brukt i NRK for å få dette til.</p> <p>I dag er det bedre kameraer, så det er lettere å se hvordan maskina står. Lang utviklingsprosess.</p>
2	<p>Avstand har vært spesielt utfordrende på Hjerkinprosjektet. Kjørte fjernstyrt på 5,5km. Måtte ha oppe mellomkoblinger da på grunn av lang avstand. En må også vite litt om produktene så det blir riktig satt opp. I dag har vi flinke datafolk som driver med dette hele tiden og kan det.</p>
3	<p>Ikke merka noe til mer slitasje eller annet ved å kjøre fjernstyrt. Dette kan skyldes at maskinførerne vi har brukt er erfarne, og flinke til å passe på utstyret.</p>
4	<p>Godt forbausende bra. Det blir litt lengre ståtid med fjernstyring, når ting skal fikses. Tror heller ikke det blir mer slitasje på maskinene når en kjører fjernstyrt. Når en fikk faste folk så gikk dette av seg selv, og en var borte et par turer om dagen for å sjekke maskinene i person.</p>
5	<p>Effektiviteten er god på fjernstyrte maskiner. Har en drevne maskinførere så er det like effektivt som å kjøre konvensjonell anleggsmaskin.</p>
6	<p>De som har vært med å kjøre fjernstyrt har vært motiverte og produsert bra. De synes det er spennende å jobbe med, samtidig som det er en utfordring. Men det er</p>

	<p>ikke for alle å kjøre fjernstyrt. Vi har hatt ca. 6 maskinførere som har prøvd å kjøre fjernstyrt, men som etter kort tid innså at dette ikke fungerte for dem. Det at de satt foran en skjerm, og ikke ute i maskina og kjente på hvordan maskina sto i terrenget er nok en av hovedgrunnene til at det ikke fungerte for dem. Det å sitte såpass konsentrert foran en skjerm passer rett og slett ikke for alle.</p>
7	<p>Jeg ser det som en fordel at en lærer å kjøre konvensjonelle anleggsmaskiner før en begynner å kjøre fjernstyrt. Dog er det ikke gitt at en blir god på å kjøre fjernstyrt selv om man er flink til å kjøre konvensjonell maskin.</p> <p>Har et eksempel med en maskinfører som starten som lærling i Gjermundshaug med vanlige maskiner. Vi hadde lite tro på han, og så for oss at han ikke ble værende særlig lenge. Det er ikke alle som egner seg i denne jobben. Han begynte etter hvert å kjøre fjernstyrt, og er i dag den beste maskinføreren vi har på fjernstyring. Han er også blitt god på konvensjonelle maskiner.</p> <p>Som tidligere nevnt er det ikke alle som egner seg til fjernstyring, og det er bare en måte å finne ut av det på, og det er å prøve. Det er ikke alle som takler det å sitte bak en skjerm, en må ha være skjerpet og konsentrert hele tiden, og det er ikke alle som takler dette.</p>
8	<p>Jeg tror det generelt er mindre misforståelser når en sitter ved siden av hverandre i en brakke og jobber. Det er lettere å kommunisere og dette ser jeg som en fordel. En må dog være strukturert å flink å konsentrere seg så en ikke blir sittende og småprate for mye under arbeidet. Dette har ikke vært noe problem hos oss. Maskinførerne er såpass drevne at de tilpasser småpratene med sidemann slik at det ikke går utover produktivitet, sikkerhet osv.</p>
9	<p>Alle plasser der en kan unngå å sette liv i fare mener jeg det burde blitt brukt fjernstyring. Ved bruk av fjernstyring er HMS i høysete da en ikke setter operatøren i noen fare. Rydding av snøras, steinras/skred og alle slike ting burde blitt kjørt</p>

	<p>fjernstyrt for å fjerne operatøren fra denne risikoen. Jeg ser også muligheten for å ha fjernstyrte maskiner i beredskap på driftskontrakter på rasutsatte veier, da en kan raskt gå inn å rydde veien før en geolog har klarert området, slik at veien kan åpnes umiddelbart etter veien er klarert og spare mye samfunnsøkonomiske kostnader på å holde veien stengt. Kostnaden er ikke stor i forhold til det å utsette et menneskeliv for fare.</p>
10	<p>En kan bli sliten i hode etter å ha kjørt fjernstyrt framfor en skjerm hele dagen. Noen operatører tålte ikke dette like godt, og vi måtte dermed sette inn noen andre til å kjøre fjernstyrt. Dog venner en seg til dette etterhvert så en ikke blir så sliten, og skjermene og kameraene er bedre i dag, noe som gjør problemet mindre.</p> <p>En slipper unna plagene en kan få i rygg og nakke pga. risting og vibrasjoner i maskina, da det ikke er noen risting eller vibrasjoner i brakka. Jeg tror det finnes mange jobber der en kunne spart operatøren for risting og vibrasjoner ved å heller valgt å kjøre fjernstyrt maskin. Et godt eksempel er dumperkjøring, der det ofte er mye skrangling og risting når en kjører hele dagen. Produktiviteten er ikke mye mindre med fjernstyring, slik at om en har jobber som over tid kan medføre helseplager hos maskinførerne, ser jeg det som fornuftig å kjøre fjernstyrt slik at en unngår risikoen for at maskinførerne ødelegger helsa.</p>
11	<p>Uønsket hendelser:</p> <p>Bilde ble kraftig forsinket da en operatør satt med fjernstyring og lasta i et sorteringsverk på Melhus. Dette resulterte i at operatøren kjørte bom og stikke til værs så maskinen veltet og gikk på hodet. Ingen personskade, og maskinen ble raskt satt inn igjen i produksjon etter reparasjoner.</p> <p>En annen uønsket hendelse var en dumper som mistet bildesignal og gikk i elva på Hjerkin. Dumperen var på vei over ei bru da den mistet signalet og endte dermed opp i elva. Det var dog ingen dieselutslipp eller annet.</p>

	<p>Det har ikke vært noen personskader når det har blitt kjørt fjernstyrt. Bare materielle kostnader i utviklingsfasen.</p> <p>Alle maskiner som mister styringssignalet i dag stopper med en gang. Om f.eks. en dumper skulle miste signal i 30km/h slår håndbrekket seg på umiddelbart og dumperen bråstopper. Slik jeg ser det er det den eneste fornuftige løsningen, dersom det skulle oppstå en feil.</p>
12	<p>Vi brukte Semi-Autonome dumpere på Hjerkinn. Dumperne kjørte 5km av seg selv på GPS, dog kunne de bare kjøre i 13km/h grunnet GPS-signalet, som ble unøyaktig ved høyere hastighet. Når dumperen kom til tippet gikk operatøren inn og tippet lasset ved hjelp av fjernstyring. Det satt en operatør og passet på hver dumper, men dumperne kjørte selv til tippet.</p>
13	<p>Jeg tror absolutt fjernstyrte anleggsmaskiner kan være aktuelt som i en nasjonal beredskapsordning. En slipper da å utsette personer for fare, og om en maskin blir ødelagt spiller det liten rolle i forhold til et menneskeliv. Maskina kan jo brukes daglig selv om den er i beredskap.</p>
14	<p>FLERE TING FOR OPPGAVEN:</p>

### **7.1.5 Intervjureferat 040321 Øystein Menes – Norges Vassdrag og Energidirektorat**

**Bachelorprosjekt 2021: Fjernstyrte/Autonome anleggsmaskiner.**

Intervju med Øystein Menes, NVE anlegg SVAN		
Dato	Sted	Tid
04.03.2021	TEAMS	12:00

<b>Deltakere:</b>
Tormod Frengstad
Sondre Jensen Toen
Øystein Menes

<b>Saksliste:</b>	
<b>SAK</b>	<b>TEKST/SPØRSMÅL</b>
1	Typiske arbeidsoppdrag dere driver med?
2	Hvor er typiske oppdrag?
3	Størrelse på egen maskinpark, antall og type?
4	Tanker etter presentasjonen med Gjermundshaug/Steer? <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sikkerhet</li> <li>- Ergonomi</li> <li>- Færre andre sikkerhetstiltak</li> </ul>
5	Typiske HMS-utfordringer på prosjektene dere gjennomfører?
6	Hvilke av utfordringene i spm. 5 kan eventuelt løses med fjernstyrte maskiner?

7	<p>Hvilke arbeidsoperasjoner ser dere for dere at fjernstyrte maskiner kan bli brukt?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Skred/ras- &gt; (Sikring, opprydding osv.)</li> <li>- Farlig overliggende terreng, steinsprang osv.</li> <li>- Ispropper</li> <li>- Dårlige grunnforhold</li> <li>- Is/vannrelaterte jobber, moloer, flom, flom-sikring,</li> <li>- Snø-&gt; Fjerning av skavler, snøskred</li> </ul>
8	<p>Tanker rundt at maskinførere og funksjonærer kan sitte i samme brakke mens oppdrag gjennomføres?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fordeler</li> <li>- Ulemper kontra at maskinførerne sitter i hver sin hytte?</li> </ul>
9	<p>Har dere hatt uønskede hendelser som kunne ha vært unngått med fjernstyrte maskiner?</p>
10	<p>Aktuelt med fjernstyrte maskiner under opprydningsarbeidet på Gjerderum?</p>
11	<p>Aktuelt å kreve fjernstyring av innleide entreprenører i framtiden?</p>
12	<p>Tanker rundt en nasjonal beredskapsordning?</p>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vi leier inn mye underentreprenører nå. For 3-4 år siden var vi oppe i 50 mann, men nå er vi 25.</li> <li>- Formålet med avdelingen vår er at vi skal være spesialister i det vi skal drive med og bygge opp en ekspertise i entreprenørmiljøet ved å lære opp lokale entreprenører til å kunne håndtere spesialoppdrag.</li> <li>- Før hadde vi alt arbeidet selv, men nå er det mer tilskuddsordninger. Kommunene kan søke om tilskudd for å få utført et oppdrag i egen regi, dog har ikke alltid kommunene kapasitet og ekspertise på flomarbeid etc.</li> <li>- NVE kan komme og hjelpe prosjektet til kommunene med å sende inn ekspertise. Et eksempel kan være at vi sender inn en arbeidsleder eller formann som viser hvordan ting må gjennomføres.</li> <li>- På et ordinært anlegg i dag har vi en av våre egne maskiner som styrer arbeidet, mens det er flere underentreprenører som også er med i produksjonen. Vi lærer så opp underentreprenørene til å gjøre jobben selv senere.</li> <li>- Våre menn i NVE er erfarne maskinførere og har lært hvordan en skal håndtere slike spesielle oppdrag med «learning by doing» prinsippet. Dog blir alltid noen førere flinkere enn andre.</li> </ul>
--	--

SAK	SVAR
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vi har 20 maskinførere</li> <li>- Vi er 25 mann fordelt på 4 regioner.</li> </ul>
2	
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vi har 20 gravemaskiner, + hjelpemaskiner og mindre maskiner. Eksempelvis gravemaskin med lang stikke brukt på Gjerdrum.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- NVE har beredskapsfunksjon og anleggseksjonen er viktig i den sammenheng. Det å lære opp lokale entreprenører som kan stille raskt i en krisesituasjon er og viktig.</li> </ul>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vi hadde en liten diskusjon innad i NVE etter presentasjonen. Teknologien virker interessant, og det virker som det er lett å få til, spesielt på nye maskiner. I spesielle forhold kan dette være interessant å prøve, og da vil jeg trekke fram fjerning av ispropper som et alternativ der dette kan være relevant.</li> <li>- Ved sikring av den høye raskanten på Gjerdrum kunne dette også blitt brukt.</li> <li>- Teknologien kan virke aktuelt i alt fra snøskred til steinskred.</li> <li>- HMS sitter i høysetet om dagen og blir mer og mer av. Det er ganger der en ikke får satt i gang opprydningsarbeid på grunn av liv og helse, her kunne fjernstyringsteknologien vært interessant.</li> </ul>
5	<p>Typiske utfordringer vi kan ha i forholdt til HMS, og spesielt sikkerhetsaspektet i HMS kan f.eks. være:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En må ut i en stor elv og sikre denne. Da må en passe på at maskina står trygt i elva og ikke blir undergravd av strømmen så den blir tatt med av elva.</li> <li>- Om vinteren kan det være is og glatt og vanskelig å komme seg fram med gravemaskin eller annet utstyr.</li> <li>- Fjerning av overliggende stein.</li> <li>- I kvikkleira kan det være risiko for at maskina synker nedi.</li> </ul>
6	Se Spørsmål 7

7	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vi ser for oss at ved sikring av ras, og i leteaksjoner der det er fare for nye ras kan fjernstyrte maskiner være aktuelt.</li> <li>- Å ta ned eventuelle ting som kan rase ned i vei eller annet kan dette også brukes  til.</li> <li>- Ved snøskred der det kan være biler eller annet som er tatt av skredet, og det er fare for nye skred så kan vi se for oss at fjernstyringsteknologien kan bli brukt for å lete etter disse.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ved fjerning av ispropper kan det være veldig relevant å bruke fjernstyrte maskiner. Det er mye energi lagret i elva når det danner seg ispropp, og det kan være en risiko når denne skal graves vekk.</li> <li>- Alle situasjoner der en må tidlig inn å rydde for å lete etter personer eller annet, men der det er fare for nye skred/ras eller steinsprang kan det være aktuelt å sende inn fjernstyrte maskiner, da en ikke risikerer menneskeliv.</li> </ul>
8	<p>Må være en fordel og kunne sitte sammen så det er lettere og diskutere.</p> <p>Informasjonsflyten kan gå raskere i tidskritiske oppdrag. Ser ingen bakdel ved dette.</p>
9	<p>Kan hende det har vært noen, enten hos NVE eller underentreprenører, men kan ikke si det på stående fot.</p>
10	<p>Dette kan være aktuelt, men nå har dette raset allerede gått og det går ikke en gang til. Dog var bruddkanten 34meter på det høyeste, og om en må fram på en slik kant for å sikre denne kunne fjernstyring ha vært aktuelt.</p>
11	<p>Kan være aktuelt om det er et prosjekt der en ser at risikoen for at noe skal skje med maskin og operatør er stor.</p>
12	<p>På helt fritt grunnlag tror jeg at dette kan være aktuelt. En kan få en oversikt over hva som finnes av entreprenører som har slik teknologi og ha disse maskinene i beredskap. Kanskje en også kan ha slikt utstyr selv som en raskt kan sende ut til entreprenører så de kan bruke dette der det er nødvendig.</p>

## 7.1.6 Intervjureferat 110321 Erlend Gjørund – Norsk Stein AS

<b>Bachelorprosjekt 2021: Fjernstyrte/Autonome anleggsmaskiner.</b>		
Intervju med Norsk Stein angående mulig satsning på fjernstyrte og fullautonome anleggsmaskiner.		
Dato	Sted	Tid
11.03.2021	TEAMS	14:00-15:00

<b>Deltakere:</b>
Tormod Frengstad
Sondre Jensen Toen
Stian Johansen, HMS-sjef.
Erlend Gjørund, avdelingsleder i bruddet

<b>Saksliste:</b>	
<b>SAK</b>	<b>TEKST/SPØRSMÅL</b>
1	Introduksjon, litt om daglig drift på anlegget.
2	Maskinpark <ul style="list-style-type: none"><li>- Hvilke typer maskiner har dere på deres anlegg?</li><li>- Hvor mange maskiner har dere av de forskjellige typene?</li></ul>

3	<p>Tanker etter presentasjon av teknologien til Gjermundshaug/Steer?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hva er fordelene dere tenker kan være ved bruk av teknologien?</li> <li>- Hva er ulempene dere tenker kan være ved bruk av teknologien?</li> </ul>
4	<p>Utfordringer i forhold til HMS på anlegget?</p>
5	<p>Hvilke av utfordringene i spm. 5 kan evt. løses med fullautonome/fjernstyrte maskiner?</p>
6	<p>Har dere hatt uønskede hendelser i konvensjonell drift som kunne vært unngått med</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fjernstyrte maskiner?</li> <li>- Fullautonome maskiner?</li> </ul>
7	<p>Fjernstyrt borerigg</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hva er hovedgrunnen til interessen for fjernstyrte borerigger?</li> <li>- Sikkerheten til operatør bli bedre?</li> <li>- Ergonomien til operatør bli bedre?</li> <li>- Effektiviteten og lønnsbesparelsen?</li> <li>-</li> </ul>
8	<p>Tanker rundt fullautonome maskiner og de ansatte. Vil det føre til økt produktivitet eller fungere som et utgiftbesparende tiltak med tanke på lønnskostnader?</p>
9	<p>Hvor mye tror dere effektiviteten vil øke med bruk av fullautonome tipptrucker?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kan operere flere maskiner pr. ansatt</li> <li>- Muligheten til å ha maskin i drift større deler av døgnet?</li> </ul> <p>Kommunikasjon mellom truckene som gjør at de tilpasser seg hverandre og kan optimalisere produksjonen.</p>
10	<p>Hva er hovedgrunnen til at dere vurderer å investere i fullautonome og fjernstyrte maskiner på deres anlegg?</p>
11	<p>Har dere en antagelse på reduserte drivstoffkostnader ved bruk av autonome trucker kontra konvensjonelle?</p>

SAK	SVAR
1	<p>Europas største pukkverk, og produserer ca. 12 millioner tonn med pukk i året. For å få et perspektiv på størrelsen er det ca. 2500 lastebillass i døgnet. Fra bruddet har vi 850 skipsavganger i året, og gjør Jelsa havn til den 3. mest aktive havnen i Norge. Vi har døgndrift på anlegget. Vi borer og sprenger i dagbruddet, så kommer det gravemaskiner å pigger de største blokkene. Videre lastes steinen opp på dumper med enten hjullaster eller graver og kjøres ned til grovknuseren. Her går det 5 tipptrucker i skytteltrafikk</p> <p>til grovknuseren. Det er disse 5 tipptruckene som vi ser på muligheten til å autonomisere. Grovknuseren har en kapasitet på 3000 tonn/time før det sendes videre på transportbånd og siktes/knuses/fordeles etter fraksjoner. På anlegget har vi produksjon hele året utenom røde dager. Anlegget står primært på dagtid, og da gjennomfører vi inspeksjoner og vedlikehold på utstyret. Anlegget er i drift hele året med unntak av røde dager.</p>
2	<p>Maskiner:</p> <p>7 stk. tipptrucker på ca. 100 tonn</p> <p>4 stk. hjullastere på ca. 100 tonn</p> <p>1 stk. graver på ca. 90 tonn</p> <p>1 stk. graver på ca. 70 tonn</p> <p>1 stk. graver på ca. 50 tonn</p> <p>2 stk. gravere på ca. 20 tonn</p> <p>2 stk. hjulgraver på ca. 15 tonn</p> <p>1 stk. veghøvel</p> <p>3 stk. 988 hjullastere på 55 tonn brukt til lasting av båt</p>

	<p>For oss så er det tipptruckene som med tiden er aktuelle å operere autonome. Her er arbeidsoppgavene repeterende, med lasting i bruddet, kjøring og tipping i grovknuseren. Da kan han som sitter og laster i bruddet sette et punkt hvor han vil ha plassert dumperen når han skal laste, resten går helt av seg selv.</p> <p>Tiptruckene er av type CAT 777 og Komatsu 785-7, med nyttelast på ca. 100 tonn, der dumperkassa rommer ca. 65 m<sup>3</sup></p>
3	<p><b>Fordeler</b></p> <p>Fordelen med å kunne bruke fullautonome dumpere er flere. I motsetning til mennesker blir ikke programvaren ukonsentrert eller sliten. En kan eliminere menneskelige feil. Samtidig kan en skjerme maskinførere fra støy, støv og påkjenninger. Dumperne går i skytteltrafikk mellom grovknuser og bruddet. Under opplastning kan det bli store påkjenninger på maskinen, særlig i det første skuffen fra hjullastere slippes opp i det tomme planet på dumperen. Det kan også være at hjullastersjåføren er uheldig og slår ned på karmen eller dumperkassa, som medfører hopping i førerhytta. Her jobbes det også med alternative løsninger med bruk av gummi for å unngå påkjenninger. Men kan en trekke førerne ut av kjøretøyet er det en bedre løsning.</p> <p><a href="https://www.at.no/anlegg/479631">https://www.at.no/anlegg/479631</a> -&gt; gummi I dumperkassa</p> <p><b>Ulemper</b></p> <p>Den største ulemper slik vi ser det er at fleksibiliteten blir mindre. Det hender at vi skifter lasteplass opptil flere ganger i løpet av et og samme skift, og da må ruta dumperen skal kjøre legges inn på nytt. Det er også en ulempe at det ikke sitter noen i kjøretøyet som overvåker at alt går riktig for seg. Det kan være at en maskinfører ser at det er noe feil med kjøretøyet han møter, og melder ifra om dette, eller at det er stein i vegbanen som bør fjernes. Slike tilfeller blir vanskeligere å oppdage. Vi er</p>

	<p>også avhengig av at oppetiden er like god som ved konvensjonelle maskiner. Stans i driften er kostbart, og vi er derfor avhengig av at systemene fungerer. Vi må få testet ut at sensorer fungerer slik de skal, som for eksempel at det ikke legger seg søle og skit. foran sensorer og setter 4-5G signal ut av spill.</p>
4	<p>Risting, støv og vibrasjoner er utfordringer som følger med et steinbrudd, og som man kan unngå dersom en trekker sjåførene ut av førerhytta. Sett fra et miljøperspektiv kan vi få ned CO<sub>2</sub>-utslipp med at dumperne samhandler slik at det legger opp kjøringen mest mulig taktisk for å få ned utslippene. Hvis en dumper ser at den må stå å vente på å tippe i grovknuseren, vil den kunne ta ned farten og kjøre mest mulig drivstofføkonomisk fram til knuseren istedenfor å kjøre full gass for så å stå å vente ved tippen. Det kommer også mer og mer avgifter knyttet til CO<sub>2</sub> så vi tror det lønner seg å være tidlig ute med å få ned utslippene.</p>
5	<p>Vi har et godt arbeidsmiljø. Sjåførene er flinke til å ta seg pauser der de går ut i friskluft dersom de har behov for det. Men det er alltid en risiko med mennesker som operer i maskinene. Det er en risiko at sjåfører kan sovne eller får et illebefinnende mens de kjører. Denne risikoen slipper vi med autonome maskiner.</p>
6	
7	<p>Vi har pr. dags dato 5 borerigger på anlegget og vi ser på muligheten for at disse kan opereres fjernstyrt. Løsningen vi har sett på da er at en person kan operere 3 maskiner samtidig, og vi frigjør sånn sett to personer som vi kan bruke på annet arbeid som f.eks. vedlikehold. En pall består av ca. 450 borehull på ca. 15 meter hver så det blir en del boring. På boreriggene vi bruker skjer stangbytte automatisk slik at det eneste han som operer maskinen trenger å gjøre er å flytte maskinene, og overvåke prosessen.</p> <p>Vi har allerede en maskin som opereres fjernstyrt. Dette er en graver utstyrt med rippertann som vi bruker ved grovknuseren dersom steiner skulle kile seg fast. Her sitter maskinføreren varmt, tørt og trygt i kontrollrommet med god oversikt til maskina.</p>



	<p>Borerigg bråker mye, og det støver mye slik at det å få førerne ut av hytta vil fremme god HMS. Da slipper man eksponering svevestøv som blant annet inneholder kvarts. Programvaren gjør jobben like bra som føreren, slik at man kan prioritere å ivareta helse og sikkerheten til de ansatte. Det å frigjøre 2 stk. maskinførere fra boreriggene fører også til økt effektivitet da disse kan gjøre andre arbeidsoppgaver som f.eks. vedlikehold.</p>
8	<p>Vi ser for oss å flytte rundt på ressursene istedenfor å kutte ned på mannskap. Vi går ikke tom for arbeidsoppgaver, men kan i stedet utnytte ressursene bedre. Mekanisk vedlikehold og inspeksjoner kan ikke automatiseres på samme måte som en dumper. Kan man frigjøre maskinførere fra dumperkjøring kan disse brukes til vedlikehold og inspeksjoner av utstyr. Vi ser potensiale hos oss på at vi kan få ned antall driftsstanser med mer vedlikehold og inspeksjoner. Vi omsetter årlig for ca. 1 mrd. Som medfører at en stans i driften koster mye penger. Vi kan også i teorien øke antall timer med produksjon i døgnet.</p> <p>Under produksjon har vi 10 maskiner i drift, 4 prosessanlegg og flere kilometer med transportbånd. Dersom f.eks. et transportbånd ryker og fører til at hele anlegget blir stående, koster det oss mye penger.</p> <p>Ved innfasing av eventuelle autonome tipptrucker ser vi for oss å begynne å bygge om en tipptruck, i første omgang for å gjøre oss noen erfaringer. Erfaringer rundt både sikkerhet, effektivitet, oppetid og kostnad. For oss er det også nødvendig at vi har muligheten til å operere tipptruckene konvensjonelt, da blir de mer fleksible.</p>
9	<p>Ikke regnet på det, og har heller ikke tall fra andre, men i størrelsen vi driver utgjør 1 prosent hit eller dit mye penger. Kan nevne at vi har et tosifret antall millioner i drivstoffutgifter i året, slik at om en kan redusere med f.eks. 3% vil det kunne bli snakk om større beløp. Vi har data på tomgangskjøring, så det kan vi måle på dumperne som blir kjørt fullautonome å sammenligne. Som tidligere nevnt kan en</p>

	<p>eventuell frigjøring av mannskap overføres til vedlikehold og inspeksjoner av utstyr. Dette er et skadeforebyggende tiltak som kan forhindre driftsstanser senere. Stopp i driften er dyrt, og kan man få ned nedetiden med 1% vil det utgjøre store beløp.</p> <p>Med mindre dumpere enn vi har vil implementeringen blir for dyr. Våre ligger i prisklassen på rundt 10 millioner i innkjøp. Må opp i veldig dyre maskiner før implementeringen blir en liten nok prosent til å kunne forsvares.</p>
10	<p>Vi er eid av Heidelberg Cement som satser på miljøvennlige løsninger. De har blant annet satt som arbeidsmål å ha null utslipp fra betongprodukter sett fra et livsløpsperspektiv. Dette skal de oppnå ved bruk av karbonfangst, som de allerede i dag satser på. Vi er tjent med et mildere utslipp, da miljø og økonomi går hånd i hånd. Vi har pr. i dag en hybrid hjullaster på 60 tonn som kan ta vare på energien som ellers går til spille.</p>
11	<p>Ikke regnet på det, men som tidligere nevnt utgjør små prosentandeler mye.</p>
12	<p>Annet:</p> <p>AF decom eller AF, Tester autonome på mindre utstyr som asfaltvalser.</p>

## 7.1.7 Intervjuføret 190321 Jon Roger Sørvang – Statens Vegvesen

### Lofoten

<b>Bachelorprosjekt 2021: Fjernstyrte/Autonome anleggsmaskiner.</b>		
Innkalling og intervjufoeret fra byggeleder driftskontrakt Lofoten		
Dato	Sted	Tid
18.03.2021	Teams	14:00-15:00

<b>Deltakere:</b>
Jon Roger Sørvang
Tormod Frengstad
Sondre Jensen Toen

<b>Saksliste:</b>	
<b>SAK</b>	<b>TEKST/SPØRSMÅL</b>
1	Litt om bakgrunn, vegstrekninger som inngår i driftskontraktene osv,
2	Typiske utfordringer på kontrakten?
3	Utsatt for? <ul style="list-style-type: none"><li>- Snøskred?</li><li>- Steinsprang?</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jordskred?</li> <li>- Dårlige grunnforhold?</li> <li>- Ispropper?</li> <li>- Is/vannrelaterte jobber?</li> <li>- Snø/fjerning av skavler?</li> <li>- Iskjøving?</li> </ul>
4	<p>Stengte vegstrekninger som følge av faktorer nevnt i spm. 3?</p> <p>I så fall:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hvor lenge?</li> <li>- Kostnader opprydding</li> </ul> <p>Måtte det klareres av fagpersonell før en kunne sende inn mannskap for opprydding?</p>
5	Noen av faktorene i spørsmål 3 du tror kunne ha vært løst lettere med fjernstyrte maskiner?
6	Har du erfart situasjoner der det ikke har vært forsvarlig å sende inn maskin med fører på grunn av sikkerheten til maskinføreren?
7	Erfart uønskede hendelser som kunne ha vært unngått dersom en hadde fjernstyrte maskiner tilgjengelig
8	Tall på samfunnsøkonomisk kostnad på stenge veger?
9	Har du noen eksempler på jobber der du mener en burde hatt en fjernstyrt maskin?
10	Tanker om å ha krav til fjernstyrte maskiner i driftskontrakten?
11	Tanker om en eventuell nasjonal beredskapsordning med fjernstyrte maskiner?
12	

SAK	SVAR
1	Fylkesvei 805 ut til Myrland er Norges mest rasutsatte vei. Denne veien går ut til de 15 innbyggerne som bor der og på veien går det ras/steinsprang daglig. Om

sommeren camper mennesker midt i rasområdene, og det er en del trafikk som går ut dit på grunn av turisme sommerstid.

Jeg tror det kunne vært aktuelt og bruke fjernstyring for å rydde rasene på denne veistrekningen.

På strekningen må en kjøre daglig å plukke stein pga. steinsprang.

Når vi skal rydde et ras står det en vakt utenfor rasområdet og følger med. Om det kommer mer stein ned skal en klare og komme seg unna kjapt, og en har derfor direkte samband med han som kjører maskina i rasområdet.

Det har skjedd at det kommer mer stein ned mens en rydder og en må få maskin og personell ut av området raskt.

I området vårt går det ca. 70/90 ras per vinter (snørike vintre), mesteparten er på veien ut til Myrland.

På Myrland kan det gå ras daglig når det er mye snø.

I senere år har det kun vært stengt i opptil en uke, men før da det var mere snø kunne det bli stengt i opptil to uker på veistrekningen til Myrland.

	<p>En har dog helikopter så en kan frakte mat ut til de fastboende som bor der om stengingen skulle vare lenge.</p>
2	<p>Arbeid i rasområdet mot Myrland er en utfordring for oss. Her er det en stor utfordring å ivareta HMS'n grunnet den høye skred/rasfaren.</p>
3	<p>Snøskred, Steinsprang/skred er dominerende på vår kontrakt.</p> <p>Det ligger nærme havet og er mye mildt vær om vinteren så vi er lite plaget med ispropper og annet.</p>
4	<p>Det kan bli stengt i opptil en uke på Myrlandsveien når skredfaren er på det verste.</p> <p>Vi har en regel som sier at om steinen som kommer ned har over 0,5 meter sidekant skal det ligge i 24 timer før en kan gå inn med maskiner og rydde på Myrlandsveien.</p> <p>Lite kostbart å rydde rasene på Myrlandsveien. Bruker ca. 20.000 kroner på å rydde raset i snitt per gang.</p> <p>Geologer er tilgjengelig som en kan rådføre seg med om forholdene er usikre.</p>
5	<p>Lettere å sende inn fjernstyrt maskiner i rasområdet. Da slipper en å tenke på og ta i bruk geologer og HMS'n til maskinføreren er bevart. En må dog passe på at det ikke blir materielle kostnader også, som f.eks. at maskina blir tatt av raset og sendt ut i havet.</p>
6	<p>Det er en 24 timers regel en følger i instruksen.</p> <p>Om stein kommer ned er større en 0,5 meter i sidekant skal det ligge i 24 timer før en sender inn maskin. Regelen er satt av geologene. Småstein som er mindre 0,5 meter sidekant kan en gå inn å rydde vekk med en gang</p>

7	<p>Har vært heldig å ikke hatt uønskede hendelser på denne strekningen. Dog har det gått ras ved enn 2/3 tilfeller der en måtte trekke seg raskt ut når en drev og ryddet opp i tidligere gått ras. Denne faren hadde vært mulig og unngått ved bruk av fjernstyrt maskin.</p>
8	
9	<p>Ved rydding av snøras og steinskred kunne en brukt fjernstyrt maskin på kontraktene her oppe.</p> <p>Lite flom og ispropper. Sjeldent det fryser grunnet mildt vær</p>
10	<p>Det er allerede lyst ut en driftskontrakt til 0,5 milliarder. Tilbudsåpning var 16.03.21</p> <p>Var med masse miljøkrav i kontrakten, blant annet krav til at anleggsmaskiner har «Steg 5» motor for mindre utslipp.</p> <p>At teknologien med fjernstyrte anleggsmaskiner er tilgjengelig nå, vil vi ta med i neste korsvei ved eventuelt ny kontrakt.</p> <p>Ser ikke bort fra at fjernstyrings teknologien kunne blitt brukt i en slik kontrakt for å rydde ras/skred.</p>
11	<p>Bør ta kontakt med Ole Andre Helgaas.</p> <p>Kan tenke meg at det er store samfunnsøkonomiske kostnader oppe i Tromsø når en må stenge veier pga. ras.</p>

	<p>Vet en har hatt uhell der oppe når et snøras tok med en hjullaster ut i sjøen og en operatør omkom. Tror hendelsen fant sted på Europa vei 8 (E8)</p> <p>Da veien ut til Myrland er en fylkesvei må nå fylket avgjøre hvilke krav som stilles i denne kontrakten. Eventuelt om det skulle vært krav om f.eks fjernstyrte anleggsmaskiner for beredskap til rydding av ras på denne veien.</p> <p>Har noen raspunkter på E10'n som vi har ansvar for nå. Er rimelig sikker på at en kunne fått medhold i å ta inn maskin med fjernstyring for rydding av ras.</p>
12	

**7.1.8 Intervjuførelse 060421 Bjørn Vegard Løkstad og Pål Skovli  
Henriksen-Forsvarsbygg**

<p><b>Bachelorprosjekt 2021: Fjernstyrte/Autonome anleggsmaskiner.</b></p>		
<p>Innkalling og intervjuførelse</p>		
Dato	Sted	Tid
06.04.2021	Skype	12:00-13:00

<p><b>Deltakere:</b></p>



Tormod Frengstad
Sondre Jensen Toen
Pål Skovli Henriksen
Bjørn Vegard Løkstad

<b>Sakliste:</b>	
<b>SAK</b>	<b>TEKST/SPØRSMÅL:</b>
1	Litt kort om deres bakgrunn og deres innflytelse i prosjektet.
2	<p><b>Før anleggsstart</b> (dersom dere var med/har kjennskap til prosessen)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hvilke krav ble stilt i kontrakten?</li> <li>- Ble det sett på andre muligheter enn å benytte fjernstyrte maskiner?</li> <li>- Teknologien fantes ikke før prosjektet. Hva skulle en ha gjort hvis den ikke hadde vært mulig å oppdrive innen anleggsstart?</li> </ul>
3	<p>Hvordan synes dere oppstarten på Hjerkinns gikk?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mye oppstartsproblemer?</li> <li>- Effektivitet?</li> </ul>
4	Hvordan er deres oppfattelse av utviklingen av fjernstyringsteknologien fra prosjektstart i 2009 til avslutning i 2020?
5	<p>Hvilke tanker har dere rundt HMS'n knyttet opp mot bruken av fjernstyring?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ergonomi?</li> <li>- Ytre Miljø?</li> <li>- Arbeidsmiljø?</li> </ul> <p>Positive og negative sider ved bruken av slik teknologi?</p>
6	Er det noen spesielle ting som byggherre må tenke på når det benyttes fjernstyrte maskiner kontra konvensjonelle maskiner?

7	<p>Deres oppfattelse av forskjellen på fjernstyrte maskiner og konvensjonelle. Kom gjerne med tall/data/info dersom dere har det.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Effektivitet?</li> <li>- Kostnader?</li> <li>- Sikkerhet</li> </ul>
8	Uønskede hendelser på Hjerkinnsprosjektet knyttet til fjernstyrte maskiner?
9	Har dere erfaring med uønskede hendelser på andre prosjekter som kunne ha vært unngått hvis det hadde blitt benyttet fjernstyrte maskiner?
10	Hvordan tror dere framtiden til fjernstyrte maskiner ser ut?
11	Hadde dere hendelser på prosjektet der det ble unngått at noen kom til skade på grunn av bruken av fjernstyrte maskiner?
12	<p>Tanker om en eventuell nasjonal beredskapsordning for fjernstyrte anleggsmaskiner? (NVE, SVV, Forsvaret osv.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Brukt til å rydde ras/skred, fjerne ispropper osv.</li> </ul>
13	Andre ting som kan være relevant for oppgaven vår?

SAK	SVAR
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vi kom begge to inn i prosjektet rundt 2014/2015. Vi var da ikke med ifra starten, dog har vi jobbet intensivt med prosjektet i 5/6 år så vi har et visst bakteppe fra åra før vår tid også. Har brukt fjernstyrte maskiner på flere andre prosjekter, alle i forbindelse med ammunisjon.</li> </ul>
2	<p>På Hjerkinnsprosjektet startet vi med et pilotstudie i 2002. Pilotstudie gikk ut på å prøve de første revegeteringstiltakene for å høste erfaringer fra dette. Den gangen benyttet man pansra grønne militære gravemaskiner, men det ble funnet ut at med risikoen</p>

det var på Hjerkinns så var ikke en pansret maskin tilstrekkelig. Om en hadde møtt på noen av de største objektene (ammunisjonen, eksplosiver) så kunne det gått dårlig da disse pansrede maskinene ikke er dimensjonert for dette. Det er tre/fire typer ammunisjon der oppe som gjør at en bør nærme seg fjernstyrte maskiner da ikke de pansrede er tilstrekkelig.

Når en skulle starte på de største anleggstiltakene i 2008/2009 så var noe av det første en skulle gjøre å naturres~~taure~~vere Haukberganlegget. Der var det stridsvogntraseer, fremrykningstraseer, voller osv. I denne forbindelsen startet det en prosess i forsvarsbygg for å avklare hvilken metode som var akseptabel å bruke med tanke på risikoen. Den korte historien i disse prosessene var at det ikke var akseptabelt og ha personer i maskinen.

Mye av massene som lå i feltet der måtte også flyttes med dumper som også utgjorde en risiko. Enn fant dermed ut at en måtte forske videre på den premature fjernstyringsteknologien som var. Hadde det blitt slik at det ikke var mulig å oppdrive en slik fjernstyringsteknologi måtte nok prosjektet ha blitt satt på vent. Det hadde vært vanskelig og gjennomført opprydningen med tanke på risikoaspektet. Dette ville da ha kosta utrolig mye mer penger, og ville tatt mye lengre tid enn ved bruk av fjernstyrte anleggsmaskiner.

Rundt 2015 ~~A6/A7~~ ble det funnet en søketeknologi som kunne trappe ned behovet for bruk av fjernstyrte maskiner. Denne teknologien kan søke i massene på forhånd slik at en kan finne interessepunkter der det mulig kan ligge eksplosiver. Massene blir da tilnærmet risikofrie og enn kan grave i den ved bruk av konvensjonelle maskiner. Denne teknologien ble mye brukt på veier der det var lite sannsynlig for mye nedslag (ammunisjon i grunnen). Det er ikke sikkert teknologien hadde vært like effektiv på store areal med mye nedslag, dette ville i så fall tatt lang tid og vært mer kostbart.

	<p>Det ble stilt krav i kontrakten at det skulle være fjernstyrte gravere og dumpere, med en del underkrav som inneholdt overvåkning av områdene og sikkerhetssystemer.</p> <p>I Norge finnes det i dag 3 firmaer i Norge som kan levere fjernstyrte anleggsmaskiner.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gjermundshaug/Steer</li> <li>- AF decom</li> <li>- Norsk Saneringservice</li> </ul>
3	<p>Det var mye signalutfordringer i starten. Det var å få teknologien til å fungere, til å snakke sammen. Det var ikke mye tid Gjermundshaug fikk til å få klar teknologien og stille opp til produksjonsstart. Vi ser i etterkant at som byggherre kunne kanskje stilt med litt mer tid der. Det var mye prøving og feiling i starten for å få dette opp å gå. Dette medførte at effektiviteten var begrenset i starten.</p> <p>Hadde de siste beslutningene på hva som skulle fjernes osv. i 2018, da det var mye diskusjoner rundt hvilke vegstrekninger som skulle fjernes. I sum holdt en tidsskjemaet greit, selv om det var litt utfordringer i starten. Det var nok ikke entreprenørleveransen som gjorde at en fikk forsinkelser i betydelig grad. Vi har vært forunte i forhold til tid. En har hatt tidsrommet fra 15 juni og ut til september på å grave, dette da arbeidsrommet på høyfjellet har vært lite grunnet stygt vær og snø. Dette har gjort at prosjektet har gått over lang tid. Få andre prosjekter går over så lang tid. Grunnet den lange tiden har vi dermed hatt en større mulighet til å bremse og gasse opp prosjektet. Vi har hatt noe mer tid enn normale prosjekter. Grunnet det korte arbeidsrommet om sommeren kunne planene for det kommende året. Planleggingen har dermed vært veldig god på prosjektet.</p>
4	<p>Det har vært formidabel utvikling på fjernstyringsteknologien siden det startet. I dag sitter en på 4k oppløste skjermer på 75 tommer i brakka. Med tiden har også systemene blitt mye mer stabile, dog kan teknologi aldri bli stabilt nok. Det har vært</p>

	<p>en god framgang og i dag kan en sitte og styre maskina etter høyoppløste flotte bilder live.</p> <p>Det generelle inntrykket er at når leverandøren av teknologien har vært godt forberedt så har igangkjøringen av fjernstyringsteknologien gått veldig bra. Prosjektet er lyst ut på nytt hvert år, dog er det generelt Gjemundshaug som har fått kontraktene oppgjennom tiden.</p> <p>Fra vår side har det blitt stilt krav til oppstartstid og at en skal starte produksjon fra den og den datoen. Vi har stilt anleggsområdet til disposisjon i forkant slik at entreprenøren kunne rigge seg opp med fjernstyringen. Generelt har stort sett dette fungert bra og drifts og service nettverket rundt aktøren (Gjermundshaug) er en helt annen nå enn den var i starten. Om det har oppstått et problem har det vært personell og rettet opp i feilen allerede samme dag eller dagen etter. Feilretting via internett har det også vært et stort fremskritt på og mange av feilene som har oppstått har blitt rettet der.</p> <p>En må huske på at med teknologi er det aldri slik at det fungerer 100% til enhver tid, men vi må si at det har vært veldig bra de siste årene.</p>
5	<p>Byggherren har søkelys på at entreprenøren følger opp HMS systemet. Vi som byggherrerepresentanter er mer SHA mennesker.</p> <p>Ser ut som at ergonomien og førermiljøet i fjernstyringsbrakkene er blitt veldig bra. Det virker bedre og sitte i brakka grunnet at en slipper rystelser og støy.</p>

Vi påla entreprenøren å ha 360 graders kamera på maskinene for å ha oversikt dersom det skulle skje noe rundt maskinene. Området som ligger innenfor en radius på 997-1000 meter skulle også til enhver tid være kameraovervåket. Årsaken til sikkerhetssonen på 997-1000 meter, er fordi de største eksplosivene som mulig kunne ligge igjen på Hjerkinns kan være skadelige innenfor denne sonen. Dersom en ikke hadde oversikt over denne sonen ble arbeidet stanset. Enten om det var tåke, ruskete vær eller teknisk feil med overvåkingen.

### **Arbeidsmiljø**

Når det kommer til arbeidsmiljø er vår oppfatning at det er forskjell på om folk trives med å sitte i fjernstyringsbrakka. Noen trives veldig godt, med at de kan sitte to og to sammen. Andre har vært veldig tydelige på at det er i førerhytta på gravemaskina de trives. Vårt inntrykk er at de som har vært med lengst har fått et eierskap til å levere et godt produkt, og er positive til teknologien.

### **Ytre Miljø**

Bakdelen med å sitte i brakka er at man ikke har like mye «bakkekontakt». Man har ikke samme kontroll på omgivelsene sine som når man sitter i maskinen. Det er nok en større risiko for å påvirke det ytre miljøet med f.eks. at oljelekkasjer osv. ikke blir oppdaget like fort. Samtidig har jo maskinføreren avlesning på oljetrykket i brakka, så en eventuell større lekkasje vil jo kunne avsløres der.

Har hatt to dumpervelt, en langs veg og en ned i elv. Går mellom 5 og 10 km/h i timen. Dog er det 1000 meter ut til maskin. Vi har hatt anleggsvirksomhet på Hjerkinns i over 10 år, og har ikke hatt mer negativ påvirkning på f eks miljøet eller uhell grunnet bruk -av fjernstyrt.

Vi brukte ikke fjernstyrte dumpere til massetransporten de 2-3 siste årene. Med søkemetoden som ble tatt i bruk de siste årene ble det vurdert til at det var en bedre løsning å søke over massene med den nye søketeknologien. Da fikk vi friskmeldt massene slik at det var forsvarlig å transportere de ut med maskinføreren i førerhytta

	<p>på dumperen. Denne løsningen er var bedre sett i sammenheng med sikkerheten til tredjeperson, og problemene med å opprettholde sikkerhetssonen på <u>9971000</u> meter. Hvis dumperkjøringen foregår over en lengre strekning, hvor en til enhver tid skal ha en sikkerhetssone på <u>9971000</u> meter, vil det beslaglegge et ganske stort område. På sommerstid er det stor trafikk av fotturister, og buss som kjører inn til Snøheim, slik at det blir et stort og komplekst område en må ha oversikt over. I tillegg ville også E6 og jernbanen til tider ligge innenfor sikkerhetssonen.</p> <p>Noe av årsaken til at vi kunne gå for denne løsningen var også fordi vi i de siste årene stort sett fjernet veiaksler, hvor det er mindre sannsynlig å treffe på eksplosiver, samt at veiaksene er lette å søke over med den nye søkemetoden.</p> <p>Den nye søkemetoden hadde ikke vært like anvendelig i de 2-3 store nedslagsområdene, som er større områder, hvor det lå igjen mye eksplosiver. Disse områdene ble tatt i første del av prosjektet, mellom 2009 og 2013.</p> <p>Veiene på skytefeltet ble bygget litt etter litt, og ble derfor stedvis bygget på områder hvor det kunne ligge eksplosiver under vegfyllingen. Dersom det skulle graves under det opprinnelige terrengnivået måtte det brukes fjernstyring, i og med at her var sannsynligheten for å finne noe vesentlig større.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Skytefeltet er fra 1923.</li> <li>- Var ca. 3,5 gangen pris å kjøre fjernstyrt dumper kontra konvensjonell dumper.</li> <li>- Var 2 gangen pris å kjøre fjernstyrt og resultatet litt ned. Dog er dette mye de siste senere år.</li> </ul> <p>«Fjernstyrte maskiner er dyrere, noe langsommere, noe mindre effektivitet. Kan få utfordringer på kvalitet. Om å gjøre å få tuna dette best mulig. Vi fikk mye av de samme personene som jobba år etter år, som medførte at de ble gode på jobben. Dette var et riktig utfall da sikkerhet og risiko spilte mye inn. Sikkerheten er prioritert nummer en uansett.</p>
6	

7	
8	<p>Hatt to alvorlige ulykker på de 15 årene på Hjerkin, men ingen relatert til anleggsmaskiner og fjernstyring. Prosjektet fryktet ulykker knyttet til graving og anleggsaktivitet, med eksplosiver som kunne gå av. Interessant å sitte i 2021 og se at de to ulykkene vi hadde på Hjerkin ikke var knyttet til dette. Den ene var en sprengningsulykke, der alt var gjort etter boka, men en var uheldig. Og det andre var et helikopter som falt ned. Var ingen uønskede hendelser som førte til personskaade med fjernstyring. Stort sett alle RUH har gått på tredjeperson i område. 3 person i område skjedde om lag 2-4 ganger per år. Problemer med tredjeperson gjelder stort sett at folk ikke bryr seg om skilt osv. Noen mennesker bryr seg ikke og går forbi, eller utgir seg for å være dumme og ikke har skjønt at det ikke er lov å gå inn. Umulig at ikke tredjeperson prøver å gå inn, tross skilt, sperringer etc. Med helikopter i lufta kunne vi observere personer i området for så å ta kontakt og be dem forlate området. Når vi gjennomførte dette kom det kommentarer som: «Joda jeg så sperringsskiltene, men jeg trodde ikke det gjaldt.» På et annet fjernstyrt prosjekt i Kristiansand var det en advokat som var uinteressert i å høre på dem. Man får nok aldri 0 slike hendelser, men kanskje null komma noe. Personer med full hensikt går inn i farlige områder, men vi -prøver å holde nåløyse så trangt som mulig.</p>
9	<p>Sett noen eksempler opp igjennom på uønskede hendelser. Dette blant annet fra prosjektet nevnt tidligere fra Kristiansand, men i et annet tiltaksområder. Her ble det da gravd i en fjellvegg, hvor det ble brattere og brattere. Som byggherre var vi veldig skeptiske, men entreprenøren mente dette var forsvarlig og står også i dag inne for den beslutningen. Dette er et eksempel på et prosjekt der en kanskje i dag hadde vurdert å sette inn en fjernstyrt maskin. Behovet for fjernstyrt maskin kan være en veldig liten del av prosjektet, et eksempel er om en må ta maskina ut på et svaberg mot sjøen. Om oppgaven er en liten del av prosjektet er det lettere å ta sjansen fordi man «skal bare». Med god planlegging kunne en lagt opp til å ha leid inn en fjernstyrt maskin som var klar til å gjøre den ene arbeidsoperasjonen, den ene dagen det trengtes. Det finnes flust av eksempler på der det har vært maskiner som har sklidd og det har skjedd en personskaade. En ting er ekstrakostnaden med</p>



	fjernstyring, men andre alternativer kan være langt dyrere dersom en må gjøre større sikringstiltak osv.
10	<p>Bør være mange nye bruksområder for dette. Ref. jordskred, ispropper, snøskred osv. Tror potensialet er mye større enn der det blir benyttet i dag. En ting er sikkerhetsaspektet, men om en ser på totale kostnadsbilde med samfunnsøkonomiske kostnader med skredstengte veger osv. tror vi at det er flere som hadde vært tjent med å benytte seg av fjernstyrte maskiner.</p> <p>Prosjektene våre er kanskje litt spesielle i og med at vi stort sett bare har anvendt fjernstyrte maskiner i forbindelse med ammunisjon (eksplosiver). Da er det særlig sikkerheten til tredjeperson som må ivaretas, mens det normalt i andre prosjekt ville være av hensyn til maskinføreren at fjernstyring brukes.</p> <p>En bør alltid være helt sikker på at maskinføreren, tredjeperson og andre tilknyttet prosjektet skal «hjem til middag». Er risikoen for stor, bør det iverksettes tiltak. Når det er sagt trenger man ikke ha en margin på 200%, men ha en fornuftig holdning til det.</p>
11	
12	<p>Behovet er ikke kjempestort, men det er der. Det kan være en utfordring å få tak i leverandøren raskt nok når enn trenger den. Vi i forsvarsbygg har diskutert i flere år å ha f.eks. en rammeavtale på en fjernstyrt maskin vi kan ha i beredskap. En slik beredskapsordning virker interessant for oss.</p> <p>De ytre rammene og betingelsene er en kjempeutfordring å få til. Vi har begge erfaring fra å jobbe i det offentlige og kan av erfaring si at et slikt samarbeid mellom offentlige instanser er vanskelig å få til uten en definert eier. Det må være en definert eier hvis en slik ordning skal kunne fungere. Hvis vi nå faktisk ser at vi trenger beredskap på dette, så er det mye lettere for oss å fikse en slik rammeavtale</p>

	selv. Mye av dette fordi vi er vant til å jobbe i tempoet vi trenger. Om det kommer andre aktører på banen som vil ha et samarbeid så anser vi det som interessant. Om en skulle hatt en eventuell beredskapsordning, med en eier, er det naturlig at eierskapet bør ligge hos direktoratet for sikkerhet og beredskap (DSB)
13	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prioritere de truslene som er aktuelle. Ha fokus på det som kan gå gale, å være kritisk. Alle skal hjem til middag.</li> <li>- Et steinras på Vestlandet raser veien. Hvilke samfunnsøkonomiske kostnader har man? Tror de regnestykkene blir gjort for lite.</li> </ul>

### 7.1.9 Intervjureferat 230421 Lars Tronsmoen - Steer

<b>Bachelorprosjekt 2021: Fjernstyrte/Autonome anleggsmaskiner.</b>		
Innkalling og intervjureferat		
Dato	Sted	Tid
23.04.2021	TEAMS	13:00

<b>Deltakere:</b>
Lars Tronsmoen
Tormod Frengstad
Sondre Jensen Toen

Praten med Lars gikk av seg selv, slik at referatet harmonerer ikke helt med saklisten. Velger å beholde saksnummer og dele opp teksten for å lettere kunne henvise, selv om det ikke henger sammen med spørsmålene i sakslista.

<b>Saksliste:</b>	
<b>SAK</b>	<b>TEKST/SPØRSMÅL</b>
1	Litt om din bakgrunn, og hvordan du endte opp i Steer?
2	Kan du kort forklare hvordan fjernstyringsteknologien fungerer i dag?
3	Utslipp på fjernstyrte maskiner, mer eller mindre, data på dette?
4	Begrensinger og utfordringer for videre utvikling av fjernstyringsteknologien?  - Hva er neste steg?
5	Slitasje på fjernstyrte maskiner kontra konvensjonelle?
6	Tanker om arbeidssituasjoner hvor det ikke benyttes fjernstyrte maskiner, hvor det burde ha blitt benyttet?
7	Tanker om en eventuell nasjonal beredskapsordning med fjernstyrte maskiner? (NVE, SVV ETC.)
	<b>Fullautonome maskiner</b>
8	Kort forklaring på hvordan fullautonome maskiner fungerer?
9	Status på tipptruckene hos Romarheim?
10	Største utfordringer med igangsettelsen av disse?
11	Data/erfaring på effektivitetsforskjellen mellom konvensjonelt styrte og autonome dumpere?
12	Data/erfaring på drivstofforbruk med autonome kontra konvensjonelt styrte maskiner?

13	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hvilke typer jobber tror du vi vil se at det blir tatt i bruk fullautonome maskiner i første omgang?</li> <li>- Hvilke typer maskiner tror du vi vil kunne opereres fullautonomt i de kommende årene?</li> </ul>
14	Har dere møtt på noen sikkerhetsdilemmaer eller etiske dilemmaer i prosessen med å få maskinen til å operere autonomt?
15	Hvordan tror du fremtiden ser ut for fullautonome maskiner? Både dumpere og andre anleggsmaskiner?
16	

SAK	SVAR
1	<p><b>Utvikling av teknologien</b></p> <p>Det var veldig mye styr for å få ting på plass før vi kom i gang. Vi ble kastet ut i det, Gjermundshaug hadde «tatt litt vann over hodet» når de tok på seg denne jobben, uten å ha en løsning på fjernstyringen. Det var rett og slett litt Solan Gundersen tendenser, med at de skulle opp og fram og prøve seg. Slik har alltid vært i Gjermundshaug, og det er kanskje noe av grunnen til at de greier å hele tiden ligge i framkant.</p> <p>Så var det å ut på markedet for å se etter løsninger. Det viste seg at Cavotec, et firma fra Stjørdal kunne levere fjernstyringsbiten. Utfordringen på Hjerkin var at det skulle kjøres på store avstander, helt opp mot 8-10 kilometer. Løsninger på Fjernstyringen fantes, men å få streamet video på de avstandene der uten forsinkelser var det verre med. Kom i kontakt med Henrik Slåen som hadde jobbet litt i NRK med videooverføring, og hadde løsningen på dette. Løsningen her ble nettverksbasert videostrømming, som kunne strømme uten at det ble mye forsinkelser med bilde. Forsinkelser i bilde er noe av det mest kritiske når vi skal operere fjernstyrte maskiner. En forsinkelse på 250 ms, eller et kvart sekund, medfører at det er «veldig ugreit» å styre maskina. Analoge kameraer, og overføring av bildet analogt var det som var mest vanlig, med den type bildeløsninger. Men på de avstandene vi skulle benytte dette på, ville det medført mye støy på bildekvaliteten. Det var revolusjonerende når vi kunne sende bilde i HD-kvalitet trådløst. Det er</p>

ikke unikt det vi har drevet med fjernstyring. Det unike er det at vi har kunnet kjøre på de avstandene vi har gjort, uten at det ble forsinkelser.

Da hadde vi både teknologien på fjernstyring og bilde. Det ble ei Reodor Felgen-løsning med klipp og lim for å sette dette i sammen.

På forsommeren 2008, sluttet jeg i jobben på Hamar og dro rett til verkstedet på Tynset. Der var det kjøpt inn splitter nye maskiner, og jobbet med Cavotec i forkant og lagd et oppsett på radiooverføringsbiten. Jobben min ble da å integrere overføringen med de elektriske systemene i maskina. Målet var at man skulle skru på tenningen, starte, og stoppe maskina osv. via radiooverføringen. I tillegg til jobben jeg drev med var det veldig mye hydraulikkbygging. Det var en ekstremt omfattende jobb, som min far Håvard Tronsmoen sto for. Her kan man trygt si det var mye Reodor Felgen-løsninger.

Det var mye diskusjoner, prøving og feiling. En del av de som drev med fjernstyring satt på aktivatører på ratt og spaker, istedenfor å bygge om maskina hydraulisk. Men litt av konseptet vårt var at maskina skulle kunne opereres manuelt, selv om den var ombygget til å kunne kjøres fjernstyrt. Det er et konsept vi har holdt på hele tiden. Det kan du ikke dersom du har motorer eller stempler som skal bevege på ratt og spaker. Det øker fleksibiliteten til maskina. Eksempelvis på Hjerkinnså kunne det være at en behøvde rette litt på en vei som lå utenfor eksplosjonsfare. Da var det lett å hoppe i maskina og fikse det.

Det var ei stor utfordring med spakene på dumperne, hvor gass/giring og tippspaken var elektriske. Her vurderte vi å bruke stempler som fysisk bevegede på spakene. Her fikk jeg bruk for elektronikk-kunnskapene mine og fant ut at dette var egentlig bare vanlige sensorer, hvor det var mulig å reflektere signalene som spakene sendte ute. Da klarte vi å bygge om slik at vi greide å gjenskape de samme signalene som spakene sendte ut fjernstyrt. Det er denne teknologien som ble avgjørende for det som i framtiden skulle bli til Steer. På de nye maskinene i dag er alle

spaker, og styringer elektroniske. Det at vi fant ut av hvordan vi skulle kopiere signalene for å få sendt dem fra fjernstyringsbrakka ga oss et forsprang.

Vi fikk mye oppmerksomhet både i Norge og internasjonalt etter Hjerkin. Det var mye media, og Catepillar kom på besøk fra USA. Det var nok flere som var interessert i å kjøpe løsningen. Men i og med at det var så mye ombygging og ulikt fra maskin til maskin var det veldig vanskelig for oss å gi en pris på dette. Det var stor forskjell på både materielle som trengtes til de forskjellige maskinene, prisen på dette, og antall arbeidstimer pr. maskin. Bare ombyggingen som tok 3-5 uker blir også en stor kostnad for mulige kunder. I tillegg kunne materiellet som trengtes koste opp mot 1-1,5 mill. bare i kostpris. Med arbeidstimer, materialkostnad og fortjeneste ble dette såpass dyrt at det var egentlig ikke et salgbart produkt.

Fram til 2018 jobbet jeg utenom, men var engasjert hver gang det skulle bygges ny maskin. Det var en kreativ prosess hver gang, i og med at ingen maskiner er like. Målet til Ole har hele tiden vært at dette skulle bli et salgbart produkt. I 2017-2018 skulle Cat komme med en maskin som var fullelektrisk. Samtidig hadde teknologien kommet så langt i forhold til løsningen vi hadde før. Da måtte vi først ha en haug med kameraer, så måtte vi ha en boks til 100-150 000 som satte sammen kameraene til et bilde så man fikk oversikt. I tillegg måtte man ha en enkodeboks, som gjorde dette om til stream som kostet 100 000. I tillegg til wifi-utstyr for å få sendt dette ble det store kostnader. Rundt 2017-18 begynte de å komme embedded-computere som kjører Linux og har veldig effektive prosessorer og mye CPU og GPU. Som gjør alle disse vendingene i en og samme prosessen. Med en størrelse som en mobiltelefon og til en kostnad på ca. 30 000. Den kan både ta inn alle kamerabildene og sette sammen til et hovedbilde, samtidig som den streamer. Dette ble en plattform som gjorde det mulig for oss å ha en løsning som er fullstendig nettbasert. Hvor vi har kontroll på hele opplegget, og kunne samtidig redusere antall feilkilder, i og med at vi reduserte fra kanskje 10 bokser, til en. Med det røffe miljøet som det opereres i blir påkjenningen store. Slik at det å redusere mulige feilkilder er en stor fordel. For eksempel var det første utstyret vi brukte på Hjerkin laget for TV-produksjon, og ikke laget for å stå montert på ei gravemaskin som både utsettes for risting og vibrasjoner. Jeg er imponert over at det holdt så bra som det gjorde.

2	<p><b>Hvordan fjernstyringen fungerer</b></p> <p>Sånn den fungerer i dag så har vi den datamaskinen vår som er hjernen i hver ende. Denne kjører alle programmene, streamer bilder, kommunikasjon som sender kontrollsignal. I operatørenden mates det inn operatørinputs fra joysticker osv. Den gamle løsningen hadde analoge signaler fra joystickene som medførte at det ble veldig mange ledninger, da hver funksjon gikk på egne ledninger. I og med at den nye datamaskina har canbus, som er en form for nettverk som brukes mye i kjøretøy og industri som er utsatt for støy og ytre påkjenninger. Vi fant ut at man får kjøpt alt av som trengs av utstyr til førerinputs som joystick, ratt og pedaler med en canbus-løsning. Det medfører at vi nå bare trenger fire ledninger, strøm, jord og to canbusledninger. Disse kan vi også seriekoble slik at vi trenger bare en kabel mellom data og stolen. Da går den inn på en joystick, så kobler vi den fra denne og videre til den andre joysticken. Det medfører også at det går svært raskt å bygge om en førerplass fra maskintype til maskintype. For eksempel hvis man har satt opp stolen til å kjøre gravemaskin, og en ønsker å bytte til å kjøre bulldoser, trenger man bare bytte spaken og oppdatere systemet. Dette da canbus kablene og kontakter er laget slik at de kan sende ulike signaltyper.</p> <p>Vi prøver å kjøre faste oppsett på førerstolene, med joysticker på hver side og pedaler. Det gjør at systemet blir veldig fleksibelt. I nødstilfeller er det også mulig å styre en bulldoser med gravemaskinoppsett. Samtidig er alt av funksjoner softwarebasert slik at vi kan for eksempel legge inn maksimum og minimumsverdier hvis vi vil begrense hastigheten på en funksjon osv. Vi kan også justere kurven som gjør at vi får mer utslag i starten når man beveger i en spak enn på slutten, eller omvendt. Alt er modulbasert og veldig fleksibelt. På motsatt side har vi også canbus-kommunikasjon mellom datamaskina i gravemaskina (eller annen maskin), og inn til en styreenhet som vi har utviklet selv. Den blir koblet mellom spaker, pedaler osv. styreenheten (den originale til maskina) i maskina. Her og er det essensielt å lese de førerinputsene som sitter i maskina. Løsningen til andre er å bruke releer for å bytte mellom joystickene inne i maskina og til de utgangene fra fjernstyringen. Problemet med dette er at når man bytter over vil man miste signalet en kort stund. Det er nok til å genere feilkoder i maskina. Med løsningen vår byttes alt over i software, og styreenheten vår leser alltid joystickene og pedalen i maskina, slik at maskina</p>

vil oppføre seg likt som om den ble kjørt med fører i maskina. Når maskina kjøres fjernstyrt kuttes signalene som kommer fra joystickene i maskina, og det sendes fjernstyrte signaler i stedet.

Det at vi har delt opp systemet slik vi har gjort det, har vist seg å være en fordel da datateknologi er i konstant utvikling. Fordelen slik vi har det nå er at når det kommer en ny datamaskin på markedet kan vi bytte ut bare datamaskinen, og beholde resten av oppsettet helt likt. Styreheten som genererer signalene er på canbus og «lever sitt eget liv», slik at om signalene kommer fra en nyere maskin spiller ingen rolle. Alt er modulbasert og fleksibelt. Har vi ikke nok inn og utganger på en styreenhet, så setter vi inn en til og har dobbelt så mange inputs og outputs. Mange maskinprodusenter bruker også canbus i maskinene sine, da trenger vi ikke engang styreenheten vår, men sender signaler rett fra datamaskina i maskinen.

Systemet våre går via nettverk, slik at hva du bruker for å få det til å kommunisere er «et fett». Om vi kjører Wifi er 4-5G-nett spiller ingen rolle. Vi har som mål at vi ikke skal behøve være med å montere opp maskina, men at dette er noe maskinføreren gjør selv. Det er ikke tilfellet når vi må opp med wifi-rigg og konfigurere radioer osv. Der tror jeg det nye 5G-nettet kan være en fordel. Kjøres det med over 5g er maskina egentlig klar til å kjøre i det den beltes av fra transport.

Jeg tror ikke fremtiden blir slik at fjernstyrte maskiner erstatter en som sitter i førerhytta. Eksempelvis må er det med gravemaskinoppdrag kompliserte operasjoner med kabler rør osv. Jeg tror ikke det er realistisk at entreprenører som for eksempel AF og Hæhre går til innkjøp av fjernstyring fra oss, med mindre de får en veldig stor jobb som krever fjernstyring. Samtidig så tror jeg at hvis det dukker opp en dynamittkubbe på et av anleggene deres, så kan de gladelig sikkert betale si 200 000 for å ha ei fjernstyrt maskin der i 3 dager. Jeg tror en heller må satse på å tilby det som en tjeneste.

Vi ser at det så vidt begynner å kreves fjernstyring i kontrakter nå, men jeg vi som vet hva en fjernstyrt maskin er i stand til ser at det burde vært krevd fjernstyring flere steder. På større



veianlegg begynner det å komme krav når det skal fylles ut mot sjø at bulldoseren som benyttes skal være fjernstyrt.

Det er jo ikke lenge siden det var en dumper som gikk i sjøen, jeg mener det var på E39. Det tas hele tiden unødvendige risikoer både når det kommer til ras, og dynamitt og for så vidt. Det går jo som oftest bra, men det er jo kjipt den dagen det ikke gjør det. Det er jo veldig unødvendig når vi sitter med løsningen. Anleggsbransjen er en veldig kostnadsfokusert bransje, og det er jo en kostnad med fjernstyrte maskiner. Jeg tror ikke det vil bli prioritert høyt nok før det stilles mere krav til at det skal benyttes fjernstyring. Litt det samme med el gravere. Det var ingen som var interessert i elektriske gravemaskiner for noen år siden heller. Det var bare noe ubrukbart tull. Men nå som det begynner å komme utslippskrav på byggeplassene begynner folk å investere i elektriske maskiner.

Hadde vi for eksempel kunne hatt en avtale med NVE på fjernstyrte maskiner, hadde vi kunnet forsvare kostnaden med å ha fjernstyring. Det jeg innsett etter flere år med fjernstyring er at det er litt et nisjeprosjekt.

### **Autonome tipptrucker, Romarheim**

Ole har hele tiden sagt at den dagen vi har løsningen for massetransport, da kommer det til å smelle! Veien dit er lang. Det er mye mer utvikling av programvare for å kjøre en tipptruck autonomt. Med de ressursene vi har hatt tilgjengelig, så har det rett og slett ikke vært mulig å få til dette raskere. I og med at det dukket opp en kunde som er framoverlent og innovativ, fikk vi muligheten til å prøve oss hos Romarheim.

Romarheim har hele tiden vært på hugget for å effektivisere. Nå kjører de ca. dobbelt så effektivt som entreprenøren som opererte bruddet før dem. Vi er nå i gang med testfasen med autonome tipptrucker hos Romarheim. Vi kjører de autonome maskinene når det ikke er drift eller på

anlegget. Vi prøvde å kjøre de autonome sammen med de føreropererte, men det fungerte ikke helt optimalt med syklustider osv.

Målet med de autonome maskinene er å kunne optimalisere alle ledd, med at truckene plasserer seg perfekt i forhold til der det skal lastes, og at neste truck stiller seg foran og klar, men med nok avstand til at den som lastes slipper ut. De som laster i dag forteller at dersom de som kjører dumperne i dag kommer litt skjefte inn, så bruker den fort 15 sekunder på å rette seg opp igjen. Dersom det skjer mange ganger i løpet av en dag så utgjør det både lass og tonn. Det er slike ting vi bruker mye tid på å perfeksjonere nå.

### **Miljø**

I og med at målet der er flest kubikk i timen, kjører sjåførene deretter. Det sies at sjåførene der bare har to posisjoner på gasspedalen. Ingen gass, eller full gass. Det er ikke den mest drivstofføkonomiske måten å kjøre på. Det er også liten vits å kjøre full gass opp til lasting, for å så stå der å vente to minutter å vente på at det skal bli klart. Det vi vet fra Catepillar og andre som driver med autonomt, er at de har et lavere forbruk. Kjøres det hardere må en også regne med hyppigere utskiftning av dekk på grunn av slitasje.

Slik det kjøres på anlegget i dag slites dekkene ut på ca. 3000 timer, mens de som driftet før med tilsvarende maskiner, slet dem ut på ca. 5000 timer.

### **Etikk**

Vet ikke om det er helt realiteten at vi tar arbeidsplasser, men når de autonome truckene tar over kjøringen så trengs jo ikke sjåførene. I en ideell verden skulle vi stilt krav til kundene våre at det ikke skulle sies opp folk som følge av at autonome maskiner tar over. Hos Romarheim får sjåførene tilbud om andre typer jobber.

På den andre siden skaper vi jo også jobber. En må jo ha noen som er litt teknisk oppegående som følger med og drifter på kontrollrommet. Samtidig som det kreves mer vedlikehold og ettersyn, ikke minst veivedlikehold, høvling og strøing. Men det er klart på veldig store gruver og operasjoner så vil det jo i sum ut noen folk som følge av det vi driver med. Personlig har dette en veldig sur bismak. Samtidig er jo dette noe som kommer uansett. Dersom autonome trucker er med på å gjøre byggeprosesser billigere, får man bygd lengre veg for hver krone kan du si. Det fører jo igjen til økt behov for gravemaskiner osv. Jeg tror ikke vi kommer dit at for eksempel gravemaskiner blir operert autonomt. Det er det for komplekse oppgaver til.

I sum så kan også hende at antall ansatte beholdes likt før og etter man begynner med autonome maskiner. Med at det en blant annet trenger flere til å jobbe med det tekniske. Min store bekymring er at det er de aller enkleste jobbene som er mulig å få til å gå autonomt. De som blir satt til disse jobbene er kanskje ofte personer uten utdanning, kanskje ikke videregående skole heller. Jobbene med å følge opp de autonome maskinene som systemoperatør bør ha teknisk kompetanse, og kanskje høyere utdanning. Hvis det er konsekvensen at dumpersjåføren må gå for så å bli erstattet av en systemoperatør er det med en stor bismak. Satt på spissen blir det at den ressurssterke får jobben på bekostning av den mindre ressurssterke som blir oppsagt. Det er i så fall uheldig.

*Vi spør Lars om hvilke maskiner han ser for seg at vi kan se bli operert autonomt de kommende årene. På det svare lars:*

Tror ikke en må tenke på maskintype, men heller arbeidsoperasjoner. Da er de enkle og repeterende oppgavene som kommer til å autonomiseres. Eksempelvis på store gruver der en kjører og tipper i samme sjakta år etter år. Jo likere, og mer repeterende oppgave, jo større grunn til at den kan automatiseres.

*Vi spør Lars om AI kan brukes for at maskina selv skal kunne bli smartere og håndtere vanskeligere oppgaver. På det svarer Lars:*

Vanskelig å forutsi, men en på anleggsplasser nå så har en fordel med at alle prosjektene er tegnet og prosjektert i 3D. I teorien skal en da for eksempel på et veganlegg da typisk først fjerne masser ned til et nivå tegnet inn i prosjektet. Før en skal bygge opp igjen med bærelag og topplag og asfalt på toppen. Når dette er tegnet inn i 3D så tror jeg det er potensiale i maskinlæring. Her er det mulig å hente inn mye data, slik eksempelvis Tesla logger biler og bruker data fra førere til egne algoritmer de bruker i maskinlæring senere. Så har vi jo det overordna vi mennesker er gode på, som er vanskelig å få lært opp maskina til. Det er ting som å planlegge ut ifra faktorer som er unikt for en bestemt operasjon. At man tar med overskuddsmasser som er egnet fra en plass og legger dem igjen der det er behov for det senere. Dette er sikkert 20-30 år fram i tid.

### **Slitasje på maskin**

Tror ikke det har noen betydning om maskina er fjernstyrt eller ikke.

### **Raskere med fjernstyring**

Kan kjøre raskere med dumper når det er fjernstyrt. Når føreren slipper å sitte inne i førerhytta med all ristingen kan han kjøre fortere. De tiptruckene vi tester nå mener jeg at vi har kjørt i 35-40. Uten at det er ubehagelig. Merker selv når jeg når jeg kjører og sitter i hytta at det er ubehagelig å med at det blir mye pendling på rattet. Det blir også en liten treghet når man kjører autonomt med at trucken pendler litt ut til siden før systemet rekker å korrigere. Jo større farten er, jo lengre ut kan trucken komme. Kan heller ikke kjøre fortere. Opp går det ikke fortere, og ned blir det stor varmgang i bremsene hvis en skal kjøre så fort.

### **Arbeidssituasjoner der fjernstyrte maskiner kan benyttes**

Alle muligheter her, ikke bare i anleggsbransjen. Er ubegrenset hva vi kan fjernstyre med dette fleksible systemet. Rasfare, dynamittfare osv. Ikke så realistisk å kjøre fjernstyrt på vanlige type

operasjoner. I hvert fall ikke enda. Borerigger og med grunnprøver i rasområder burde fjernstyres med automatisk rørbytte. Da slipper en å stå å mate inn rør og kjøre maskina i rasområdene.

### **Rasutsatte veier, vi spør hva Lars tror om fjernstyring på driftskontrakter på rasutsatte strekninger**

Hjullaster med fjernstyring på rasutsatte veier er veldig aktuelt. Så nylig også at det var gått ras som har medførte 400 km. omkjøring. Inntil det blir satt med lov ser folk det bare som en utgift med fjernstyrte maskiner. Det får ikke nok konsekvenser å sette liv i fare for lederne i bedriftene. Løsningen finnes. Det er mye vanskeligere å ta valget om det ikke er press fra noen andre plasser. Før det kommer som et krav eller får en konsekvens så sender en personer ut på frontlinja i farlige arbeidsoppdrag. Viktig å skape en bevissthet og slikt ute i bransjen at en løsning finnes. Det overraskes stadig at personer ikke har hørt om løsninger.

Vi har veldig stor interesse for den autonome løsningen, og det er den som blir prioritert framover. Det er nok dette som blir fremtidig ressurs. Har vært helt annen respons her enn på fjernstyringsbiten. F.eks. Norsk Stein som kjører 3 skift på en truck og regner 5 årsverk på en truck for å dekke helligdager og alt. Blir enorme besparelser om dette kan gjøres autonomt. Det er trist, men realiteten er at responsen er større på effektivitet og pengebesparelser, enn er på sikkerhet. Det burde ikke vært slik da det er så mye HMS i dag. Sitter personer i maskiner rundt omkring som er i livsfare på grunn av ras, dynamitt eller annet. Dette er en unødvendig risiko. F.eks. Romarheim var veldig interessert i å bygge fjernstyring på piggemaskiner, som pigger steiner som er for stor til å gå i sjakta. Det å sitte der å riste i hjel og riste i hjel ifra 6/2. Må være bedre med fjernstyring her.

I samme slengen var Romarheim interessert i å få inn noen som var litt handikappet eller annet for å kjøre fjernstyrt maskin. Kan tilrettelegges veldig mye mer når det er fjernstyrt. Vi ser det i

disse tipptruckene at ryggen blir raskt ødelagt når det blir kjørt manuelt. Finnes mange som har lyst til å kjøre maskin, men som er hindret på grunn av en funksjonsnedsettelse. Det å kjøre fjernstyrt maskin, kan være løsningen på at også de skal kunne kjøre maskin.

### **Fordeler med å fjerne mennesker fra maskinene?**

Om en fjerner personer fra der faren er så er jo det en fordel med tanke på HMS. Det er ingen som velter osv. Hos Romarheim var det en som for en del år siden som kjørte utfor kanten og strøk med, så det kan jo skje. Er ikke en risikofri kjøring på slike anlegg. Tar man folk ut fra «frontlinja» så reduseres risikoen på skader og uhell.

Har en HMS-besparelse, samt en miljøgevinst utslipp, effektivitet osv. Kan kjøre flere tonn per liter med diesel osv.

## 7.2 E-poster

### 7.2.1 Gjermundshaug

**TF** Tormod Frengstad  
ma. 25.01.2021 13:06  
Til: Pål Ligård <paal.ligaard@bga.no>

Hei igjen,


Dette er jo interessante tall du kommer med, men vi er frarådet av veiledere fra NTNU å dra inn for mye kostnader og generell økonomi i oppgaven vår. Dog kan vi prøve å få inn litt kostnader i oppgaven da vi kan prøve å bygge opp med dette under andre argumenter som har med HMS å gjøre. Vi forstår at det er et ønske av dere å få inn kostnader i oppgaven, men ved å ta dette med i problemstillingen tror vi dette kommer til å ha en negativ effekt på våre sensorer.

Med hensyn på effektiviteten er dette en del enklere og dra inn i HMS, da effektivitet spiller stor rolle på blant annet ytre miljø. Om det er ønskelig fra dere at vi flytter fokus mer over på kostnader kan vi ta opp dette med vår fagveileder, for å se hva han mener når vi har mer konkrete eksempler å vise til.

...

Svar | Videre-send

**TF** Tormod Frengstad  
ma. 25.01.2021 10:21  
Til: Pål Ligård <paal.ligaard@bga.no>  
Kopi: Sondre Jensen Toen

 Avtaledokument mellom stud...  
67 kB

Hei igjen,

Vi har diskutert og undersøkt litt rundt fullautonome maskiner, og funnet ut av det kan være relevant å dra inn i oppgaven. Det med beredskap er også noe vi har tenkt på, og vi mener det kan være aktuelt i oppgaven vår. Her vil vi prøve å ta kontakt med de forskjellige for å se hva de tenker om å ha fjernstyrte maskiner i beredskap.

Vi har utarbeidet et avtaledokument vi ønsker at du eller en annen representant for Gjermundshaug skal skrive under på. Dette er en standardavtale om utføring av studentoppgaver i samarbeid med eksterne virksomheter, og det er et krav fra NTNU. Legger den ved som vedlegg. Kom gjerne med innspill dersom du/dere er uenig i noe i avtalen.

...

Svar | Svar alle | Videre-send

**PL** Pål Ligård <paal.ligaard@bga.no>  
ma. 25.01.2021 12:40  
Til: Tormod Frengstad  
Kopi: Sondre Jensen Toen

 Avtaledokument mellom stud...  
92 kB

Hei Tormod,

Bra, da er dere snart i gang.

Jeg har lagt til et par ord i rødt som det er mulig å tenke litt på. Men var det slik at kostnadssiden ikke skulle snakkes eller drøftes så mye?

Som et eksempel: Jeg er i kontakt med et gruveselskap som vurderer å starte opp igjen produksjon 24/7 365 dager i året. Med norsk arbeidsmiljølov betyr det 5 sjåfører pr truck. Mao, en godt bidrag om man kunne gjort deler av flåten for denne gruen autonom. La oss si at 5 personer kunne hatt ansvaret for 5 trucker. Da hadde man spart 20 årsverk – dvs 500' '20=10 millioner pluss sosiale utgifter (40%) bare i lønnskostnader. Kan man også redusere slitasje og skader/ulykker kommer man enda lengre.

Se vedlagt signert avtale fra meg, men med korreksjonsforslaget i rødt.

Pål

...



Pål Ligård <paal.ligaard@bga.no>

se. 17.01.2021 21:33

Til: Tormod Frengstad

Kopi: Sondre Jensen Toen

Hei Tormod og Sondre,

Vi blir gjerne med på dette og gir nødvendig innspill og tanker underveis – og vinkle dette mot HMS er en god tanke. Når det gjelder autonome løsninger – jeg er enig i at å dra for mye økonomi inn i dette ikke er formålstjenlig. Men, det kan kanskje være en ide og forske litt rundt slitasje og vedlikehold? Vil en helautonom maskin ha fordeler mht mindre slitasje og belastning samt lavere drivstofforbruk? Dette er et bærekraftstema dere kan dra inn.

Jeg tenker også at det kan være en ide og kikke på hvilke funksjoner i Norge kunne hatt nytte av en beredskap for fjernstyrte maskiner? Brann/redning, NVE, røde kors? Og hvilke responstider kreves det i forskjellige scenarier?

Hvilke maskiner er meste aktuelle for fjernstyring mht HMS for hvilke oppgaver?

Vi har som kan hjelpe til underveis:

- Sjåfører
- Håvard Thoresen (som kanskje har jobbet med)
- Martin Reiten
- Meg
- Lars, Anders og Njål som jobber i STEER
- Ole Gjermundshaug som brenner for dette

Alle disse kan være tilgjengelig for en prat med dere vil jeg tro.

Pål

...



Tormod Frengstad

on. 13.01.2021 12:34

Til: paal.ligaard@bga.no

Kopi: Sondre Jensen Toen



Henvendelse til Gjermundsh...

192 kB

Hei Pål,

Vi har nå skrevet ned litt tanker om bacheloroppgaven, og hva vi ønsker hjelp til av dere. Presiserer at vi er i oppstartsfasen av arbeidet, slik at problemstilling og hvilke temaer som kommer til å vektlegges i oppgaven kan forandres. Håper dere fortsatt er interessert i være med på dette. Henvendelsen legger jeg som vedlegg.

Mvh. Tormod og Sondre



## 7.2.2 NVE

 Tormod Frengstad  
on. 27.01.2021 11:59  
Til: ro@nve.no  
Kopi: Sondre Jensen Toen

Til NVE

Hei,

Vi er to studenter som tar en bachelor innen bygg med spesialisering i anleggsteknikk ved NTNU Gjøvik. Vi driver nå og skriver vår bacheloroppgave som omhandler fjernstyrte anleggsmaskiner og HMS, og som en del av oppgaven har vi lyst til å finne ut av om det er et beredskapsbehov for fjernstyrte maskiner.

Vi er i oppstartsfasen av arbeidet, og ønsker med denne henvendelsen å kartlegge om det er noe dere kunne tenke dere å være med å bidra til. Vi lurer på om det i scenarier som for eksempel fjerning av ispropper, gravearbeid i forbindelse med flom, skred og rasutsatte områder vil være aktuelt fra deres ståsted å se på muligheten for å anvende fjernstyrte maskiner i framtiden? Eksempelvis gravemaskiner og bulldoser. Dette var bare tenkte eksempler fra oss, og dersom dere har mulighet til å være med å bidra i vår oppgave, tar vi gjerne imot andre scenarier som kan være aktuelle dersom dere har det.


I utgangspunktet setter vi pris på all informasjon vi kan få, og om mulig intervju eller ha en spørreundersøkelse med aktuell personell hos dere. Dette blir kanskje en tverrfaglig henvendelse internt hos dere, men vi håper med denne henvendelsen at vi kan komme i kontakt med aktuelle fagpersoner dere har.

Med vennlig hilsen:

Sondre Jensen Toen 40407387 <a href="mailto:sondrejt@stud.ntnu.no">sondrejt@stud.ntnu.no</a>	og	Tormod Frengstad 94894320 <a href="mailto:tormodfr@stud.ntnu.no">tormodfr@stud.ntnu.no</a>
--	----	--


Svar | Svar alle | Videresend

### SV: Møte om fjernstyrte anleggsmaskiner

 Sondre Jensen Toen <[sondrejt@stud.ntnu.no](mailto:sondrejt@stud.ntnu.no)>  
02.03.2021 12:31

Til: Øystein Menes


Hei og takk for kjapt svar! Da tar vi det klokken 12 på torsdag, så skal vi ta og forberede noen spørsmål. Sender deg invitasjon på Teams.

Mvh. Sondre Jensen Toen  
Mob: [+4740407387](tel:+4740407387)  
**Byggingeniør-student**  
Ved NTNU-Gjøvik  


---

Fra: [Øystein Menes](#)  
Sendt: tirsdag 2. mars 2021 kl. 12:19  
Til: [Sondre Jensen Toen](#)  
Emne: SV: Møte om fjernstyrte anleggsmaskiner

Hei!  
Vi kan prøve det. Eg har ledig torsdag kl 12 om det passar

Med helsing  
  
Øystein Menes  
Fungerende Seksjonssjef Svan

Norges Vassdrags- og energidirektorat (NVE)  
Mob: 95264600  
E-post: [oym@nve.no](mailto:oym@nve.no)  
Web: [www.nve.no](http://www.nve.no)

## SV: Sitatsjekk fra møte 04.03.2020



Øystein Menes <oym@nve.no>

26.03.2021 15:43



Til: Sondre Jensen Toen

Øystein Menes har delt en OneDrive for Business-fil med deg. Klikk koblingen nedenfor for å vise den.

 [Intervju med Øystein Menes.docx](#)

Hei!

Har endret på et avsnitt. Ellers tror jeg det ser greit ut.

Lykke til 😊

Med helsing



Øystein Menes  
Fungerende Seksjonssjef Svan

Norges Vassdrags- og energidirektorat (NVE)

Mob: 95264600

E-post: [oym@nve.no](mailto:oym@nve.no)

Web: [www.nve.no](http://www.nve.no)

---

**Fra:** Sondre Jensen Toen <[sondrejt@stud.ntnu.no](mailto:sondrejt@stud.ntnu.no)>

**Sendt:** fredag 26. mars 2021 12:51

**Til:** Øystein Menes <[oym@nve.no](mailto:oym@nve.no)>

**Kopi:** Tormod Frengstad <[tormodfr@stud.ntnu.no](mailto:tormodfr@stud.ntnu.no)>

**Emne:** SV: Sitatsjekk fra møte 04.03.2020

Hei Øystein! Har du hatt tid til å sett over denne om det ser greit ut? Eventuelt komme med noen kommentarer om det er noe du mener som må endres?

Mvh. Sondre Jensen Toen

Mob: [+4740407387](tel:+4740407387)

**Byggingeniør-student**

Ved NTNU-Gjøvik



## 7.2.3 Forsvarsbygg

**TF** Tormod Frengstad  
ma. 25.01.2021 09:54  
Til: Henriksen, Pål Skovli <Pal.Henriksen@forsvarsbygg.no>

Hei igjen,

Vi setter pris på at dere vil være med på dette, så da tar vi kontakt når det nærmer seg aktuelt med hjelp fra dere. Bekjentskapene til veiledere må utnyttes for det de er verdt!

Tormod og Sondre

...

Svar | Videre-send

**HS** Henriksen, Pål Skovli <Pal.Henriksen@forsvarsbygg.no>  
on. 20.01.2021 14:42  
Til: Tormod Frengstad  
Kopi: Ole Kristian Haug; Sondre Jensen Toen; Løkstad, Bjørn Vegard <Vegard.Lokstad@forsvarsbygg.no>; Getz, Thomas <thomas.getz@forsvarsbygg.no>

Hei,  
Dette tema er interessant og nyttig for oss, og vi ser positivt på å bidra inn med våre erfaringer fra byggherreperspektiv i en slik sammenheng.

Fra mitt ståsted blir det utover det rent faglige, også svært vanskelig å takke nei til en slik henvendelse, når jeg ser hvem dere har som veileder ☺

Min kollega Bjørn Vegard er enda viktigere enn meg i denne sammenhengen, da det er han som har hatt hovedansvaret for entreprisene på Hjerkin, herunder sikkerhetsaspekter tilknyttet dette, men vi tar sikte på å bidra inn begge to. Dette skal vi koordinere oss imellom.

Med vennlig hilsen

**Pål Skovli Henriksen**  
Prosjektleder Hjerkin PRO  
Eiendomsforvaltning

**Forsvarsbygg**  
Tel: + 47 468 70 400  
Mobil: +47 928 23 292  
Internett: [www.forsvarsbygg.no](http://www.forsvarsbygg.no)

**TF** Tormod Frengstad  
on. 20.01.2021 13:54  
Til: Pal.Henriksen@forsvarsbygg.no  
Kopi: Ole Kristian Haug; Sondre Jensen Toen

**Til Pål Skovli Henriksen/Forsvarsbygg**

Hei,

Vi er to studenter som studerer bachelor i ingeniørfag, bygg med spesialisering innen anleggsteknikk ved NTNU Gjøvik. Vi driver nå og skriver vår bacheloroppgave som omhandler fjernstyrte maskiner, og har i den forbindelse inngått et samarbeid med Gjermundshaug/Steer. Sammen med vår veileder Ole Kristian Haug, ønsker vi å høre deres erfaring som byggherre med bruken av fjernstyrte maskiner i forbindelse med Hjerkinprosjektet.

Med oppgaven vår har vi lyst til å se nærmere på hvilke fordeler/ulempes fjernstyrte maskiner har i forhold til konvensjonelle maskiner når det kommer til HMS. I den forbindelse anser vi Hjerkinprosjektet som svært interessant, særlig når det kommer til ytre miljø og sikkerhet.

Ønsker med denne henvendelsen å høre om dette er noe du/dere kunne være med å bidra til. Vi ser for oss at intervju/spørreundersøkelse og eventuelt deling av aktuelt fagstoff/data som dere har på prosjektet kan være aktuelt.

Med vennlig hilsen Tormod Frengstad og Sondre Jensen Toen

Svar | Svar alle | Videre-send

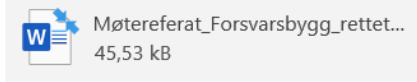
## Møtereferat



Tormod Frengstad <tormodfr@stud.ntnu.no>

08.04.2021 10:55

Til: Henriksen, Pål Skovli; vegard.lokstad@forsvarsbygg.no Kopi: Sondre Jensen Toen



Hei, og takk for praten!

Vi har laget et møtereferat som vi setter pris på om dere har tid til å se over. Legger referatet som vedlegg.

*Med vennlig hilsen:*

Sondre Jensen Toen

og

Tormod Frengstad

40407387

[sondrejt@stud.ntnu.no](mailto:sondrejt@stud.ntnu.no)

94894320

[tormodfr@stud.ntnu.no](mailto:tormodfr@stud.ntnu.no)

## Møtereferat Forsvarsbygg\_sett gjennom

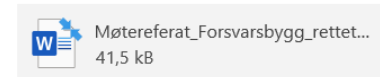


Henriksen, Pål Skovli <Pal.Henriksen@forsvarsbygg.no>

19.04.2021 11:30



Til: Tormod Frengstad; Sondre Jensen Toen Kopi: Løkstad, Bjørn Vegard



Hei,

Bra dette gutter. Har bare rettet opp litt småtterier. Som Vegard påpeker, bruk 1000 m sikkerhetssone. Den er teoretisk på 997, men for alle praktiske formål 1000.

Lykke til med oppgaven!

Pål

## 7.2.4 Norsk Stein

### SV: Kontaktinformasjon



Sondre Jensen Toen <sondrejt@stud.ntnu.no>  
03.03.2021 12:06



Til: Gjøesund, Erlend (Jelsa) NOR

Så flott! Vi sender over et ark med spørsmål så snart vi har gjort dette klart.

Setter stor pris på at dere er villige til å bidra!

Mvh. Sondre Jensen Toen og Tormod Frengstad  
Mob: +4740407387  
**Byggingeniør-student**  
Ved NTNU-Gjøvik  


---

Fra: [Gjøesund, Erlend \(Jelsa\) NOR](#)  
Sendt: onsdag 3. mars 2021 kl. 11:35  
Til: [Sondre Jensen Toen](#)  
Emne: Kontaktinformasjon

Hei Sondre,  
Her er min kontaktinformasjon.

**Mvh**  
**Erlend Gjøesund**  
Avdelingsleder Brudd  
Norsk Stein AS  
Jelsavegen 512  
4234 Jelsa, Norway  
Phone: +47 52792900  
Mobile: +47 90114993  
E-mail: [erlend.gjosund@norsk-stein.no](mailto:erlend.gjosund@norsk-stein.no)  
[www.norsk-stein.no](http://www.norsk-stein.no)

Information about how we process personal data may be found on our website.

This e-mail may contain confidential and/or legally privileged information. If you are not the intended recipient (or have received this e-mail by error) please notify the sender immediately and delete this e-mail. Any unauthorized copying, disclosure or distribution of the material in this e-mail is strictly forbidden.

### Intervju-spørsmål-Bacheloroppgave



Gjøesund, Erlend (Jelsa) NOR <erlend.gjosund@norsk-stein.no>  
08.03.2021 13:52

Til: Johansen, Stian (Jelsa) NOR; Sondre Jensen Toen

Når **torsdag 11. mars 2021 12:00–13:00** (var tirsdag 9. mars 2021 12:00–13:30) [Vis kalender](#)

Hvor Microsoft Teams-møte

✓ Godtatt [Endre](#)



Intervju med Norsk Stein.docx  
17,35 kB

Møte med studenter fra NTNU-Gjøvik om HMS ved autonome kjøretøy.

### Microsoft Teams-møte

**Bli med på PC-en eller mobilappen**

[Klikk her for å bli med i møtet](#)

**Bli med ved hjelp av en videokonferanseenhet**

[171086682@teams.bjn.vc](https://teams.bjn.vc/171086682)

Videokonferanse-ID: 128 767 247 5

[Alternativ VTC-innringsinstruksjoner](#)

[Finn ut mer](#) | [Hjelp](#) | [Møtealternativer](#)

## SV: Sitatsjekk møtereferat



Gjøsund, Erlend (Jelsa) NOR <erlend.gjosund@norsk-stein.no>

22.03.2021 11:15



Til: Tormod Frengstad; Johansen, Stian (Jelsa) NOR **Kopi:** Sondre Jensen Toen



Intervju-med-Norsk...  
33,26 kB

Hei.

Takk for praten. Se vedlagt dokument med kommentarer fra meg.

**Mvh**

**Erlend Gjøsund**

Avdelingsleder Brudd  
Norsk Stein AS  
Jelsavegen 512  
4234 Jelsa, Norway  
Phone: +47 52792900  
Mobile: +47 90114993  
E-mail: [erlend.gjosund@norsk-stein.no](mailto:erlend.gjosund@norsk-stein.no)  
[www.norsk-stein.no](http://www.norsk-stein.no)

*Information about how we process personal data may be found on our website.*

*This e-mail may contain confidential and/or legally privileged information. If you are not the intended recipient (or have received this e-mail by error) please notify the sender immediately and delete this e-mail. Any unauthorized copying, disclosure or distribution of the material in this e-mail is strictly forbidden.*

**Fra:** Tormod Frengstad <[tormodfr@stud.ntnu.no](mailto:tormodfr@stud.ntnu.no)>

**Sendt:** mandag 15. mars 2021 13:22

**Til:** Gjøsund, Erlend (Jelsa) NOR <[erlend.gjosund@norsk-stein.no](mailto:erlend.gjosund@norsk-stein.no)>; Johansen, Stian (Jelsa) NOR <[stian.johansen@norsk-stein.no](mailto:stian.johansen@norsk-stein.no)>

**Kopi:** Sondre Jensen Toen <[sondrejt@stud.ntnu.no](mailto:sondrejt@stud.ntnu.no)>

**Emne:** Sitatsjekk møtereferat

Hei, og takk for praten!

Skrevet et referat fra møte om dere har lyst til å lese over og se om det stemmer. Lagt til et par kommentarer der hvor jeg var litt i tvil om det stemte/om det var greit å ta med. Legger ved som vedlegg.

*Med vennlig hilsen:*

Sondre Jensen Toen

40407387

[sondrejt@stud.ntnu.no](mailto:sondrejt@stud.ntnu.no)

og

Tormod Frengstad

94894320

[tormodfr@stud.ntnu.no](mailto:tormodfr@stud.ntnu.no)

## 7.2.5 Statens Vegvesen

SV: Bacheloroppgave HMS og fjernstyrte anleggsmaskiner



Sondre Jensen Toen <sondrejt@stud.ntnu.no>  
16.03.2021 17:27

Til: Jon Roger Sørvang Kopi: Tormod Frengstad

Yes det skal jeg gjøre!

Sendt fra [E-post](#) for Windows 10

---

**Fra:** [Jon Roger Sørvang](#)  
**Sendt:** tirsdag 16. mars 2021 kl. 13:43  
**Til:** [Sondre Jensen Toen](#)  
**Emne:** SV: Bacheloroppgave HMS og fjernstyrte anleggsmaskiner

Hei igjen.  
Vi kan ta et Teamsmøte torsdag fra kl. 14.00.  
Lager du en innkalling?

Mvh. Jon-Roger

---

**Fra:** Sondre Jensen Toen <sondrejt@stud.ntnu.no>  
**Sendt:** tirsdag 16. mars 2021 13:21  
**Til:** Jon Roger Sørvang <jon-roger.sorvang@vegvesen.no>  
**Emne:** SV: Bacheloroppgave HMS og fjernstyrte anleggsmaskiner

Hei! Ville du tatt et møte på slutten av dagen på torsdag? Så kan vi ta det over Teams? Bare kom med et tidspunkt det passer for deg.

---

**Fra:** [Jon Roger Sørvang](#)  
**Sendt:** tirsdag 16. mars 2021 kl. 10:02  
**Til:** [Sondre Jensen Toen](#); [Tormod Frengstad](#)  
**Emne:** SV: Bacheloroppgave HMS og fjernstyrte anleggsmaskiner

Hei!  
Dere kan ringe meg på 974 10490 eller på Skype eller Teams, helst på slutten av dagen i dag, eller i morgen eller på torsdag.

Med hilsen  
Jon Roger Sørvang

**Statens vegvesen**, Drift og vedlikehold  
Drift og vedlikehold nord, Drift nord 3  
**Besøksadresse:** Storgata 86, Leknes  
**Mobil:** +47 97410490 **epost:** [jon-roger.sorvang@vegvesen.no](mailto:jon-roger.sorvang@vegvesen.no)  
[www.vegvesen.no](http://www.vegvesen.no) **epost:** [firmapost@vegvesen.no](mailto:firmapost@vegvesen.no)

## SV: Sitatsjekk fra møte om fjernstyrte maskiner



Jon Roger Sørvang <jon-roger.sorvang@vegvesen.no>

19.03.2021 08:33



Til: Sondre Jensen Toen Kopi: Tormod Frengstad



Bacheloroppgave Møtereferat...  
30,81 kB

Hei!

Har lest gjennom referatet og finjustert med **rød skrift**.

Lykke til videre med oppgaven!

Med hilsen

Jon Roger Sørvang

**Sitatens vegvesen**, Drift og vedlikehold

Drift og vedlikehold nord, Drift nord 3

**Besøksadresse:** Storgata 86, Leknes

**Mobil:** +47 9741 0490 **epost:** jon-roger.sorvang@vegvesen.no

www.vegvesen.no **epost:** firmapost@vegvesen.no

---

**Fra:** Sondre Jensen Toen <sondrejt@stud.ntnu.no>

**Sendt:** torsdag 18. mars 2021 20:34

**Til:** Jon Roger Sørvang <jon-roger.sorvang@vegvesen.no>

**Kopi:** Tormod Frengstad <tormodfr@stud.ntnu.no>

**Emne:** Sitatsjekk fra møte om fjernstyrte maskiner

Heisann! Har da rettett møtereferatet fra møte vi hadde med deg i dag. Håper du kan ta deg tid til å kjøpt se over at vi ikke har feilsitert deg på noe og komme med en godkjenning tilbake til oss! (Fila ligger som vedlegg)

Vi takker veldig for at du tok deg tid til å ta en prat!

Mvh. Sondre Jensen Toen og Tormod Frengstad

Mob: +4740407387

**Byggingeniør-student**

Ved NTNU-Gjøvik





