

# Analyse av alvorlige ulykker med anleggsmaskiner i anleggsprosjekter

Ahmad Mohamad Alhaffar

Helse, miljø og sikkerhet

Innlevert: juli 2020

Hovedveileder: Eirik Albrechtsen

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet

Institutt for industriell økonomi og teknologiledelse

# Forord

---

Denne masteroppgaven er i emnet TIØ4925 Helse, miljø og sikkerhet masteroppgave, tilknytning til Institutt for økonomi og teknologiledelse (IØT), ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) i Trondheim, våren 2020. Markerer slutten på det toårige masterprogrammet.

Jeg ønsker å takke alle personene som har bidratt med informasjon, råd og veilede i arbeidet med oppgaven. Spesielt vil jeg vil si en stor takk til min veileder ved NTNU, Eirik Albrechtsen, for god veiledning. Jeg vil takke Roar Brattås for at han hjelp til med å rette opp språket. Jeg vil også takke seniorrådgiver Stig Winge ved Arbeidstilsynet for hjelp og gi meg viktige rapporter, og Jeg vil takke til alle eksperter som hadde jeg mulighetene til å bli intervjuet med dem. Jeg er også evig takknemlig for støtten fra familie, kona og sønnen. God støtte og oppmuntring fra kona mi underveis har vært med på å gjøre studie er til en god opplevelse.

Til sist vil jeg takke til NTNU ledelsene for å gi meg en mulighet til å få mastergrad fra en de beste universitet i Norge.



---

Ahmad Mohamad Alhaffar

Trondheim 2. juli 2020

# Sammendrag

---

Formålet med denne oppgaven var å gjøre en analyse av alvorlige ulykker med anleggsmaskiner og finne årsakene til disse, slik at man kan gi anbefalinger for å redusere og hindre ulykker. Bygg- og anleggsbransjen er kompleks, og har høy risiko. Utfordringer i sikkerhet og statistikk fra Arbeidstilsynet viser at denne bransjen er spesielt utsatt for arbeidsskader og dødsulykker sammenlignet med andre bransjer. Bakgrunnen for disse ulykkene har flere årsaker, som vil bli funnet frem til og diskutert i denne oppgaven.

Gjennom analyse av databaser og intervju ble det funnet behov for å øke sikkerhet og barriere ved å forbedre opplæring med anleggsmaskiner, lage sikkerhetsplaner som inkluderer tidspress som ulykkesårsak, og bruker Arbeidstilsynets visjon som rammeverk for arbeidet. Sikkerhetskrav skal være et verktøy i sikkerhetsstyringen og planleggingen, og hvis disse kravene brytes, er det ingen poeng i å ha krav. Sikkerhet er i denne oppgaven er avgrenset til å analysere arbeidsaktivitet, og innebærer å unngå hendelser som død, kritiske skader og kuttskader.

Det ble sett på ulykkesrapporter fra Arbeidstilsynet (2019a) og laget en ulykkesdatabase for å analysere rapportene. Det ble også utført kvalitative forskningsintervju med eksperter i anleggsbransjen for å undersøke oppgavens formål. Seks intervjuobjekter ble intervjuet, fordelt på et prosjektleder, en fagarbeider, to HMS-rådgivere og to regionale verneombud. Intervjuene ble gjennomført ved å operasjonalisere oppgavens formål inn i seks avvik: menneskelig feil, teknisk feil, personer i faresone, manglende informasjonsflyt, bevegelse av anleggsmaskiner, og risikovurdering.

Oppgaven viser at sikkerhet kan økes ved fokusere på detaljer og lage barriere for å fylle gapene i sikkerhetssystem gjennom arbeid. Blant annet at konsekvensene knyttet til sikkerhetsutfordringer er umiddelbare og mindre kontrollerbare, samt at de oppleves som mer ukjent og mer alvorlige sammenlignet med arbeidsmiljøfaktorene. Den viktigste faktoren er å øke risikoforståelse for arbeidstakere og forsterke sikkerhetskultur hos dem.

Alvorlige ulykker skjer fortsatt i anleggsbransjen, men å redusere konsekvenser og hindre ulykker er mulig ved å fokusere på detaljer. Det vil helt klart bli spennende å se hvordan det går med bygg- og anleggsbransjen uten å registrere ulykker over de neste årene.

# Abstract

---

The purpose of this assignment was to do an analysis of serious accidents with construction equipment and find the causes of these, so that recommendations can be made to reduce and prevent accidents. The building and construction industry is complex and has a high risk. Challenges in safety and statistics from the Norwegian Labor Inspection Authority show that this industry is particularly vulnerable to occupational injuries and fatalities compared with other industries. The causes of these accidents have several causes, which will be found and discussed in this paper.

Through analysis of databases and interviews, a need was found to increase safety and barrier by improving training with construction equipment, making safety plans that include time pressure as a cause of accident, and using the Labor Inspection Authority's vision as a framework for the work. Security requirements should be a tool in security management and planning, and if these requirements are breached, there is no point in having claims. Safety in this task is limited to analyzing work activity, and involves avoiding incidents such as death, critical injuries and cuts.

Accident reports from the Norwegian Labor Inspection Authority (2019a) were looked at and an accident database was created to analyze the reports. Qualitative research interviews were also conducted with construction industry experts to investigate the purpose of the thesis. Six interview items were interviewed, distributed among a project manager, a specialist worker, two HSE advisers and two regional safety representatives. The interviews were conducted by operationalizing the purpose of the task into six nonconformities: human error, technical error, people at risk, lack of information flow, movement of construction equipment, and risk assessment.

The thesis shows that safety can be increased by focusing on details and creating a barrier to fill the gaps in the security system through work. Among other things, the consequences associated with security challenges are immediate and less controllable, and that they are perceived as more unknown and more serious compared to the work environment factors. The most important factor is to increase risk awareness for employees and to strengthen their safety culture.



# Innholdsfortegnelse

<b>1. INNLEDNING</b> .....	<b>1</b>
1.1. FORMÅL.....	3
1.2. AVGRENSNINGER.....	4
1.3. STRUKTUR.....	5
<b>2. BAKGRUNN</b> .....	<b>6</b>
2.1. ULYKKESSTATISTIKK.....	6
2.2. ANLEGGSMASKINER.....	8
2.2.1. <i>Dumper</i> .....	8
2.2.2. <i>Gravemaskin</i> .....	11
2.2.3. <i>Hjullaster</i> .....	13
2.2.4. <i>Doser</i> .....	14
2.2.5. <i>Gravelaster</i> .....	16
2.2.6. <i>Borerigger</i> .....	16
<b>3. TEORI</b> .....	<b>18</b>
3.1. ULYKKESMODELLER.....	18
3.1.1. <i>Årsak- lineærmodeller:</i> .....	18
3.1.2. <i>Energimodeller</i> .....	20
3.1.3. <i>Prosessmodeller:</i> .....	22
3.1.4. <i>Komplekse ikke-lineære ulykkes modeller</i> .....	24
3.2. RAMMEVERK FOR ULYKKESANALYSE.....	24
3.3. MÅLKONFLIKT (KOMPLEKSITET I ANLEGGSPROSJEKTER).....	26
3.4. BARRIERELEMENTS.....	27
3.5. SIKKERHETSINDIKATOR.....	29
<b>4. METODE</b> .....	<b>30</b>
4.1. HENDELSESDATABASE.....	32
4.1.1. <i>Formål med Database</i> .....	32
4.1.2. <i>Bruk av databasen</i> .....	33
4.1.3. <i>Databasens kjennetegn</i> .....	33
4.1.4. <i>Oppbygging av hendelsesdatabase</i> .....	34

4.1.5.	<i>Ulykkeskonsentrasjons-analyse</i> .....	35
4.1.6.	<i>Sikkerhetsinformasjonssystemer</i> .....	36
4.2.	RAPPORTER OG DOKUMENTETER.....	37
4.2.1.	<i>Analyserapporter</i> .....	37
4.3.	VELG AV METODE .....	38
4.3.1.	<i>Kvalitativ metode</i> .....	39
4.4.	INTERVJU.....	39
4.4.1.	<i>Forberedelser</i> .....	40
4.4.2.	<i>Datainnsamling</i> .....	41
4.5.	VURDERING AV KVALITATIV METODE .....	41
5.	RESULTAT OG ANALYSE .....	43
5.1.	ANALYSE AV RAPPORTER I DATABASEN .....	43
5.2.	ANALYSE AV INTERVJU MED EKSPERTER .....	59
5.2.1.	<i>Menneskelig feil</i> .....	59
5.2.2.	<i>Teknisk feil</i> .....	60
5.2.3.	<i>Personer i faresone</i> .....	60
5.2.4.	<i>Manglende informasjonsflyt</i> .....	61
5.2.5.	<i>Gravemaskin og bevegelsesulykker</i> .....	61
5.2.6.	<i>Risikovurdering og opplæring</i> .....	62
6.	DISKUSJON .....	64
6.1.	FORHOLDET MELLOM MENNESKELIG FEIL/TEKNISK FEIL OG SYSTEMFEIL .....	65
6.2.	KJENNETEGN VED ALVORLIGE ULYKKER MED ANLEGGSMASKINER.....	67
6.3.	FORBEDRINGER FOR Å REDUSERE OG HINDRE ALVORLIGE SKADER.....	68
7.	KONKLUSJON.....	71
8.	REFERANSER.....	I
9.	VEDLEGG A: INTERVJUGUIDE .....	I
10.	VEDLEGG B: DATABASEN ARK SOM EXCEL-FIL .....	III

## FIGURER

<b>Figur 1.1:</b> Oversikt over oppgavens struktur.....	5
<b>Figur 2.1:</b> . Antall arbeidsskadedødsfall der den omkomnes arbeidsgiver er en bygge- og anleggsvirksomhet, og antall arbeidsskadedødsfall per 100 000 sysselsatte. Arbeidstilsynet (2019b).....	6
<b>Figur 2.2:</b> Antall arbeidsskadedødsfall der omkomnes arbeidsgiver er en bygge- og anleggsvirksomhet og øvrige landbaserte næringer. Arbeidstilsynet (2019b).....	7
<b>Figur 2.3:</b> Antall arbeidsskadedødsfall i bygge- og anleggsvirksomhet fordelt på norsk og utenlandsk statsborgerskap i perioden 2012-2018. Arbeidstilsynet (2019b).....	8
<b>Figur 2.4:</b> Viser Dumper Tipp-kjøretøy. VOLVO, HD605.(machineryzone.no).....	9
<b>Figur 2.5:</b> Viser risiko ved står arbeidstaker nære dumper når tømme last.....	10
<b>Figur 2.6:</b> Viser Gravemaskin Komatsu, PC-240. (anleggsmaskinen.no).....	11
<b>Figur 2.7:</b> Viser risiko ved arbeid på skråning med Gravemaskin.....	12
<b>Figur 2.8:</b> Viser faresone rundt Gravemaskin. (shutterstock.com).....	13
<b>Figur 2.9:</b> Viser 23 tonns pukkverk-hjullaster. DL420 CVT. (anleggsmaskinen.no).....	14
<b>Figur 2.10:</b> Viser Komatsu doser D65 EX-12. (Jualo.no).....	15
<b>Figur 2.11:</b> Viser Gravelaster JCB-5CX.(anleggsmaskin.no).....	16
<b>Figur 2.12:</b> Viser mobile borerigger. (EBA.no).....	17
<b>Figur 3.1:</b> Domino-modell for ulykkesårsak (Heinrich, 1931).....	19
<b>Figur 3.2:</b> ILCI Tap Årsaks modell (Bird and Germain, 1985).....	19
<b>Figur 3.3:</b> Sveits ost modellen. (Rausand, 2011).....	21
<b>Figur 3.4:</b> Fasen av forskjellige ulykkes prosessmodeller. OARU modell (Kjellén og Larsson1981).....	22
<b>Figur 3.5:</b> Rammeverk for ulykkesanalyse (Kjellén and Albrechtsen, 2017).....	25
<b>Figur 3.6:</b> Rasmussens modell om målkonflikt. (Sikkerhetsledelse forelesning 2018).....	26
<b>Figur 3.7:</b> Energi- og barrieremodellen. Haddon, 1980.....	28
<b>Figur 4.1:</b> Flyt av informasjon i et sikkerhetsinformasjonssystem. (Kjellén og Albrechtsen, 2017).....	36
<b>Figur 5.1:</b> Resultat av avviksanalyse for alle ulykkene. Flere avvik mulig per hendelse.....	45
<b>Figur 5.2:</b> Resultat av avviksanalyse for graving gruppe av 7 ulykkene. Flere avvik mulig per hendelse.....	46



<b>Figur 5.3:</b> Resultat av avviksanalyse for løft gruppe av 5 ulykkene. Flere avvik mulig per hendelse.....	46
<b>Figur 5.4:</b> Resultat av avviksanalyse for mekanisk arbeid gruppe av 4 ulykkene. Flere avvik mulig per hendelse.....	47
<b>Figur 5.5:</b> Resultat av avviksanalyse for boring gruppe av 4 ulykkene. Flere avvik mulig per hendelse.....	48
<b>Figur 5.6:</b> Resultater av avviksanalyse for alle gruppene av 20 ulykkene. Flere avvik mulig per hendelse.....	49
<b>Figur 5.7:</b> Resultater av typehendelse for alle gruppene av 20 ulykkene.....	52
<b>Figur 5.8:</b> Resultater av barriere svikt for alle gruppene av 20 ulykkene. Flere barrierer svikt mulig per hendelse.....	55
<b>Figur 5.9:</b> Resultater av tap av kontroll for alle gruppene av 20 ulykkene. Resultat deling mellom to hoved situasjoner.....	55
<b>Figur 5.10:</b> Resultater av maskintyper for alle gruppene av 20 ulykkene. Flere ulykker knytt til gravemaskiner.....	56
<b>Figur 5.11:</b> Resultater av konsekvenser for alle gruppene av 20 ulykkene.....	57
<b>Figur 5.12:</b> Resultater av type skade for alle gruppene av 20 ulykkene. Flere skader knytt til klemskade.....	58
<b>Figur 6.1:</b> Viser hvor i ulykkes-modellen hver analyse nivå.....	64

## TABELLER

<b>Tabell 3.1:</b> Haddon's strategier for forebygging av skade (Haddon, 1980).....	20
<b>Tabell 3.2:</b> Viser en sjekklister over avvik som brukes som analytisk rammeverk.....	24
<b>Tabell 4.1:</b> Arbeidsplan og tilhørende aktiviteter for oppgaven.....	31
<b>Tabell 4.2:</b> Forskrifter og prosedyrer som ble brukt i analyse metode.....	38
<b>Tabell 4.3:</b> Oversikt over informanter.....	40
<b>Tabell 5.1:</b> Antall avvik for hver aktivitetsgruppe.....	44
<b>Tabell 5.2:</b> Alle de type hendelser med analyse rapporter i databasen.....	51
<b>Tabell 5.3:</b> Hendelsene som er knyttet til de 20 rapportene fra databasen.....	52
<b>Tabell 5.4:</b> Antall barriere svikt i de aktivitetsgrupper.....	54
<b>Tabell 5.5:</b> forholdet mellom maskins typen med de aktiviteter i databasen.....	56
<b>Tabell 5.6:</b> Forholdet mellom konsekvenser og aktiviteter i databasen.....	57
<b>Tabell 5.7:</b> Forholdet mellom type og aktiviteter i databasen.....	58

## **FORKORTELSER**

---

<b>HMS</b>	Helse, Miljø og Sikkerhet
<b>KPI</b>	Key Performance Indicators
<b>RUH</b>	Rapportering av uønsket hendelse
<b>RVO</b>	Regionale verneombud
<b>PL</b>	Prosjekt Leder
<b>SHA</b>	Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø
<b>SJA</b>	Sikker-jobb analyse
<b>UE</b>	Underentreprenør
<b>EBA</b>	Entreprenørforeningen Bygg og Anlegg
<b>ILCI</b>	The International Loss Control Institute
<b>ISO</b>	International Organization for Standardization
<b>FA</b>	Fagansvarlig
<b>OEM</b>	Original equipment manufacturer
<b>SJA</b>	Sikkerhets Jobb Analyse



## 1. Innledning

---

Det har vært mange skader i bygg- og anleggsnæringen opp gjennom årene. Bygg- og anleggsvirksomhet er næringen med flest registrerte arbeidsskadedødsfall og næringen med den fjerde høyeste frekvensen av arbeidsskadedødsfall per 100.000 sysselsatte arbeidstakere. (Arbeidstilsynet, 2019b).

I anleggsprosjekter er det store mengder energi involvert, med anleggsmaskiner og kjøretøy, utfordrende terreng, graving, løfting og tømning av masse. Arbeid med maskiner og utstyr produserer energi som kan forårsake ulykker med ulike typer intensitet.

Gravemaskiner og store kjøretøy er ofte involvert i alvorlige ulykker i anlegg. (Arbeidstilsynet, 2015).

Ulykker der høy energi er involvert har større potensiale for alvorlig skade eller dødsulykker. På grunn av dette har anleggsbransjen behov for gode verktøy for å kontrollere risikomomenter og styre sikkerheten. Arbeidere i bygg- og anleggsbransjen er blant de som er mest utsatt for skader og ulykker. Risikoen for å dø nesten dobbelt så stor som i andre bransjer (Arbeidstilsynet, 2013).

Opgavens hensikt er å finne årsaksforhold til alvorlige ulykker med anleggsmaskiner, slik at denne kunnskapen kan benyttes for å forebygge at tilsvarende ulykker skjer i fremtiden. Læring og forståelse av tidligere ulykker er nødvendig for databaser med sikkerhetshendelser som samler inn hendelser med høy læringsverdi og strukturerer dem slik at nødvendig informasjon kan samles raskt. Den undersøker også hvordan de kan brukes til å forhindre hendelser ved å øke bevisstheten og ved å være et verktøy for å gjennomføre hendelsesundersøkelser.

Ofte er årsaken til alvorlige ulykker en sekvens av feil i stedet for én enkelt feil. Feilene inkluderer direkte, medvirkende og rotfaktorer i styringssystemet som (øyeblikkelig hendelse, kommunikasjonsvikt, mangel på tilstrekkelig ledelseskontroll).

Læring fra tidligere ulykker har alltid vært et viktig verktøy i forebygging av ulykker. Byggenæringen tar forebyggende tiltak og korrigerende tiltak basert på læring fra tidligere ulykker og hendelser.

For å kunne kjenne til indikasjon på ulykker tidlig, må vi analysere hendelser og kjenne rekkefølgen av hendelser for å ta ressursforebyggende tiltak.

Oppgaven er i hovedsak basert på analyse av en database av alvorlige hendelser for å finne gjentakende svakheter både på anleggsplassen og i delene av et selskaps prosess-sikkerhetsstyringsprogram slik at disse områdene kan styrkes.

(Kirchsteiger, 2004) hevder at analyse av databaser er nyttige fordi "feil og svakheter kan avsløres av hendelser uten ulykkes konsekvenser ... de kan være et nyttig supplement for å identifisere mangler og fremme endringer i det faktiske sikkerhetssystemet, og det endelige målet er å unngå ulykkene før de inntreffer".

I denne analysen har vi benyttet datakilder fra Arbeidstilsynets register over arbeidsskadedødsfall samt innrapporterte ulykker med alvorlig skade og statistikk over ikke-dødelige arbeidsskader. Etter oppbygning av databasen som vises i kapittel 4. Etter å ha samlet alle data og rapporter fra Arbeidstilsynet i databasen, ble rapportene delt inn i fire hovedaktivitetsgrupper (graving, løft, mekanisk arbeid, og boring).

Resultater og konsentrasjoner ble diskutert med eksperter fra bygg-og anleggsbransjen for å berike oppgaven med meninger og forklaringer bak årsakene til at ulykker oppstår.

## 1.1. Formål

Hensikten med denne oppgaven har vært analyse av alvorlige ulykker med anleggs maskiner i bygg- og anleggsbransjen.

Dette er gjort ved å ta utgangspunkt i flere rapporter om hendelser og analysere hva som har skjedd i etterkant av disse. Videre har målet vært å intervjuere arbeidere og ledere som jobber i anleggsbransjen for å forklare konsentrasjoner etter analyse av ulykker i databasen.

Deretter sees funnene i sammenheng med relevant litteratur for å identifisere forbedringsområder. Oppgaven er besvart gjennom følgende forskningsspørsmål:

- 1. Hva kjennetegner alvorlig ulykker med anleggs maskiner i bygg- og anleggsbransjen?*
- 2. Hvilke forbedringsområder eksisterer for å redusere og hindre alvorlige skader og dødsulykker i bygg-og anleggsbransjen?*

En del av motivasjonen for å gjennomføre studien har vært at det ble funnet lite forskning om hvordan, og i hvilken grad, alvorlige ulykker har skjedd – og hvilke fellestrekk som går igjen i ulykker i bygg- og anleggsbransjen.

Et mål har derfor vært at oppgaven skal kunne bidra til dette forskningsområdet og være nyttig for andre bransjer hvor læring spiller en viktig rolle i det ulykkesforebyggende arbeidet.

## 1.2. Avgrensninger

Oppgavens avgrensninger springer ut fra både tilnærmingen til temaet læring etter hendelser og valgt forskningsmetode.

I første del tar oppgaven for seg hendelser og rapporter fra Arbeidstilsynet (2019a), og er avgrenset til å se på hendelser som analyserer konsekvenser og avvik i lys av aktivitetsgrupper. Disse hendelsene kalles også kritiske eller alvorlig hendelser, selv om de her kun omtales som hendelser. Mindre alvorlige ulykker er ikke en del av studien. Det trenger ikke være likheter mellom alvorlige og mindre alvorlige ulykker på energimengden som er involvert (Kjellén og Albrechtsen, 2017).

Alvorlige hendelser skaper spesielle muligheter for læring, og til å finne svakheter med arbeid som fører til ulykker med forklaring hvorfor det skjedd. Det er satt avgrensninger med tanke på bedrifters navn og prosjektområder.

Når det gjelder teori om læring omfavner litteraturen en rekke ulike begreper og aspekter, og temaet kan studeres med ulike tilnærminger.

Læring fra resultat etter å ha analysert alvorlige ulykker er en organisatorisk læringsprosess.

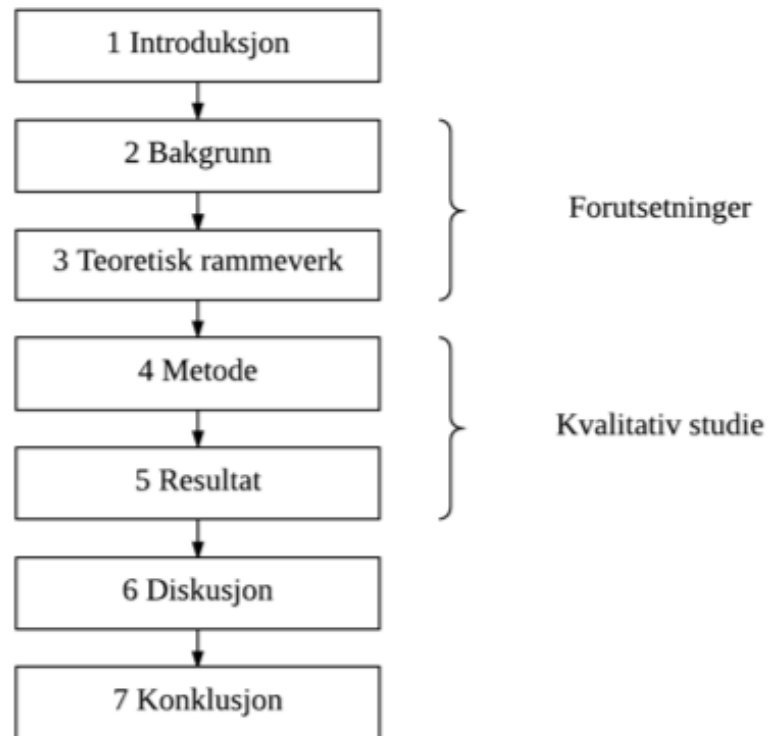
Organisasjonslæring som en kollektiv aktivitet, fra forskjellige prosjekter med ulike synspunkt, er bedre enn summen av individuelle læringsprosesser. Likevel anses individuell læring som en forutsetning for å oppnå organisatorisk læring.

I andre del av oppgaven ble det gjort intervjuer med eksperter på anleggsmaskiner angående sikkerhet ved bruk av anleggsmaskiner på generelt grunnlag, med forklaring av konsentrasjoner som ble funnet via analyser av rapporter gjennom databasen. Disse vises i kapittel 4.1.6.



### 1.3. Struktur

Rapporten er delt inn i åtte kapitler, som vises i figur 1.1. De første kapitlene danner bakgrunnen for oppgaven og teori om begreper, som deretter introduseres og diskuteres. De siste kapitlene handler metoder, analyse og konklusjon, samt vedlegg for oppgaven.



**Figur 1.1:** Oversikt over oppgavens struktur.

Kapittel 2. presenterer sentrale aspekter ved bygg- og anleggsmaskiner og grunnleggende konsepter om risiko og ulykkesgranskning. Deretter redegjør kapittel 3. for relevant litteratur, inkludert generelle ulykkesmodeller og teori om sikkerhetsindikator og barriereelementer. Videre beskriver kapittel 4 metodene som er brukt for å gjennomføre litteratursøk, datainnsamling som rapporter fra Arbeidstilsynet, databaseoppbygning og intervjuer. Deretter handler kapittel 5. om resultat og analyse. Deretter diskuteres funnene opp mot den gjennomgåtte litteraturen i kapittel 6. og kapittel 7. omhandler konklusjoner og anbefalinger, hvor oppgavens forskningsspørsmål besvares. Avslutningsvis inneholder kapittel 8. referanser for oppgaven.

Oppgaven inkluderer også vedlegg som database for 20 rapporter om anleggsulykker, rapportene er delt inn i 4 aktivitetsgrupper og lagret i databasen med forskjellige aspekter. Hensikten med spørsmålene finnes i intervjuguiden.

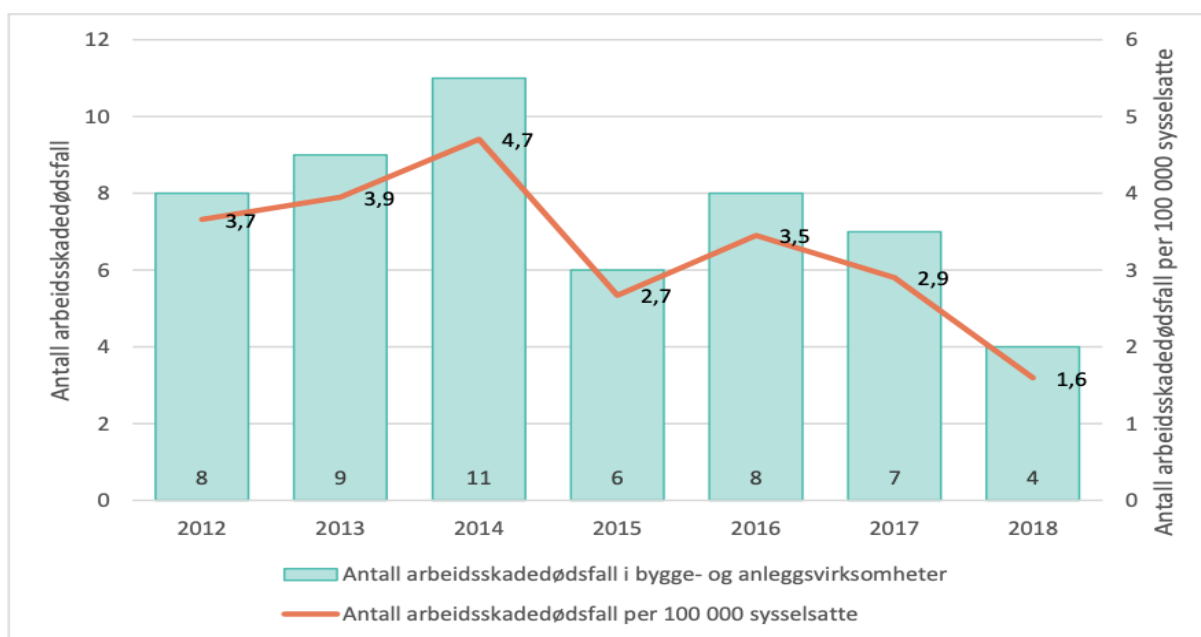
## 2. Bakgrunn

Formålet med dette kapittelet er å gi en oversikt over ulykkesstatistikken i bygg- og anleggsbransjen, deretter gir kapittelet en oversikt over anleggsmaskiner som vanligvis brukes i anleggsprosjekter og oversikt om risikobilde for hver maskin med arbeidsforklaring.

### 2.1. Ulykkesstatistikk

Antall sysselsatte i bygg- og anleggsvirksomheten øker fortsatt. Ifølge Arbeidstilsynet sysselsatte næringen totalt 250 000 arbeidstakere i 2018 (Arbeidstilsynet, 2019b). Utenlandske bedrifter utfører arbeid i bygg og anlegg i tillegg antall av arbeidstaker i den nærings bedrifter øker i de siste årene (Arbeidstilsynet, 2019b).

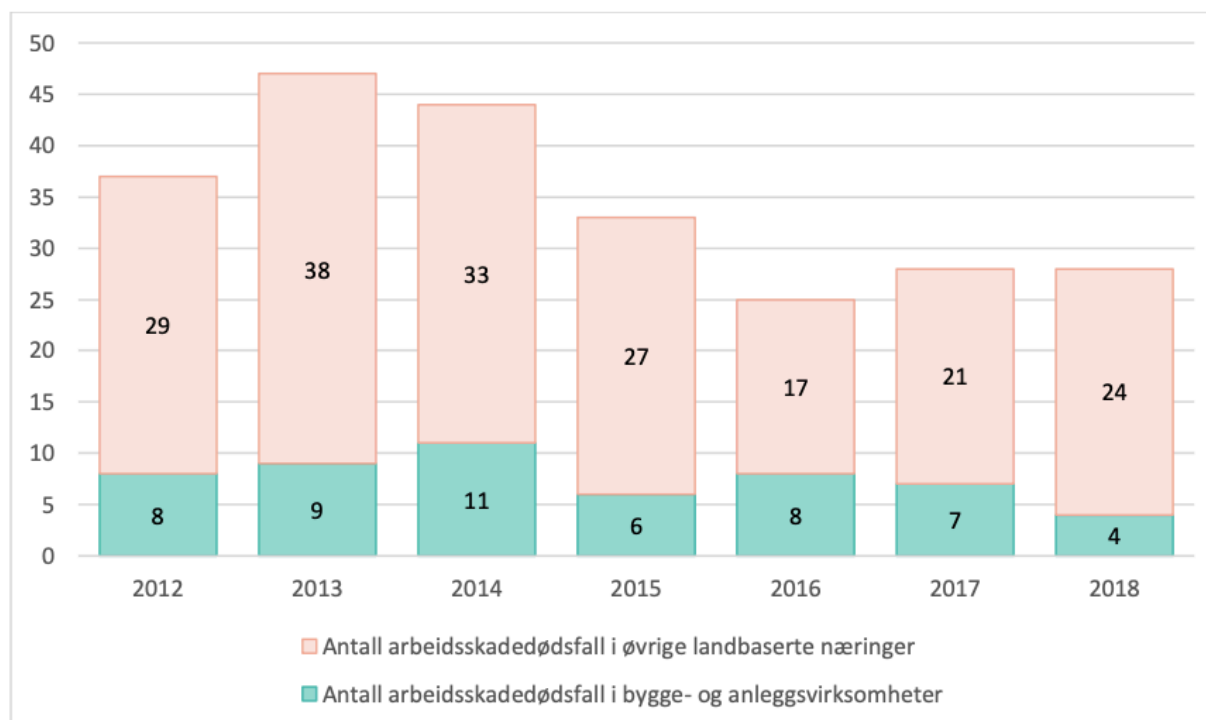
Det var registret stabilt antall arbeidsskadedødsfall i de fem årene, med 7 arbeidstakere som gjennomsnitt, det gikk ned 4 i 2019, som vist på figur 2.1. Figuren ble hentet fra Arbeidstilsynets rapport Kompass Tema nr. 1 2018 – Ulykker i bygg og anlegg i 2019. Antall arbeidsskadedødsfall og frekvensen av arbeidsskadedødsfall har vært nedgående etter 2014 og fortsatt nede fram til 2018.



**Figur 2.1:** . Antall arbeidsskadedødsfall der den omkomnes arbeidsgiver er en bygge- og anleggsvirksomhet, og antall arbeidsskadedødsfall per 100 000 sysselsatte. Arbeidstilsynet (2019b).

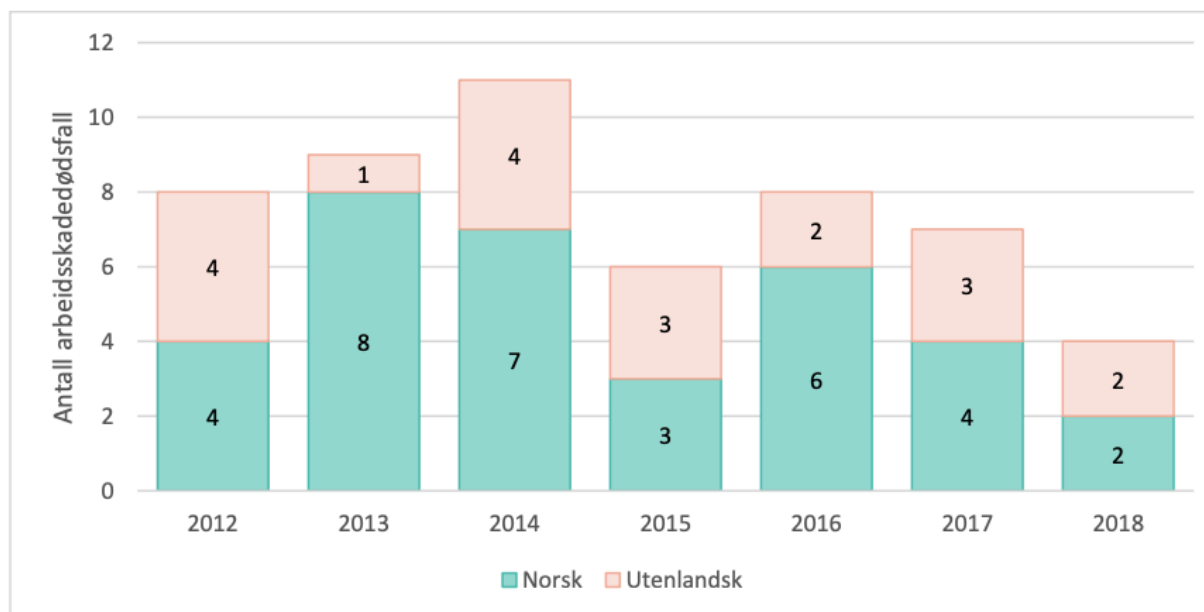
Totalt har det omkommet i gjennomsnitt 35 personer per år i arbeidsulykker i landbaserte næringer i perioden 2012–2018 Figur 2.2.

Totalt antall arbeidsskadedødsfall hadde en nedadgående trend fra 2013–2016, men har hatt en liten økning i 2017 og 2018. Som tidligere beskrevet var fire av de totalt 28 omkomne (14 prosent) i arbeidsulykker i 2018 ansatt i virksomheter i næringen Bygge- og anleggsvirksomhet. Dette er laveste andel i angitte periode. I perioden 2012–2017 varierte den samme andelen mellom 18 og 32 prosent (Arbeidstilsynet, 2019b).



**Figur 2.2:** Antall arbeidsskadedødsfall der omkomnes arbeidsgiver er en bygge- og anleggsvirksomhet og øvrige landbaserte næringer. Arbeidstilsynet (2019b).

Blant de som omkom i næringen Bygge- og anleggsvirksomhet i perioden 2012–2018 hadde 36 prosent (19 av 53) utenlandsk statsborgerskap. Andelen utenlandske arbeidstakere blant de omkomne har variert mellom 11 og 50 prosent i denne perioden (Arbeidstilsynet, 2019b).



**Figur 2.3:** Antall arbeidsskadedødsfall i bygge- og anleggsvirksomhet fordelt på norsk og utenlandsk statsborgerskap i perioden 2012-2018. Arbeidstilsynet (2019b).

## 2.2. Anleggsmaskiner

All anleggsvirksomhet er forbundet med risiko. Anleggsmaskiner er ofte involvert i ulykker og hendelser på anleggsplassen. Nedenfor følger en oversikt og forklaring over anleggsmaskiner og hva som er risikobilde for vanlige maskinene som brukes i anleggsprosjekter.

### 2.2.1. Dumper

Dumpere brukes på byggeplasser for å frakte store mengder materiale fra et sted til et annet, eller til dumpegården. Generelt, på store byggeplasser, brukes terrenggående dumpere. (Edwards, 2019).

Disse terrengtruckene inneholder store hjul med stor plass for materialer som gjør dem i stand til å bære enorme mengder materiale under alle typer grunnforhold.

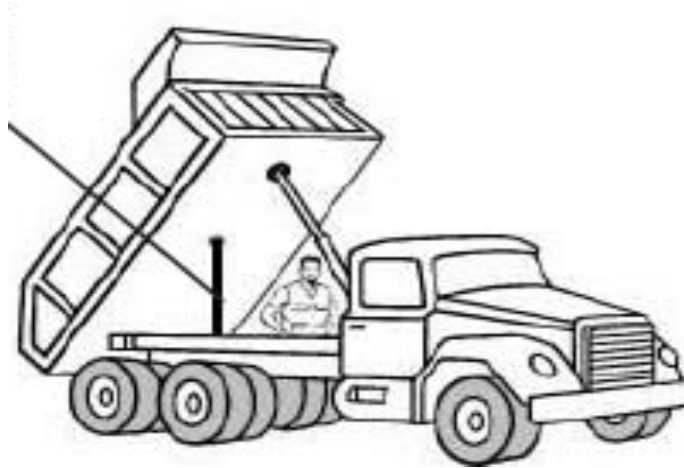


**Figur 2.4:** Viser Dumper Tipp-kjøretøy. VOLVO, HD605.(*machineryzone.no*).

Dumpere er faktisk en av de mest populære typene anleggsmaskiner. Generelt brukes dumpere i byggebransjen med formålet å hente skitt og rusk bort fra byggeplassen.

Det er mange farer forbundet med bruk av stor gårdsdump og store lastebiler. Å heve sengen av tippvogn og tilhengere på gården kan utsette arbeidstakere for potensielle farlige forhold. En tippvogn eller tilhenger blir mindre stabil når sengen er hevet, spesielt når bakken ikke er 100% flat. Jo lengre sengen lastebil eller henger er, eller jo større en helning, desto større er faren for å velte. (Edwards, 2019).

Belastning og knekte knivhengere gir ustabilitetsfare. Lengre tilhengere gir mer overflate for høy vind, noe som øker sjansen for å velte. Denne faren øker hvis bakken er ujevn, det er mye vind, og lasten ikke er sentrert eller skifter utenfor midten mens den blir losset. (Edwards, 1998).



**Figur 2.5:** *Viser risiko ved står arbeidstaker nære dumper når tømme last.*

En arbeider plasserer seg ofte mellom en hevet dump-seng og en lastebil- eller tilhengerramme for å sjekke uventede lyder eller mulige funksjonsfeil som fører til uhyggelig ulykke. En seng kan senkes utilsiktet av en medarbeider eller av at noen uheldigvis trykker på en fjernkontroll uten å sjekke om noen ansatte under sengen. Gli og fall kan forekomme når du klatrer av og på trailersenger som fører til knuste fingre og hender når du åpner og lukker sperrene til bakluker, eller fra hengslene på bakluken. (Edwards, 1998).

For å redusere farene ved dump, bør kjøretøy:

- Ha utstyr for skråningsdetektor for å begrense høyden som lasten
- Kunne løftes i ujevnt terreng.
- Se vinduer i sideveggene for å redusere behovet for å klatre opp på traileren for å sjekke lasten.
- Ha en nedfelt stige som gjør det lettere å klatre opp og utenfor traileren.
- Unngå å overbelaste dumpsengen.
- Sjøfører som får opplæring i spesifikasjonene om vedlikehold og inspeksjoner for lastebiler og tilhengere.
- Løsne på komprimert jord eller grus og på en så jevn og jevn overflate som mulig.
- Sjøfører og hjelpere bør vite hvordan de bruker håndsignaler og trygge prosedyrer for losning av to personer.

### 2.2.2. Gravemaskin

Gravemaskiner er viktig og mye brukt utstyr i byggebransjen. Deres generelle formål er utgraving, men de kan også brukes til mange formål som tunge løft, riving, demming av elver og hogging av trær. (Edwards, 2019).



**Figur 2.6:** Viser Gravemaskin Komatsu, PC-240. ([anleggsmaskinen.no](http://anleggsmaskinen.no)).

Gravemaskiner inneholder en lang arm og et skap. På slutten av armen finnes en graveskuff, mens skapet er stedet for maskinføreren. Hele kabinordningen kan dreies opp til 360 grader, noe som letter driften. Gravemaskiner er tilgjengelige i både biler med hjul og spor. (Koivo, Thoma, Kocaoglan & Andrade-Cetto, 1996).

Gravemaskiner blir ofte brukt til å frakte og behandle ting på byggeplasser, men dette arbeidet fører med seg store helse- og sikkerhetsrisikoer som ofte har en tendens til å bli ignorert av arbeidsgivere, som vi vil nevne i intervju kapittel 4.4.

Risikoen er ofte forårsaket av bruk av gravemaskiner som kraner, hovedsakelig mellom lastepunktene og tilhørende løfteinnretninger som kan føre til katastrofal svikt under løfteoperasjoner.

Det finnes tilbehør som letter arbeidet med gravemaskiner i prosjekter. Bruk av dette tilbehøret er vanligvis en av de største farene for gravemaskiner, da det fører til direkte personskader. (Koivo, Thoma, Kocaoglan & Andrade-Cetto,1996).

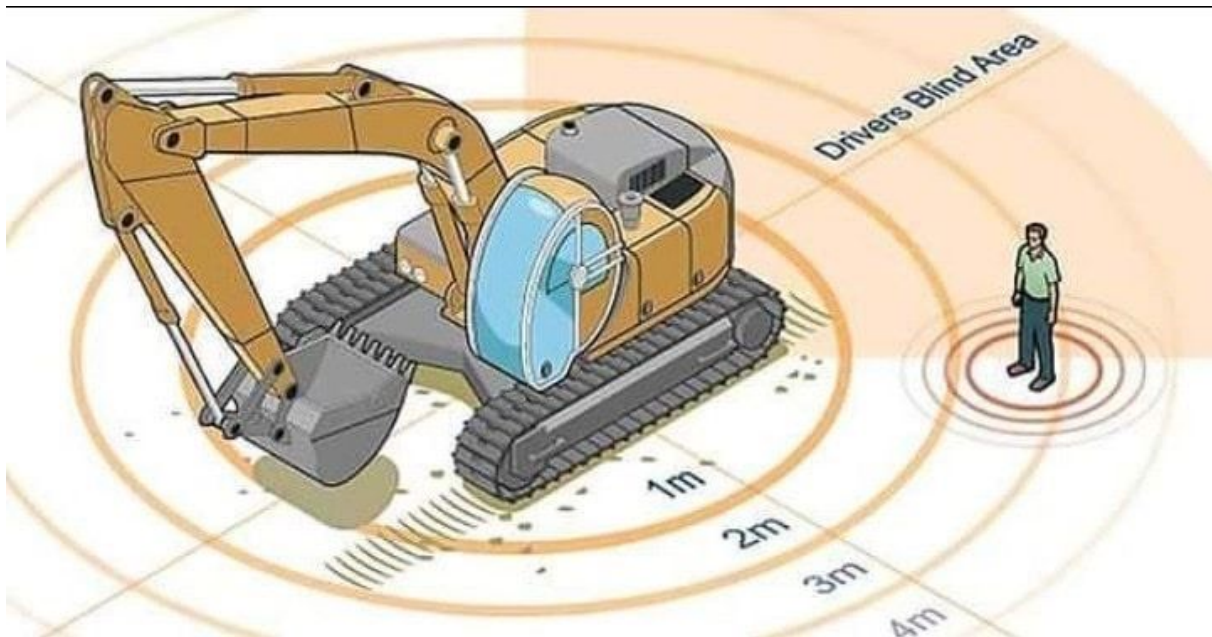


**Figur 2.7:** Viser risiko ved arbeid på skråning med Gravemaskin.

I flere prosjekter er gravemaskiner pålagt å jobbe på farlige steder som fører til at gravemaskin eller last ruller eller glir. Disse er ofte mellom 14 og 40 tonn, noe som forårsaker dødsfall og material skade. (Edwards,1998).

Det er flere årsaker til at gravemaskiner sklir, den viktigste av dem er mangelen på erfaring og trening, arbeid på ujevnt land i et ustabilt klima eller isete bakke som trenger spesiell trening slik vi vil diskutere i intervju kapittel 4.4.





**Figur 2.8:** Viser faresone rundt Gravemaskin. (shutterstock.com).

Sikkerhetsspørsmålet på byggeplasser skyldes det faktum at mange forskjellige industrikjøretøyer og arbeidere til fots alle jobber på stedet samtidig i nærheten av hverandre. I tillegg kan sikt for gravemaskinførere være dårlig på grunn av blindsoner (ca-4 meter diameter) rundt kjøretøyet og alt støv som forårsakes av materialene på stedet. Derfor er det viktigst at gravemaskinføreren til enhver tid har full sikt rundt kjøretøyet. (Edwards, 1998).

Gravemaskinprodusenter som (OEMs) anerkjenner påvirkningen av operatørens dyktighet og effektivitet på maskinens produktivitet og sikkerhetsytelse og de anbefaler at maskinfører må ha god opplæring før start med arbeid, spesielt når de arbeider i skråninger eller trange rom og i forhold med dårlig lys. Mangel av risikovurdering på arbeidsplass og manglende risikoforståelse av arbeidstakere er noen av svakhetene som fører til alvorlig ulykker. (Zhou, Goh & Li, 2015).

### 2.2.3. Hjullaster

Hjullaster brukes på byggeplassen for å laste materialet på dumpere og lastebiler. Materialene kan være utgravd jord, rivningsavfall eller råvarer. En hjullaster har en stor skuff foran med kortere bevegelig arm. (Edwards, 2019).



**Figur 2.9:** Viser 23 tonns pukkverk-hjullaster. DL420 CVT. (anleggsmaskinen.no).

Hjullasteren kan være sporet eller hjulet. Hjullastere er mye brukt på åpne steder mens lastebiler eller mindre lastere brukes på steder der hjullaster ikke kan nå.

Vendinger forårsaket av å kjøre oppover i en bratt skråning eller å snu for raskt i en nedoverbakke kan føre til en velt. Lastere kan velte hvis bøtta er hevet for høyt når den er lastet, spesielt på ujevn bakke og i svinger. Jo høyere bøtta er hevet, jo mer ustabil er traktoren. (Edwards, 1998). Dårlig vedlikehold og arbeid rundt maskiner kan også føre til ulykker. Farene inkluderer å ta av verneutstyr eller ikke ha på seg sikrede klær mens man arbeider.

Å treffe et objekt som en grøft, stubbe eller et hull mens du beveger deg kan føre til en velt. Hvis traktoren startes i gir og en person er bak eller foran traktorhjulene, kan de bli påkjørt. Fall kan også bli forårsaket av å skli på plattformen eller trinnene under montering eller demontering, eller ved å falle ut av bøtta når den brukes til å transportere eller løfte en annen arbeider.

#### 2.2.4. Doser

Doser er en annen type anleggsmaskin som brukes til å fjerne toppjordlaget opp til spesiell dybde. Fjerning av jord skjer ved hjelp av den skarpe, brede metallplaten

foran. Denne platen kan senkes og heves ved hjelp av hydrauliske stempler. (Edwards, 2019).



**Figur 2.10:** Viser Komatsu doser D65 EX-12. (Jualo.no).

Doser og tungt utstyr generelt er blant de største årsakene til skader og omkomne i konstruksjonsulykker. Når Doser brukes på byggeplasser, må arbeidere som bruker maskiner og arbeidere rundt maskineriet alltid være forsiktige. Doser kan ved en tilfældighet kjøre over arbeidere eller knuse dem mellom gjenstander hvis folk ikke er forsiktige, noe som er en stor fare når du arbeider i nærheten av en avsats eller stigning, og når man manøvrerer langs ujevne overflater. (Edwards,1998).

Årsaker til Doserulykker:

- Distraksjon og uoppmerksomhet
- Maskinfører har lite erfaring med å kjøre doser med spesielt tilbehør.
- Usikre forhold på arbeidsstedet. Noen ganger er arbeidsstedet som doser jobber på usikret.
- Dårlig utstysvedlikehold.
- Dårlig vær gjør alltid byggeplasser farligere. Arbeidere må være forsiktige under slike forhold.

### 2.2.5. Gravelaster

Gravemaskin er et annet mye brukt utstyr som er egnet for flere formål.

Koblingsarrangementet er anordnet på baksiden av kjøretøyet mens lasteskuff er montert foran. (Edwards, 2019).



**Figur 2.11:** *Viser Gravelaster JCB-5CX.(anleggsmaskin.no).*

Dette er nyttig for å grave ut grøfter, og ved å bruke frontbelastning kan også lossing og løft av materialer gjøres.

En vanlig ulykke når du bruker industrielt utstyr er når lasteren faller på en annen person eller på grunn av utilstrekkelige tau, kjettinger eller kabler for å løfte gjenstander. Også her er uoppmerksomme sjåfører et problem. (Edwards,1998).

Graving av ustabil jord, undergraving av en bank med en traktorgraver, eller at man kjører for nær en bratt bakke eller utgraving kan føre til en velt.

Feil transport av utstyr. Blant farene er det å unnlate å binde traktorgravere og lastere til lastebiler eller tilhengere og unnlate å ha skikkelig lys og skilt med sakte bevegelse. Hvis du ikke overholder trafikkreglene når du er på offentlig vei, kan det også føre til ulykker. (Edwards,1998).

### 2.2.6. Borerigger

Borerigger kan være livsfarlige. Det er derfor viktig at de er installert med rett type vern, og at de brukes slik de skal. (arbeidstilsynet, 2015).

En borerigg er en maskin som skaper hull i jordens underjordiske overflate. Borerigger kan være massive konstruksjoner som inneholder utstyr som brukes til å bore vannbrønner, tunneler, eller de kan være små nok til å bli flyttet manuelt av en person. Disse kalles ofte for snegler.



Figur 2.12: Viser mobile borerigger. (EBA.no).

### Hvorfor skjer ulykker i anleggsnæringen (Veileder for borerigger, 2019)

- Arbeidstakere har ikke tilstrekkelig opplæring eller erfaring.
- Boreriggoperatør kommer i kontakt med roterende deler.
- Boreriggen mangler den foreskrevne verneutrustning.
- Boreriggoperatør er trøtt og uoppmerksom.
- Manglende sikring av anleggsveier og områder

## 3. Teori

---

Dette kapittelet har som mål å gi en forståelse for teorien som gir prinsipper for arbeidet gjort i denne oppgaven.

Kapittelet begynner med å gi en oversikt over relevante ulykkesmodeller, deretter informasjon om rammeverk for ulykkesanalyse. Videre vil kapittelet gi oversikt og forståelse for hva målkonflikt er og kompleksitet arbeid i anleggsprosjekter. Deretter vil teorien om sikkerhetsindikatorer er og hvorfor de brukes. Til slutt vil jeg se på teori om barriereelementer og hvordan disse kan forhindre ulykker.

### 3.1. Ulykkesmodeller

Å forstå det grunnleggende forholdet mellom ulykker er viktig og avgjørende for å vite fenomenet bak hendelsen. Det er viktig å forstå hvordan ulykker skjedde opp mot konsepter og modeller for analyse av forskjellige typer ulykker.

Det er slike modeller - som referer til ulike faktorer – som kan identifisere faktorer som føre til andre ulykker gjennom uønskede hendelseskjeder.

For forebygging av hendelser må vi forstå modeller av sikkerhetsledelse for å identifisere svakheter og årsaker eller faktorer som fører til ulykker, så disse kan bli adressert og dempe eller redusere ulykker. (Kjellén & Albrechtsen, 2017).

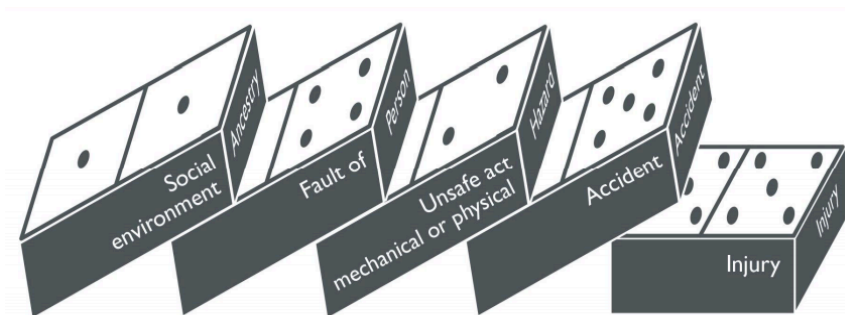
Ulykker er resultatet av komplekse hendelseskjedenes og er ikke resultat av én enkelt feil i systemet. Modeller blir studert i sikkerhetsstyring for å forstå denne kompleksiteten.

#### 3.1.1. Årsak- lineærmodeller:

Lineære modeller antar at ulykker er en kjede av hendelser eller omstendigheter som samhandler lineært i systemet. Domino-modellen (Heinrich, 1931) er et av det viktigste eksempel for å beskrive en kjede hendelser som fører til uønskede konsekvenser.

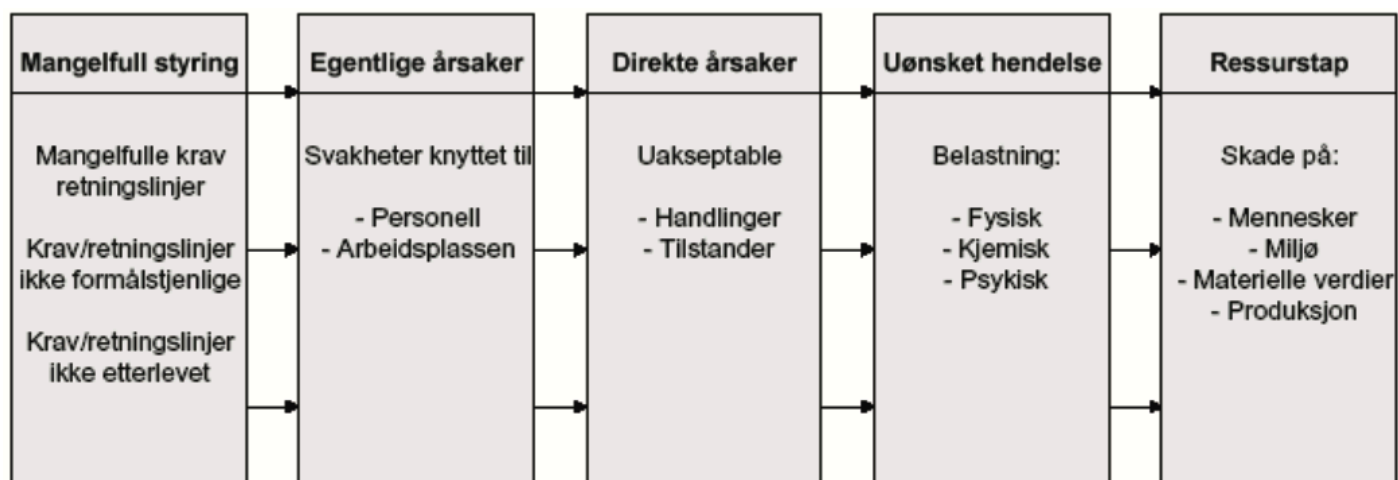
Denne modellen er basert på antagelsen om at forekomst av skader og forebygging av dem er en naturlig serie med hendelser eller forhold som alltid oppstår i en logisk eller

fast rekkefølge, og hendelsen anses bare som en kobling i kjeden. Skader oppstår alltid på grunn av en hendelse, og ulykken er et resultat av faktoren som umiddelbart kommer før den.



**Figur 3.1:** Domino-modell for ulykkesårsak (Heinrich, 1931).

Ifølge domino-modellen kan ulykker forhindres ved å fjerne en av faktorene eller fjerne usikre handlinger som utgjør en trussel mot systemet, hovedsakelig i hendelsesforløpet.



**Figur 3.2:** ILCI Tap Årsaks modell (Bird & Germain, 1985).

"The International Loss Control Institute" utviklet en oppdatert modell av domino for å tydeliggjøre det direkte forholdet mellom systemadministrasjon og måten å tenke på årsakene til ulykken og hendelsesforløpet og resultatet. (Bird & Germain, 1985).

### 3.1.2. Energimodeller

Denne modellen ble utviklet for å forstå energiflyt og hvordan barrierer kan stoppe eller redusere energiflyten. Konseptet tilskrives til (Gibson, 1961) og avhenger av antagelsen om at energi forårsaker skade eller skade som et resultat av dens intensitet ved berøringspunktet, og forårsaker skade på barrierer som absorberer energi eller reduserer dens intensitet. Haddon's strategier er prinsipper for energi- og ulykkesforebygging ved igjennom 10 strategier.

Relatert til energikilden:	Relatert til å skille energikilde fra menneske:	Relatert til mennesket:
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Forhindre oppbygging av energi</li> <li>2. Modifisere egenskapene til energien</li> <li>3. Begrense mengden energi</li> <li>4. Forhindre ukontrollert utløsning av energi</li> <li>5. Endre hastighet eller fordeling av energi-overførsel</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>6. Separere i tid eller rom</li> <li>7. Separere med fysiske barrierer</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>8. Gjør mennesket mer motstandsdyktig mot energioverføring</li> <li>9. Begrense utvikling av skade</li> <li>10. Stabilisere, reparere og rehabiliter</li> </ol>

**Tabell 3.1:** *Haddon's strategier for forebygging av skade (Haddon, 1980)*

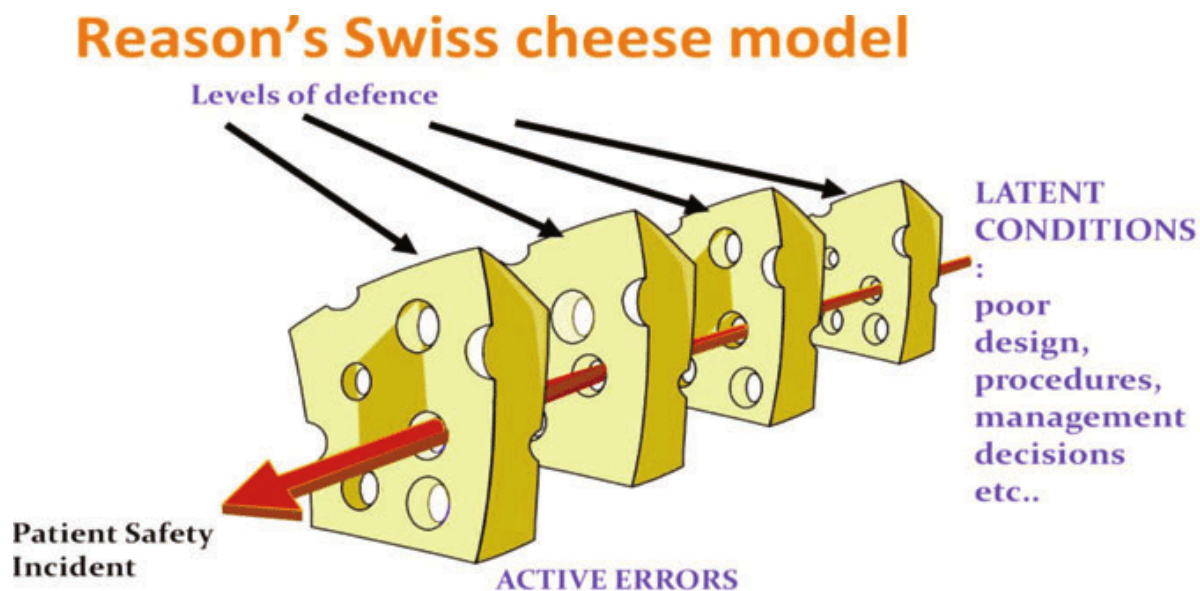
I energimodellen representerer fare en kilde til potensielt skadelig energi, og en ulykke eller skade kan være ved tap av energikontroll når det er en funksjonsfeil i kontrollmekanismen.

Det kan være en mulighet for å unngå ulykken dersom hendelsesforløpet kan advare om tap av energikontroll og sette inn tiltak for å redusere sannsynligheten for ulykken. Dette krever advarsler i de innledende stadiene for å redusere skader eller påvirke resultatene.

Gjennom å analysere feil og daglige sammenbrudd, utviklet (Reason, 1997) en modell for mekanismene for menneskelig feil og i å håndtere problemer gjennom to typer feil (aktive feil, latent feil). Aktive feil er de som har direkte innvirkning. Når det gjelder



de latente feilene, sover de i systemet og blir ikke oppdaget før de kombineres med andre faktorer som bryter ned forsvaret i systemet. Ulykkene skjer ikke bare på grunn av aktive feil, men de ligger i organisatoriske faktorer på forskjellige nivåer i systemet, den Sveitsiske ostemodellen illustrerer teorien om organisasjonsulykker.



**Figur 3.3:** Sveits ost modellen. (Rausand, 2011).

Den Sveitsiske ostemodellen er en kjede av hendelses og årsaks-modell som også inkluderer barrieremodellen. Den anser systemet som å ha en serie barrierer, representert av osteskiver, og hver barriere som utilsiktede svakheter, representert ved hull. (Underwood & Waterson, 2014). Derfor er en ulykke et resultat av mange faktorer (manifest og latent) kombinert på utrygge måter slik at alle hull er på linje. Ulykken i denne modellen kan forhindres ved å legge til flere lag (barrierer) eller ved å forbedre de eksisterende sperrene (lappe hullene).

### 3.1.3. Prosessmodeller:

Prosessmodeller beskriver en ulykke som en endring fra normal tilstand til avvik som fører til tap av kontroll og skader (Kjellén og Albrechtsen, 2017).



**Figur 3.4:** Fasen av forskjellige ulykkes prosessmodeller. OARU modell (Kjellén og Larsson1981).

Prosessmodeller hjelper oss å forstå hvordan et produksjonssystem suksessivt utvikler seg fra en tilstand med tilstrekkelig kontroll, til en tilstand med økende mangel på kontroll og til en tilstand der en ulykke inntreffer.

Prosessmodeller gjør et tydelig skille mellom ulykkesekvensene på den ene siden og de underliggende årsaks- eller medvirkende faktorer.

Prosessmodellen er brukt i utviklingen av verktøy som kan brukes i ulykkes undersøkelser. I analysemetoden for tilfeldige faktorer blir avvik fra ulykkesekvensen identifisert og ordnet i en logisk trestruktur (Leplat, 1978). OARU-modellen har vært grunnlaget for utformingen av skjemaer og sjekklister for ulykkes undersøkelser og for struktureringen av ulykkesetterforskningsprosedyren. Evalueringsforskning viser at disse metodene støtter en omfattende og pålitelig kartlegging og evaluering av avvik (Kjellén & Hovden 1993).

Det er fire overganger mellom de forskjellige fasene:

- Overgang fra normale forhold til en tilstand av manglende kontroll.
- Overgang fra manglende kontroll til tap av kontroll.
- Ofret eller et annet mål (kroppen, i tilfelle av begynner å absorbere energi. Personskade).
- Opptak av energi opphører.

Tilstanden med manglende kontroll er preget av tilstedeværelsen av avvik i systemet. Dette er hendelser eller forhold som avviker fra normen for de feilfrie eller planlagte prosessene i systemet.

Prosessmodeller fokuserer på den tidlige delen av ulykkes prosessen, der det er forstyrrelser i operasjonen. Forebygging oppnås gjennom tilbakemeldingskontroll for å oppnå en jevn operasjon med få forstyrrelser og improvisasjoner som kan føre til ulykker.

Avviksanalysen ble gjennomført for hendelsene og lagt inn i databasen. Sjekkliste for avvik fra (Kjellén og Albrechtsen, 2017) ble brukt som rammeverk for analysen. (Skal bruke tabell i teorikapittel med litt forklaring om avvik og hvorfor jeg brukte det.)

Avvik er manglende oppfyllelse av spesifiserte krav i standard ISO 9000 for kvalitetsstyringssystemer (ISO 2015).

Avvik er sosiale konstruksjoner, og identifisering og evaluering av de er avhengig av hvilke typer normer som til enhver tid er i bruk. En intensjon med å fokusere på avvik er å stimulere til diskusjon i selskaper, der slike meningsforskjeller blir trukket fram og helst løst. Målet er å komme frem til gjensidig delte normer for hva som utgjør en feilfri produksjonsprosess. Studier av ulykkesrapporter viser at etterforskere ofte ikke klarer å dokumentere avvik (Kjellén, 1982).

### **Sjekkliste for avvik (Kjellén & Albrechtsen, 2017)**

#### **Arbeidssituasjon**

1. Menneskelig feil (Feil handling, feil sekvens, unnlattelse)
2. Teknisk feil (Utstyr til understandard, nedbryting, manglende utstyr eller verktøy)
3. Forstyrrelse i materialstrømmen (Dårlig kvalitet, forsinkelser)
4. Personalavvik (Fravær, ikke kvalifisert, uunnværlig)
5. Mangelfull informasjon (Jobbprosedyre, tillatelse til arbeid, risikovurdering, tilsyn, instruksjoner)
6. Forsinkelse pågår

#### **Miljø**

7. Kryssende eller parallelle aktiviteter (Mangel på koordinering av arbeidet)
8. Dårlig rengjøring
9. Forstyrrelser fra omgivelsene (Mye støy, høy temperatur)
10. Bygge underlag og infrastruktur (f.eks. Veier)

#### **Hendelse**

11. Tap av kontroll av energi eller person i forhold til energiflyt
12. Feil i høye sikkerhetsbarrierer

13. Feil i faste barrierer
14. Feil i personlig verneutstyr eller klær
15. Personer i faresone

### Utvikling av skade

16. Feil i alarm og mobilisering av beredskapsteam
17. Svikt i å begrense skade (f.eks. Medisinsk behandling og evakuering)
18. Svikt i håndtering av informasjon til interne og eksterne interessenter
19. Svikt på konstruksjons

**Tabell 3.2:** *Viser en sjekkliste over avvik som brukes som analytisk rammeverk.*

Alle hendelsene er blitt gransket på nivå 3 av entreprenørene, vi fokuserer på alvorlige ulykker og dødsulykker med anleggs maskiner, det vil si høyeste nivå av granskning, med uavhengig granskningsgruppe. Avgrensningen ble gjort som følge av at det hovedsakelig er disse hendelsene som granskes med dette omfanget av bedriftene selv.

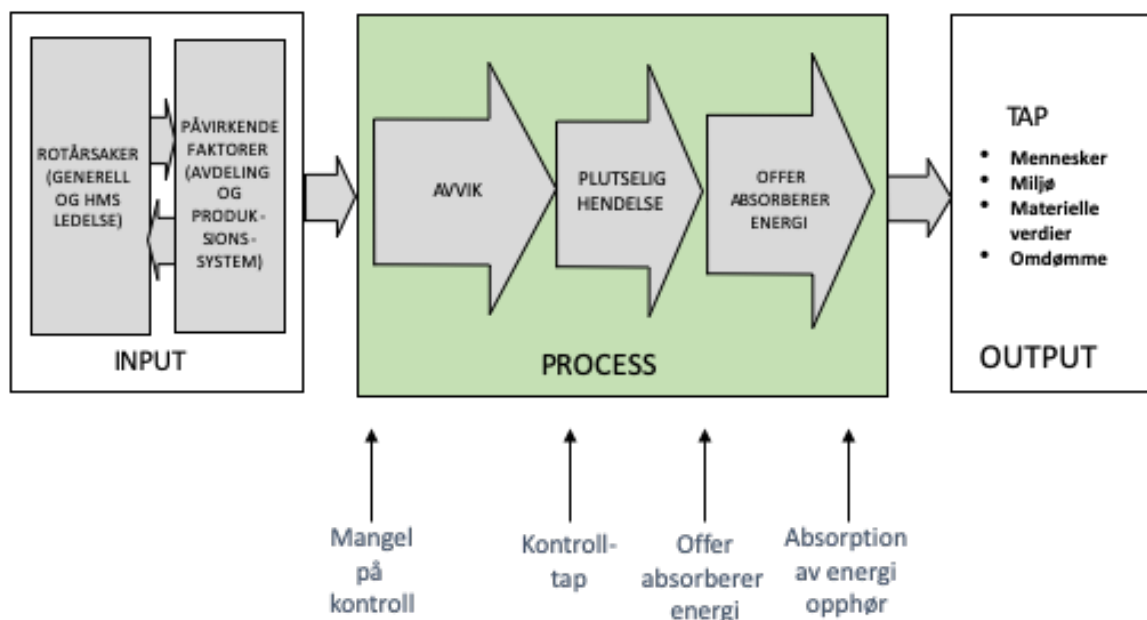
#### 3.1.4. Komplekse ikke-lineære ulykkes modeller

Ulykkesmodeller viste at systemfeil ikke bare er en svikt forårsaket av en menneskelig feil, og jeg forklarte at hendelser ikke oppstår isolert fra det omkringliggende systemiske miljøet. Disse typene modeller har fokusert på grunnen til at eksisterende kontroller ikke klarer å oppdage variabler (vanligvis sakte) som til slutt fører til en ulykke i mer komplekse systemer og krever flere stadier av barrierer og forsvar for å utføre proaktiv sikkerhet. Disse modellene diskuterer indikatorer for toleranse som til slutt fører til systemsvikt som teknologidefekter, arbeidsforhold og etterspørselsstyring i tide. (Perrow, 1984).

#### 3.2. Rammeverk for ulykkesanalyse

Denne modellen som brukes som rammeverk for ulykkesanalyse fra (Kjellén & Albrechtsen, 2017), forklarer årsakene til ulykker som fører til tap eller skader, samt faktorer som bidrar til forskjellige faser i systemer. Denne modellen er basert på følgende punkter: mangel på kontroll, tap av kontroll, målet absorberer energi, og at energiabsorpsjon opphører.

Modellen bruker aspekter fra alle ulykkesmodeller... presentert over (spesielt prosessmodeller) og vil gi en grundigere innsikt i farer, avvik og medvirkende faktorer som kan bidra til ulykker i forbindelse med arbeid. Modellen består av tre faser; Input, prosess og output.



**Figur 3.5:** Rammeverk for ulykkesanalyse (Kjellén & Albrechtsen, 2017).

Distraksjoner og medvirkende faktorer avhenger av funksjonaliteten og effektiviteten til barrierene beskrevet i Haddon's strategier. De viktigste årsakene til ulykker er de som oppstår på ledelsesnivå og på sikkerhetsplaner som er utviklet av selskapet og har oppstått ved mangel på, eller svakhet i, deltakelse i praktiske aspekter.

Vanligvis er det mer kompliserte årsaker med flere medvirkende faktorer til ulykken. Vi kan analysere disse faktorene gjennom denne modellen, for eksempel mangel på kontroll eller å miste kontrollen over energi, og dermed strømmer energien til for å forårsake en uønsket ulykke.

Å oppdage avvik tidlig kan reduserer årsakene til ulykken og reduserer skader, enten de er materielle eller menneskelige. Hvis tiltakene ikke er til stede eller har svakheter, er risikoen større, og risikoen er mer sannsynlig når ulykken inntreffer.

### 3.3. Målkonflikt (kompleksitet i anleggsprosjekter)

Det er mange organisasjonsprinsipper på forskjellige områder, og det finnes knapt en ideell organisasjonsmodell som dekker alle målene som skal oppnås.

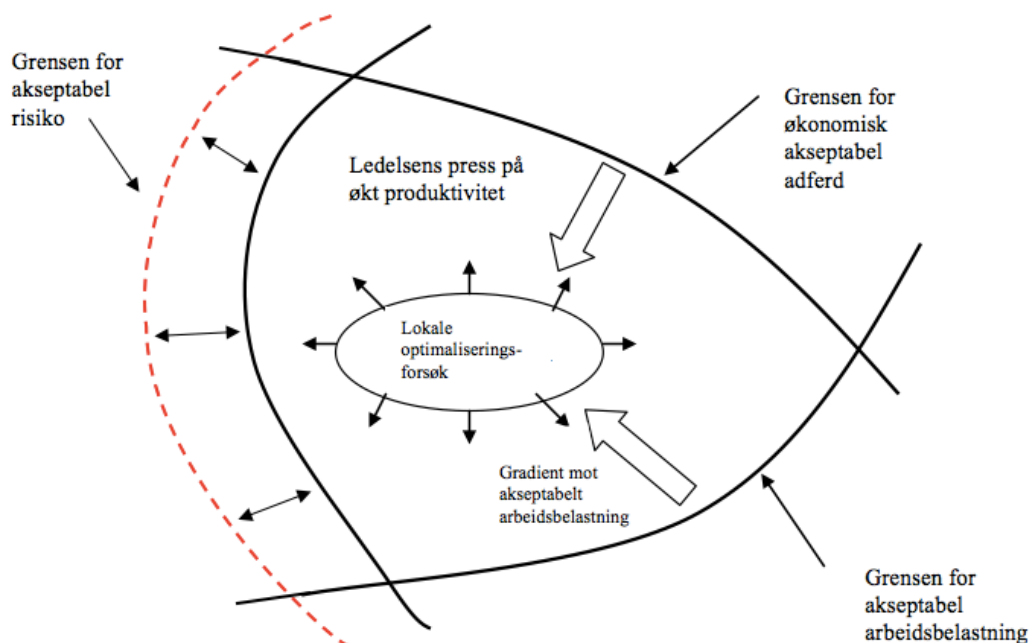
En positiv effekt i et område kan føre til negativ innvirkning i andre regioner, noe som øker kompleksiteten til beslutningstakere.

Beslutningstakere vil sannsynligvis være i stand til å oppfylle kravene i lys av kompleksiteten og utfordringene på anleggsprosjekter, med muligheten for å mislykkes er også stor.

Anleggsprosjekter er ofte kompliserte og har korte frister med mange krav til gjennomføring i flere steg. Dette gjør det vanskelig å forstå forholdet mellom deler av systemet.

Ved å flytte fokus fra designfasen implementerings fasen, dukker det opp mange utfordringer i forskjellige deler av prosjektet (f.eks. endring i arbeidsplass, endring i HMS plan, bestille nye utstyr og maskiner ... osv.). (Kongsvik, 2018).

I lys av dette systemet og endringer har beslutningstakere ofte mål og krav som kan komme i konflikt, som illustrert av en (Rasmussens, 1997) modell:



**Figur 3.6:** Rasmussens modell om målkonflikt. (Sikkerhetsledelse forelesning 2018).

Som figuren viser er organisasjoner styrt av tre ulike hensyn relatert til grenser: grense for akseptabel økonomi, som antas å komme fra ledelsens press på effektivitet, grense

for akseptabel arbeidsmengde, som kommer fra operatørens arbeidskapasitet, og grense for akseptabelt risikonivå.

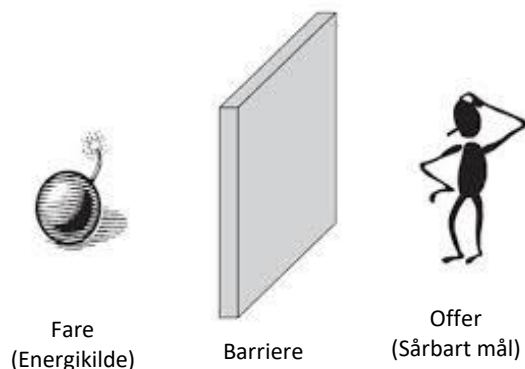
Praksisen vil bli påvirket av et effektivitetspress som kommer fra ledelsens kostnadsgradient for å unngå økonomiske tap. Medlemmene i organisasjonen vil også oppleve en grense for hva som er akseptabel arbeidsbelastning. Når vi er i omgivelser med begrensede ressurser og tid, kan dette over tid føre til at organisasjonen trekkes i retning av et uakseptabelt risikonivå, som følge av at ledelsen presser på for å få praksisen så effektiv som mulig samt at operatørene kan rammes av tretthet som følge av for stor arbeidsbelastning. (Rasmussen, 1997).

En av de viktigste utfordringene er å levere prosjekter etter planen. Når press på leveringstidspunktet øker, øker også presset på jobben og dette fører til stort press fra ledelsen for å øke produktiviteten, samtidig som økonomiske byrder opprettholdes i akseptabel grad. En av utfordringene er å øke produktiviteten med trykk på sikkerhetsindikatorer og redusere sikkerhetsmarginer, noe som øker risikoen for ulykker.

### **3.4. Barrierelements**

Barrierer er fysiske eller konstruerte system, eller menneskelig handling basert på spesifikke prosedyrer eller administrative kontroller, som er implementert for å forhindre, kontrollere eller hindre energi frigitt fra å nå eiendelene og forårsake skade (Johnson, 1980).

Barrierefunksjoner beskriver formålet med sikkerhetsbarrierer eller hva sikkerhetsbarrierer skal gjøre for å forhindre, kontrollere eller dempe uønskede hendelser eller ulykker. Hvis en barrierefunksjon utføres vellykket, bør den ha en direkte og betydelig effekt på forekomsten eller konsekvensene av en uønsket hendelse eller ulykke (Harms-Ringdahl, 2000).



**Figur 3.7:** Energi- og barrieremodellen. (Haddon, 1980).

Minst to forskjellige ulykkesmodeller eller perspektiver kan være grunnlaget for konseptet med sikkerhetsbarrierer, energimodellen og prosessmodellen. Det grunnleggende prinsippet i energimodellen er å skille farer (energikilder) fra ofre (sårbare mål) ved sikkerhetsbarrierer (Haddon, 1980). Prosessmodeller deler ulykkesekvensene i forskjellige faser og hjelper oss å forstå hvordan et system gradvis forverres fra en normal tilstand til en tilstand der en ulykke inntreffer (Kjellén, 2000). For prosessmodeller kan faktorer som forhindrer overgang mellom faser i ulykkesekvensen (eller prosessen) betraktes som sikkerhetsbarrierer. Mens energimodellen først og fremst fokuserer på hvordan du kan unngå skader eller tap som følge av frigjøring av energi, er prosessmodeller mer fokusert på hendelsessekvenser eller arbeidsprosesser.

De forskjellige barrierefunksjonene er relatert til faser i prosessmodellen (Kjellén & Larsson, 1981). Ulykkesekvensen er delt inn i tre faser, startfasen, avslutningsfasen og skadefasen. De generiske sikkerhetsfunksjonene som forhindrer, kontrollerer og demper er relatert til overgangene mellom de forskjellige fasene i OARU-modellen. For å forhindre overgang fra normal tilstand til en tilstand av manglende kontroll. Og kontrollere midler for å forhindre overgang fra manglende kontroll til tap av kontroll, mens man setter inn midler for å forhindre at målene begynner å absorbere energi.



### 3.5. Sikkerhetsindikator

Formålet med sikkerhetsindikator er å muliggjøre måling av prosjekt- og organisasjonsytelse i hele byggebransjen. (Collin, 2002) tar til orde for at prosessen med å utvikle KPI-er tar hensyn til følgende faktorer.

- Sikkerhetsindikator er generelle indikatorer på ytelse som fokuserer på kritiske aspekter ved output eller utfall.
- Den systematiske bruken av sikkerhetsindikator er avgjørende da verdien av sikkerhetsindikator er nesten helt avledet fra deres konsistente bruk i en rekke prosjekter.
- Datainnsamling må gjøres så enkelt som mulig.
- Det kreves en stor prøvestørrelse for å redusere effekten av prosjektspesifikke variabler. Derfor bør sikkerhetsindikator utformes slik at de kan brukes på hvert byggeprosjekt.
- For at måling av ytelse skal være effektiv, må tiltakene eller indikatorene aksepteres, forstås og eies over hele organisasjonen.
- Sikkerhetsindikator vil trenge å utvikle seg, og det er sannsynlig at et sett sikkerhetsindikator vil bli gjenstand for endring og foredling.
- Grafiske skjermer av sikkerhetsindikator må være enkle i design, enkle å oppdatere og tilgjengelige.

Rollen til resultatmålinger eller sikkerhetsindikator er tilbakemeldingene i ens forsyningskjede. Overvåking av sikkerhetsindikator avslører gapet mellom plan og utførelse og bidrar til å identifisere og rette opp potensielle problemer og problemer. Selskaper trenger å pleie organisatorisk infrastruktur, spesielt roller og ansvar. (Allford & Bellamy, 2009).

## 4. Metode

---

I dette kapitlet er ønsket å gi en oversikt over vitenskapelig metode som brukes til analyse av ulykker med anleggsmaskin. Kapitlet ønsker også å gi beskrivelse av hvordan man kan etablere en hendelsesdatabase basert på rapporter fra Arbeidstilsynet. I kapitlet vises også hvilke metoder som er brukt i forskningen som er utført, og Hendelseskonsentrasjonsanalyse av hendelsesdatabasen.

Kapitlet vil begynne med å gi en oversikt over litteratur om hvordan oppbygningen av databasen er gjort, og å forklare hvilke dimensjoner som er brukt i forkant av oppgaven. Målet med kapitlet er å gi leseren en forståelse av hvordan forskningen er utført fra starten, fra oppbyggingen av databasen, til å sette inn data fra rapporter, og så bestemme determinanter for analyse og hvordan dette er gjort.

Deretter vil kapitlet forklare hvordan forskningsspørsmålene ble gjennomført og intervjuguide ble lagd basert på analyse av konsentrasjoner av rapporter i databasen. Det vil bli gitt en forklaring og svar fra eksperter på anleggsmaskiner om sikkerhet ved bruk av anleggsmaskiner på generelt grunnlag.

I tabell 4.1, beskrives arbeidsplan og tilhørende aktiviteter som er blitt gjennomført i forbindelse med denne oppgaven.

Fra dato til 28. februar	Litteratursøk og datainnsamling om modeller og oppgavelitteratur
Uke nr.10 fra 2. til 8. mars. gjøre 5+ intervjuer med arbeidstakere og arbeidere som opplevde ulykker	
Fra 9. mars til 31. mars	Fortsette innsamling av data og starte analyse av data gjennom metode som skal brukes (database og rapporter).
Fra 1.april	Starte skriving av oppgave og prøve å finne data dersom noe mangler
Fra 10. mai	Oversikt av hele oppgaven og finne ut av eventuelle svakheter, eller om noe trengs å repeteres.
Fra 1. juni	Gjøre finjusteringer på hele oppgaven, samt rette språkfeil og fikse oppgavekommentar fra veileder.
10. juni	Diskusjon og konklusjon for å sammenfatte teori og empiri for å besvare oppgavens problemstilling.

**Tabell 4.1:** *Arbeidsplan og tilhørende aktiviteter for oppgaven.*

## 4.1. Hendelsesdatabase

Som vist i kapittel 3.1 om ulykkesmodeller, er årsakene til større ulykker en kombinasjon av avvik som fører til svikt i sikkerhetssystemer og brudd på barrierer, eller feil beslutninger som følge av mangel på kunnskap og informasjon. De fleste ulykker er en serie hendelser (funksjonsfeil, feilstyring, dårlig planlegging, svakhet i vedlikeholdssystemet og andre indikatorer). Målet for å analysere hendelser er læring gjennom å øke bevissthet og kunnskap på en enkel og effektiv måte, og endre mekanismer som brukes for å redusere sannsynligheten av ulykker.

Hendelsesdatabasen er hovedverktøyet for å lagre og analysere data fra tidligere hendelser. Databasen kan brukes til å finne svakheter, finne passende løsninger og redusere feil i sikkerhetssystemer.

### 4.1.1. Formål med Database

Formålet med en hendelsesdatabase er: (Kelly & Clancy, 2001).

- forhindre fremtidige hendelser
- Tilgjengelighet av informasjon for å redusere risikoen og sannsynligheten av hendelser
- Lære av tidligere hendelser og svakheter
- Å utdanne arbeidstakere for å forhindre gjentakelse av tidligere feil
- Gi informasjon på en enkel måte
- Bistå i å ta beslutninger og lage mekanismer for sikkerhetssystemer
- Hjelp selskaper med å gi informasjon om ulykker og årsaker til ulykker

En godt administrert hendelsesdatabase med et tilstrekkelig antall meningsfylte hendelser gir et mangfold av informasjon og ressurser for å adressere farer, både kjente og ukjente. (Sepeda, Kelly & Clancy, 2006).

Databasen gir en oversikt over det som har gått galt, hvorfor det gikk galt, hva som ble gjort for å rette feilene, og hvilken type prosess eller utstyr som ble utsatt for feilen. Det er en kronologi, en tidslinje, av hendelser som uavbrutt førte til feilene. Den er også et veikart over hva som kan gjøres for å avbryte dette hendelsesforløpet og

dermed forhindre hendelsen. Den viser også hva du ikke skal gjøre hvis du har visse typer prosesser eller utstyr.

#### 4.1.2. Bruk av databasen

Eksempler på bruk av hendelsesdatabase: (Sepeda, Kelly & Clancy, 2006).

**Prosessfare-analyse:** Å søke i databasen og forstå risikoen fra tidligere hendelser gir arbeidsteamet erfaring som kan brukes i de første stegene av planleggingen.

**Forbedringer av teknisk integritet:** informasjon om vedlikehold, utstyrsyttelse, værforandringer og omkringliggende forhold er støtte for å bevare integriteten i et sikkerhetssystem.

**Operatørtrening:** Lære fra tidligere hendelser for å reparere svakheter i trening og for å forstå risikobildet.

**Hendelsesundersøkelse:** En hendelsesdatabase er en liste over hendelsesundersøkelser og de tilhørende funnene. Hvert funn blir oppdaget og analysert, og deretter brukt på nytt for å forhindre ulykker både enkeltvis og i grupper.

**Identifisere aktiviteter med høy risiko:** en hendelsesdatabase kan gi erfaring med hvilke høyrisikoaktiviteter som faktisk finnes i sikkerhetssystemet, og hendelsesdatabasen kan fungere som advarsel for å overbevise andre om at risikoer faktisk bruker prosedyrer og barrierer for å redusere og forhindre ulykkene.

**Læring fra database:** Sammendrag av hendelser kan tilpasses for hvert enkelt publikum, teknisk ingeniør eller frontlinjearbeider og deretter brukes som verktøy for å lære de viktigste elementene i prosess sikkerhetsstyring og risikoreduksjon.

#### 4.1.3. Databasens kjennetegn

Kriterier for en god database: (Sepeda, Kelly & Clancy, 2006).

**Tilgjengelighet:** Databasen må være tilgjengelig for å hjelpe selskaper ved planlegging og for å utvikle sikkerhetssystemer.

**Brukervennlig:** Databasen må være realistisk og la brukeren trekke ut informasjon raskt og enkelt.

**Pålitelighet:** Databasen må være pålitelig, ryddig, uten konklusjoner og kun inneholde fakta. Effektiviteten til databasen blir ugyldig ved feil eller mangel på informasjon.

**Datasikkerhet og konfidensialitet:** sikring av data i database betyr at dataene ikke kan manipuleres og settes inn på nytt i databasen, noe som gir et feil inntrykk av hendelsen og funnene. Det betyr også at dataene ikke kan trekkes ut og misbrukes av noen eller noen organisasjon.

#### 4.1.4. Oppbygging av hendelsesdatabase

Som standard må databasen være standardisert for å enkelt kunne legge inn dataene i lister, slik at de er enkle å bruke. Dataene må modifiseres og legges til av spesifikke brukere for å forhindre tap av informasjon eller manipulering. Databasen som ble lagt for analyse av alvorlige ulykker i denne oppgaven inneholder flere typer objekter som er utviklet i egen database basert på tilgjengelige data fra Arbeidstilsynet (2019a).

Objektene nedenfor, presentert i (Kjellén & Albrechtsen, 2017) og vist til i figur 3.5 ble brukt som rammeverk for ulykkesanalyse.

**År:** år ulykken skjedde.

**Måned:** måned ulykken skjedde for å vise om ulykken skjedde på sommer eller vinter.

**Gruppe type:** rapporter er delt inn i fire hovedaktivitetsgrupper.

**Type skade:** informasjon om skaden (dødsfall, kuttskade, annen type ...).

**Område:** område hvor ulykken skjedde.

**Type aktivitet:** Type aktivitet under ulykken.

**Kroppsdeler:** vise hvor skaden har skjedd, på overkroppen eller underkroppen.

**En rekke hendelser:** fritekst om ulykken og beskrivelse av hva som skjedde.

**Konsekvens:** beskrivelse av konsekvenser (materiale, fysisk skade).

**Type hendelse:** beskrivelse av type hendelse fra sjekklister.

**Potensial:** beskrive (høyt, medium, eller lite potensial).

**Barriereelementer:** beskrivelse om barriere i ulykken som ikke er implementert.

**Kinetisk energitype:** beskrivelse av energitype i ulykken.

**Mengde energi:** beskrivelse av energien (stor, medium eller liten).

**Maskin type:** beskrivelse av maskintype involvert (gravemaskin, lastebil, dumper ...).

**Medvirkende faktorer:** beskrivelse av faktorer som kommer i tillegg til ulykken og følger ulykkesmodellen i figur 3.5.

**Tap av kontroll:** som følge av utilsiktet utslipp av en naturlig fare eller fra en rent teknisk hendelse.

**Avvik:** beskrive av avvik av hendelse fra sjekkliste.

**Barrieresvikt:** beskrive barrieresvikt av hendelse fra sjekkliste.

#### 4.1.5. Ulykkeskonsentrasjons-analyse

For å analysere den etablerte databasen ble det gjennomført en ulykkeskonsentrasjons-analyse. Konsentrasjonen av ulykker bestemmes i forhold til arbeids-lokasjoner for å forhindre fremtidige ulykker. Ideen er å prioritere konsentrasjoner for å indikere spesifikke steder å iverksette sikkerhetstiltak. Sikkerhetskonsentrasjons-analyse utføres i flere dimensjoner for å vise konsentrasjoner og skjæringspunkter rundt spesifikke typer egenskaper.

I følge (*Kjellén og Albrechtsen, 2017*) er dette hovedtrinnene for konsentrasjonsanalyse av ulykker:

- lage spørsmål for å starte analysen: Hva er systemet som skal studeres? Hva er tidsperioden som studeres? Hvilke typer hendelser bør studeres? Typer ulykker må være relativt homogene.
- Etablere fordelinger for forskjellige dimensjoner av det totale settet med hendelser: Plassering, aktivitet, utstyr, hendelsestype, type energi involvert, type skade og del av kroppen som er berørt.
- Velge konsentrasjoner og finne ut hvor den største delen av total mengde data med lignende egenskaper ligger, og analysere disse konsentrasjonene mer detaljert.
- Gi anbefalinger for tiltak for å redusere ulykkeskonsentrasjoner,
- Gjennomføre og følge med sikkerhetstiltak.

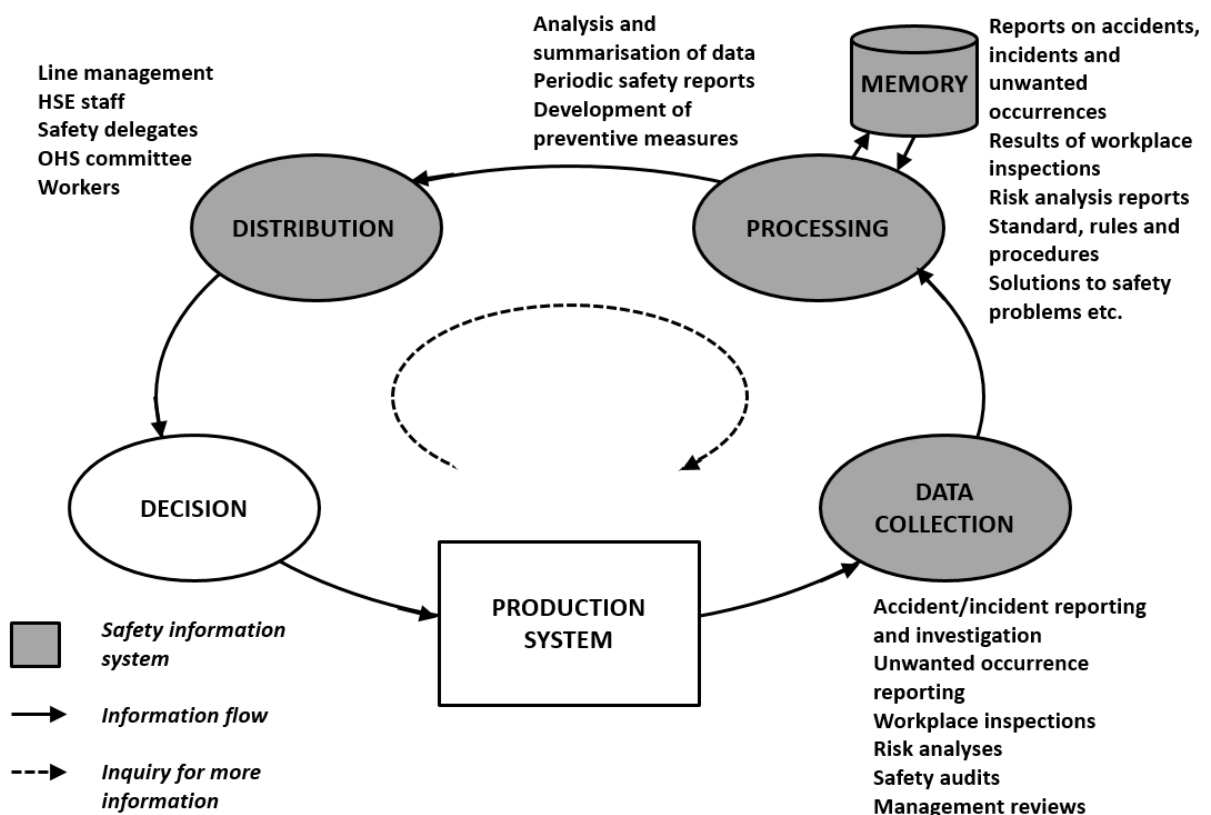
For å håndtere hendelser med høy risiko, ser man på konsentrasjoner i henhold til de foregående trinnene. Hvor på man oppretter en database som inneholder de viktige elementene for ulykkesanalyse. Deretter analyseres dataene og detaljene i henhold til kryss og fordelinger, enten de er dualisme eller mer. (*Kjellén og Albrechtsen, 2017*).

Konsentrasjonsanalyse er et utgangspunkt for å forstå og identifisere de viktigste årsakene til ulykker uten å forsømme medvirkende faktorer som værforhold og uerfarenhet.

#### 4.1.6. Sikkerhetsinformasjonssystemer

Sikkerhetsinformasjonssystemer gir den informasjonen som trengs for å gjøre beslutninger og signalisering i styring av sikkerhet. Det systemet som ble brukt som analysemetode i oppgaven tar rapporter fra Arbeidstilsynet (2019a) og lager en hendelsesdatabase for å samle informasjon i første fase, og analysere informasjonen i andre fase, før det tas en beslutning i tredje fase ifølge figur 4.1.

Dette er et viktig element i selskapets sikkerhetsstyringssystem. Et slikt system gir støtte til beslutningstakere for forebygging av ulykker som kan føre til personskade, utilsiktet utslipp av miljøforurensning og skade på materielle eiendeler (Kjellén & Albrechtsen, 2017).



Figur 4.1: Flyt av informasjon i et sikkerhetsinformasjonssystem. (Kjellén og Albrechtsen, 2017).



Det antas at ulykker kan forhindres ved regelmessig gjennomgang av beslutningsmekanismen og hvordan man kan hente og distribuere informasjon. Dette er viktige deler mellom partene på ringene, fra beslutningstakere til tilgjengelig informasjon og hvordan data blir analysert.

Sikkerhetsinformasjonssystem gir, som vist i figur 4.1

- Innsamling av data om ulykkesrisiko gjennom ulykkesrapporter og undersøkelser.
- Mulighet til å lagre og hente data enkelt fra minnet.
- Analysere data og rapporter mens man prøver å utvikle forebyggende tiltak.
- Mulighet til å distribuere data til beslutningstakere i systemet på forskjellige nivåer.

Data legges inn i sikkerhetssystemet med jevne mellomrom, spesielt informasjon relatert til ulykker og daglige rapporter om avvik og indikatorer før ulykken. Etter å ha samlet inn og lagt inn data, blir det lagret og analysert for å utvikle prosedyrer i tråd med arbeidsvariabler og nye krav. (Kjellén & Albrechtsen, 2017).

## **4.2. Rapporter og dokumenter**

I denne oppgaven er dokument- og rapportanalysen brukt for å se på årsaker til alvorlige ulykker, og arbeidsbeskrivelser av ledelse og arbeidstakere i forbindelse med arbeid på anleggsplass. Dette vil bidra til å identifisere årsaker og indikatorer som fører til hendelser/ulykker

### **4.2.1. Analyserapporter**

Formålet med å gjøre en analyse av forskrifter som er relevant til kravene på arbeid som er knyttet til anleggsmaskiner, arbeidsbeskrivelser og andre relevante dokumenter i forbindelse med arbeid på anleggsplass, er å bli bedre kjent med hvilke regler som allerede er i bruk på anleggsplassen. Arbeidstilsynet (2019d).

I tabell 4.2, vises forskrifter og prosedyrer som ble samlet inn på hver hendelse fra alle rapporter og eksperter som var involvert i anleggsarbeidet.

Type dokument	Dokumentnavn
Forskrifter	Forskrift om maskiner 1.3.3 Kontroll og vedlikehold (Forskriften kap.12) Hovedbedriften (AML § 2-2 annet ledd) Sikker fremdrift (jf. SHA-plan) Maskinforskriftens vedlegg I pkt 1.3.3 og 1.2.2 HMS-plan er omtalt i kapittel 27 HMS plan jf. kap 27 Kontroll og vedlikehold (Forskriften kap.13)

**Tabell 4.2:** Forskrifter og prosedyrer som ble brukt i analyse metode.

### 4.3. Velg av metode

I denne oppgaven valgte jeg å bruke kvalitativ metode for å beskrive problemstillingen.

I like stor grad som mennesker er forskjellige, vil man kunne oppleve ulike oppfatninger av en situasjon, et tema eller en annen problemstilling fra de ulike enhetene (Jacobsen & Thorsvik, 2013).

Kvantitative forskningsmetoder er aktuelle når det kreves data for å svare på forskningsspørsmålet og når spørsmålet eller problemet er klart. Denne prosessen skal være med på å gi et godt bilde på hvordan [man kan analysere] alvorlige ulykker på best mulig måte for å forhindre hendelser i fremtiden. I innsamling og analyse av data er det valgt å bruke kvalitativ metode. (Strauss & Corbin, 1990).

#### 4.3.1. Kvalitativ metode

Kvalitativ forskningsmetode fokuserer på individers opplevelser når de presenteres i tanker, følelser, holdninger og oppfatninger. Kvalitativ metode er hovedsakelig konsentrert rundt ord og tolkning, mer enn tall (Bryman, 2015)

Målet med kvalitativ metodikk er å utvikle ny kunnskap basert på deltakernes egne erfaringer og tro, ikke på forhåndsdefinerte, testbare hypoteser. Kvalitativ forskning gir mulighet for fleksibilitet gjennom hele forskningsprosessen. Flere datainnsamlingsmetoder kan brukes, for eksempel individuelle intervjuer, diskusjoner i fokusgrupper eller observasjoner av deltakere, for å få en dypere forståelse av forskningen. (Crabtree & Miller, 1991).

#### 4.4. Intervju

Alle intervjuene ble utført enkeltvis via Skype – mest på grunn av at det ikke var mulig å besøke intervjuobjektene. Det ble gjennomført seks intervjuer, og alle intervjuer ble tatt opp via Skype. Intervjuobjektene hadde ulike stillinger, og spørsmålene ble tilpasset basert på stillingstypene.

Intervju gir muligheten til å få oversikt over tanker og erfaringer fra eksperter som har erfaring innen anleggsprosjekter. Intervju er den mest brukte metoden i kvalitativ forskning. Grunnen til dette kan være intervjuets fleksibilitet (Bryman, 2015).

Det gjør det lettere å få informasjon over hvilke synspunkter og meninger om arbeid og andre arbeidstakere de har.

I løpet av intervjuene ble det diskutert forskjellige årsaker til ulykker med anleggsmaskiner, hvor intervjuguiden med tilhørende spørsmål ble tilpasset temaet. Intervju består ofte av å fortelle om begreper av arbeidsforståelse årsaker av ulykker med anleggsmaskiner. (Bryman, 2015).

Hovedsakelig i denne oppgaven er det brukt intervju som kan gi forskere et tydelig bilde på hva de skal spørre om. En rekke temaer ble fastsatt gjennom analyse av rapporter fra databasen for å lage intervjuguiden som blir brukt i disse intervjuene. Dette er den intervjumetoden som er mest brukt i kvalitativ forskning, og som best gjør at forskeren kan følge temaene.

#### 4.4.1. Forberedelser

Det ble gjort forberedelser ved velge prosjekt etter nyttig diskusjon med min veileder ved NTNU. Etterpå startet arbeidet med oppgaven ved å analysere rapporter fra Arbeidstilsynet (2019a) og lage en database som vises i kapittel 4.1.4. Disse forberedelsene gikk hovedsakelig ut på å lage en intervjuguide basert på analyse av databasen og rapporter.

I semi- strukturerte intervju som bruker en intervjuguide, er formuleringen av spørsmålene essensiell for at forskeren skal få så mye detaljert informasjon som mulig fra intervjuobjektet, og det viktig å bruke et språk som er forståelig og relevant for emnet på intervjuet (Thagaard, 1998). Intervjuguiden som ble brukt i denne oppgaven er mulig å lese i vedlegg A.

Tabell 4.3, viser en oversikt over hvor mange eksperter som ble brukt i forbindelse med intervjuene.

Stilling	Antall
Fagansvarlig, maskinavdeling	1
Prosjektleder	1
Verneombud anlegg	2
HMS rådgiver	2

**Tabell 4.3:** *Oversikt over informanter.*

Målet med studien var å forklare årsaker til ulykker som ble analysert i databasen. Planen var i utgangspunktet å intervju flere personer, men på grunn av at intervjuene måtte skje over Skype, så ble det kun intervjuet seks eksperter.

#### 4.4.2. Datainnsamling

Datainnsamlingen ble gjort gjennom intervju med informantene på e-post, der de ble tilsendt intervjuguiden med forklaring av hovedmomentene i oppgaven. Alle intervjuene ble gjort individuelt, og i løpet av intervjuene ble det skrevet notater om tema. Før intervjuet startet fikk hver informant en forklaring av, og informasjon om studiet. Under intervjuene ble det stilt åpne spørsmål for å få mest mulig informasjon fra ekspertene, og å la dem svare på ønsket måte. Noen eksperter forklarte mye om opplæring med anleggsmaskiner på hver fase, og dette var nyttig for å få et oversiktlig bilde på opplæringsmetode.

Forfatter har sett noen videoer på nett for å få oversikt over anleggsmaskiners arbeid og hvilket tilbehør disse maskinene bruker for å få en bedre forståelse om tema i forkant av intervjuene. Det var ikke mulig å besøke anleggsplasser på grunn av smitteregler og smittevernstiltak.

Analysen av rapporter som ble tatt fra Arbeidstilsynet var grunnlag for intervjuene hvor målet var å utfylle, supplere og gi dybdesvar til de innledende funnene. Lengden på hvert intervju var mellom 45 – 60 minutter. I tillegg til dette ble noen spørsmål besvart via e-post.

#### 4.5. Vurdering av kvalitativ metode

Enhver studie som analyserer ulykker prøver å svare på ett eller flere av følgende grunnleggende spørsmål: Hva? Når? Hvor mange? Til hvem? Hvordan? Hvorfor? Kvantitative metoder gir de beste og mest etterprøvbare svarene på de mer konkrete spørsmålene om "hva", "når" og "hvor mange" fenomener. (Stange & Zyzanski, 1989). I denne oppgaven forsøker forfatter å lage spørsmålet ved å bruke analyse av rapporter som metode for sikre at studiene blir presise, også presentere disse spørsmålet for eksperter for å reparere hullene i kvalitativ forskning ved kombinere resultatene. Kvalitativ henvendelse kan brukes til å avdekke problemer. Kvantitativ forskning kan svare "til hvem", men er begrenset i evnen til å beskrive mennesker. Selv om det kan indikere hva som skjer med mennesker fra forskjellige arbeidsgrupper, mangler kvantitativ undersøkelse evnen til å se på det komplekse samspillet mellom faktorer som fører til individuelle valg eller atferd.

Kvalitative metoder oppnår pålitelighet gjennom nøye journalføring og gjennom flere observasjoner av en gjentatt hendelse. Å prøve og standardisere instrumenter og datainnsamling fra forskjellige selskaper kan forbedre påliteligheten betydelig. (Kirk & Miller, 1986). I oppgaven så var det kun 20 rapporter tilgjengelige fra Arbeidstilsynet (2019a), og på grunn av smittevern ble det ikke gjort noen direkte observasjoner på anleggsplasser. Forfatteren prøvde å oppnå så mye reliabilitet og validitet som mulig med relativt få rapporter.

Opgaven handlet om årsaker og kjennetegn ved alvorlige ulykker ifølge norske krav, det er vanskelig å svare at oppgaven kan bli generalisert.

## 5. Resultat og analyse

---

Målet med dette kapitlet er å gi leseren en forståelse av hvordan ulykker ble analysert og plassert innenfor fire hovedaktivitetsgrupper. Dette vil forfatteren gjøre ved å beskrive krysstabell av aspekter som avvik, barrieresvikt, typeskader, typehendelser, maskintyper, og konsekvenser med aktivitetsgrupper.

Deretter viser Kapitlet resultat av datainnsamling fra intervjuer med eksperter for å forklare analysekonsentrasjoner som ble analysert av rapporter.

Til slutt vil kapitlet ta for seg bruken av, og hva en virksomhet bør gjøre med kriteriene og vurderingene for å forbedre sikkerhetsverdiene.

### 5.1. Analyse av rapporter i databasen

De 20 rapportene fra Arbeidstilsynet om alvorlige ulykker knyttet til anleggsmaskiner i anleggsprosjekter ble lagt inn i databasen (se metodekapitlet) for å analysere ulykkesårsaker på forskjellige nivå.

Hendelsene ble delt opp i 4 grupper aktiviteter for videre analyse ut fra aktivitetstype. De fire gruppene er:

- Graving: Aktiviteter knyttet til riving, graving, sette rør, og arbeid i grøft (7 hendelser)
- Løft: Aktiviteter knyttet til tømning, løfting, og fylling (5 hendelser)
- Mekanisk arbeid på eller flytting av maskin: Aktiviteter knyttet til å løsne og skifte skuff, demontere motvektsloppet, og flytte maskiner (4 hendelser)
- Boring: Aktiviteter knyttet til borerigg, arbeid med betong (4 hendelser)

Avvik	Aktiviteter				Aktiviteter for alle avvik i databasen
	Graving: Aktiviteter knyttet til (riving, graving, sette rør, og arbeid i grøft) 7 rapporter av 20	Løft: Aktiviteter knyttet til (tømme, løfte, og fylle) 5 rapporter av 20	Mekanisk arbeid på eller flytting av maskin Aktiviteter knyttet til (løse og skifte skuff, demontere motvektsloddet, og flytte maskiner) 4 rapporter av 20	Boring: Aktiviteter knyttet til (borerigg, arbeid med betong) 4 rapporter av 20	
Menneskelig feil	5	4	3	3	15
Teknisk feil	4	2	3	2	11
Forstyrrelse i materialstrømmen	2	0	1	0	3
Personalavvik	0	0	2	0	2
Mangelfull informasjon	4	4	1	2	11
Forsinkelse pågår	0	0	0	0	0
Kryssende eller parallelle aktiviteter	1	1	2	2	6
Dårlig rengjøring	0	0	0	0	0
Forstyrrelser fra omgivelsene	4	1	0	1	6
Byggeunderlag og infrastruktur	3	2	0	1	6
Tap av kontroll av energi eller person i forhold til energiflyt	4	4	1	2	11
Feil i høye sikkerhetsbarrierer	0	1	1	2	4
Feil i faste barrierer	0	1	0	3	4
Feil i personlig verneutstyr eller klær	1	0	1	0	2
Personer i faresone	4	3	1	4	12
Feil i alarm og mobilisering av beredskapsteam	0	0	2	0	2
Svikt i å begrense skade	0	0	0	0	0
Svikt i håndtering av informasjon til interne og eksterne interessenter	3	1	1	0	5
Svikt på konstruksjons	3	0	0	0	3

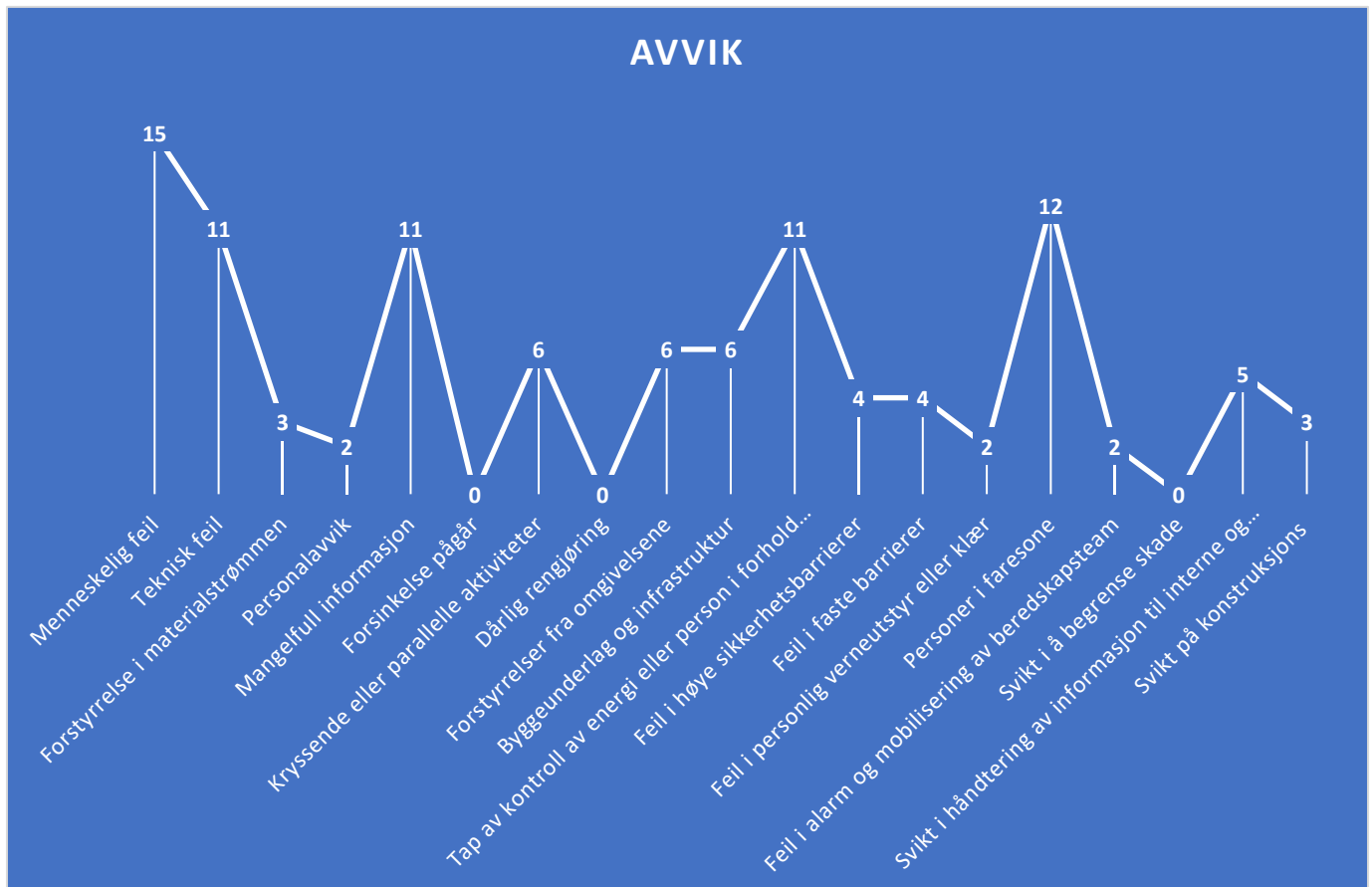
**Tabell 5.1:** *Antall avvik for hver aktivitetsgruppe .*

I denne krysstabellen tabell 5.1 er det et visst antall avvik for hver aktivitetsgruppe. Tabellen består i hovedsak av fire hovedaktivitetsgrupper. Det er synlig at ‘menneskelig feil’ har flest antall samlede avvik i de 20 rapportene som er nevnt tidligere. Alle rapportene dokumenterer alvorlige- eller dødsulykker i anleggsprosjekter. Ved analyse gjennom avvik så konkluderte man at små detaljer fører til store konsekvenser. I tillegg så er det en rekke andre typer av «avvik» som er



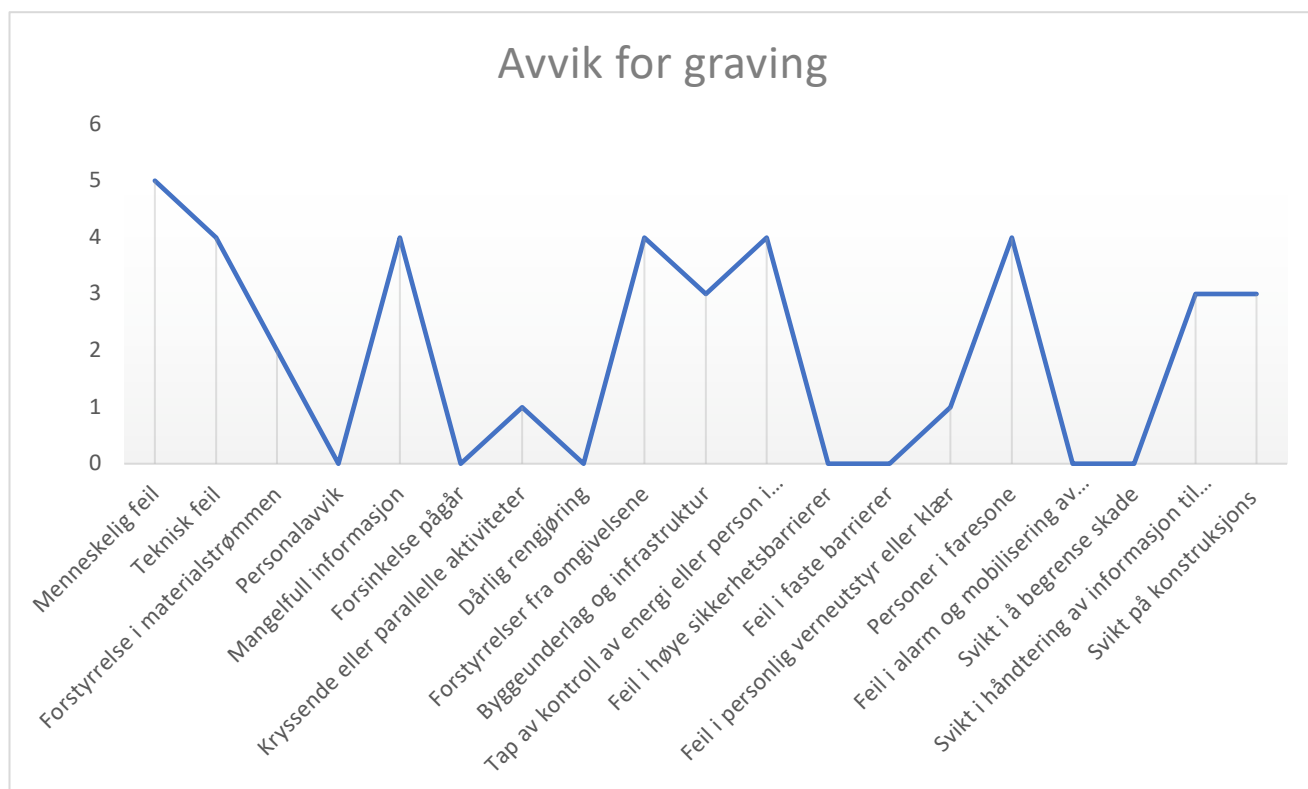
av stor betydning. Eksempler på dette er teknisk feil, mangelfull informasjon, tap av kontroll og personer i faresone.

Etter deling av rapporter inn i 4 grupper, viser figuren antall avvik for hver gruppe. Det vises på figuren antall avvik for hele databasen med 20 rapporter. Flest avvik er relatert til menneskelige feil, teknisk feil, mangelfull informasjon, tap av kontroll og personer i faresone som viser i figur 5.1.



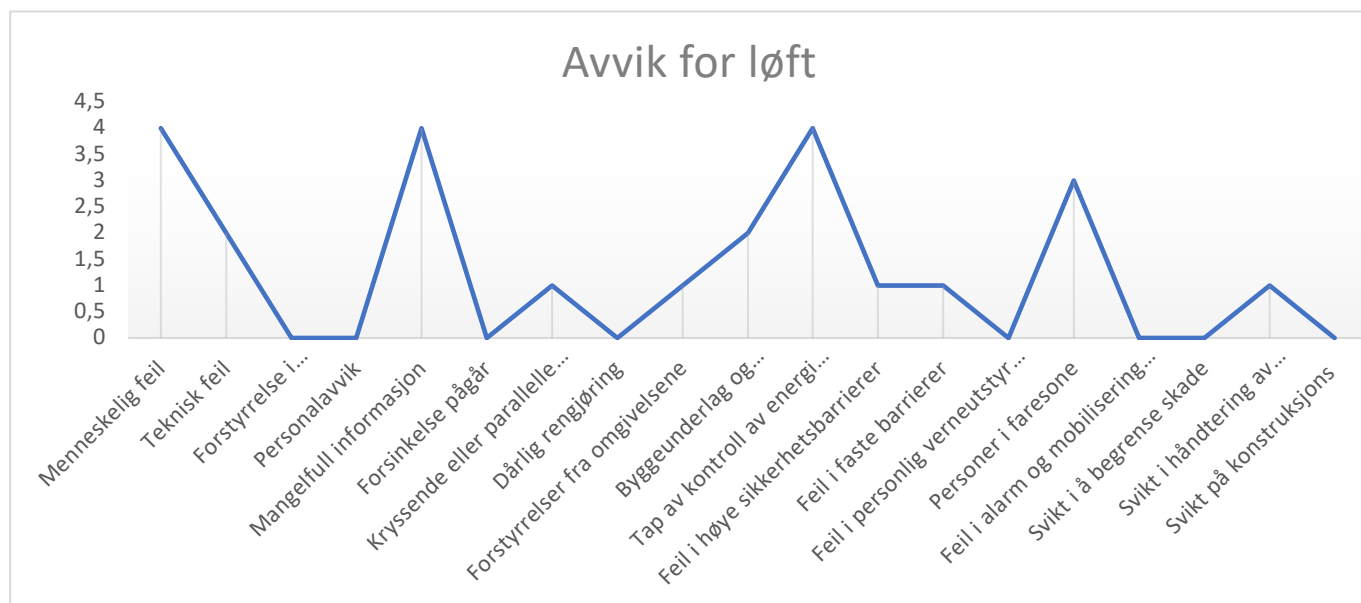
**Figur 5.1:** Resultat av avvikanalyse for alle ulykkene. Flere avvik mulig per hendelse.

Ved dyp analyse av hver aktivitetsgruppe kan man skille disse gruppene fra hverandre. Til å begynne med ser man på gravingsgruppe som vises i figur 5.2. Denne gruppen er basert på 7 (av 20) rapporter fra databasen. I tillegg til de felles avvikene med hovedaktivitetsgruppene så har graving [også] sine egne avvik. Eksempel på dette er forstyrrelse fra omgivelser (4 av 7), bygge underlag og infrastruktur, svikt i håndtering av informasjon og svikt på konstruksjon (3 av 7).



**Figur 5.2:** Resultat av avviksanalyse for graving gruppe av 7 ulykkene. Flere avvik mulig per hendelse.

Neste hovedaktivitetsgruppe er avvik for løft. Denne gruppen er basert på 5 (av 20) rapporter fra databasen. Her så merker man at de felles avvikene (menneskelig feil, mangelfull informasjon osv.) er de sentrale avvikene i denne gruppen. Teknisk feil regnes ikke som veldig sentral her (2 av 5 rapporter) ifølge figuren 5.3 under.



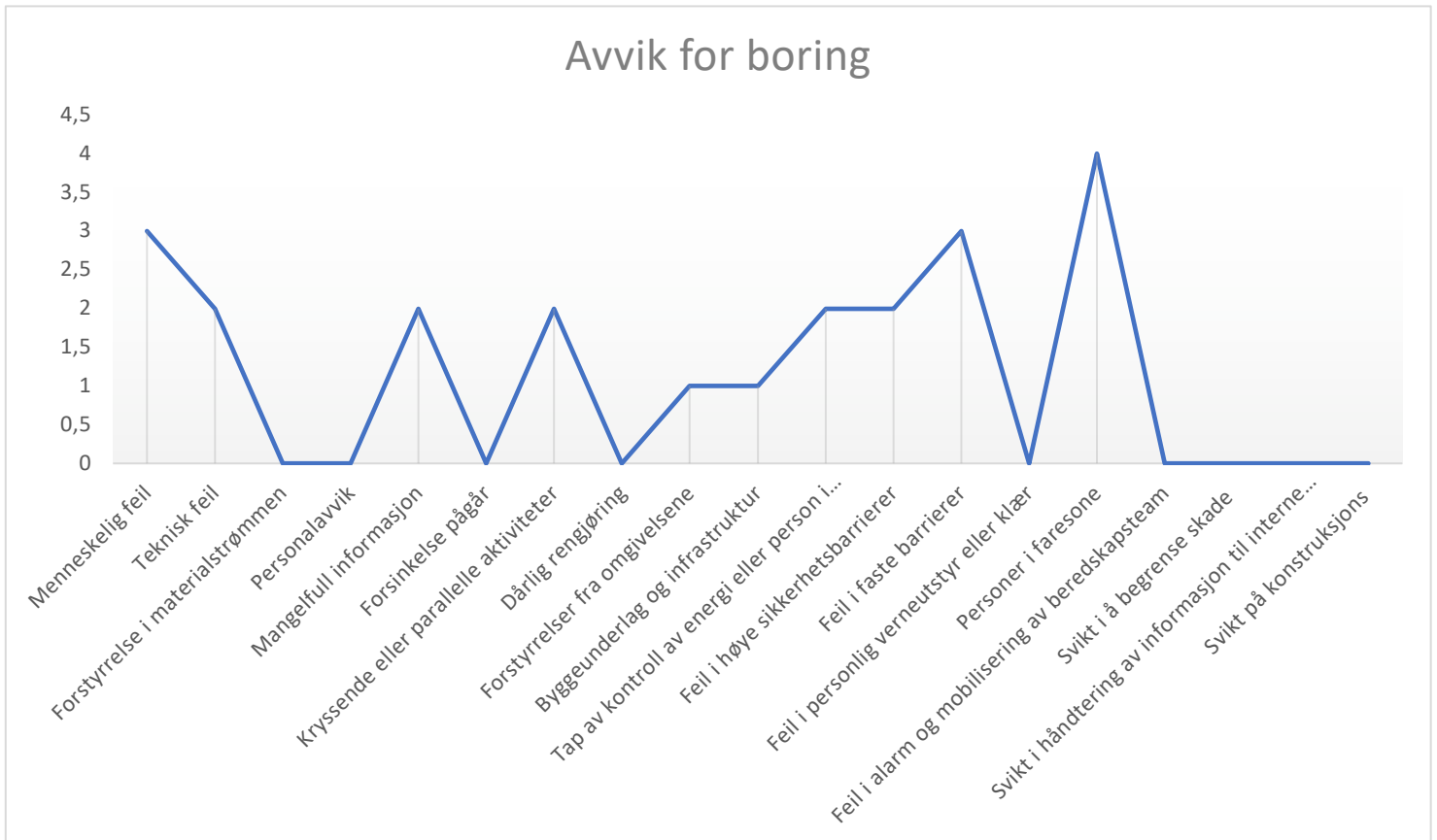
**Figur 5.3:** Resultat av avviksanalyse for løft gruppe av 5 ulykkene. Flere avvik mulig per hendelse.

Videre har man gruppen for avvik for mekanisk arbeid. Denne gruppen er basert på 4 (av 20) rapporter fra databasen. Her skiller både menneskelig- og teknisk feil seg ut med 3 av 4 rapporter som melder avvik. Resten av avvikene har mellom null og to rapporter som melder avvik som viser i figur 5.4.



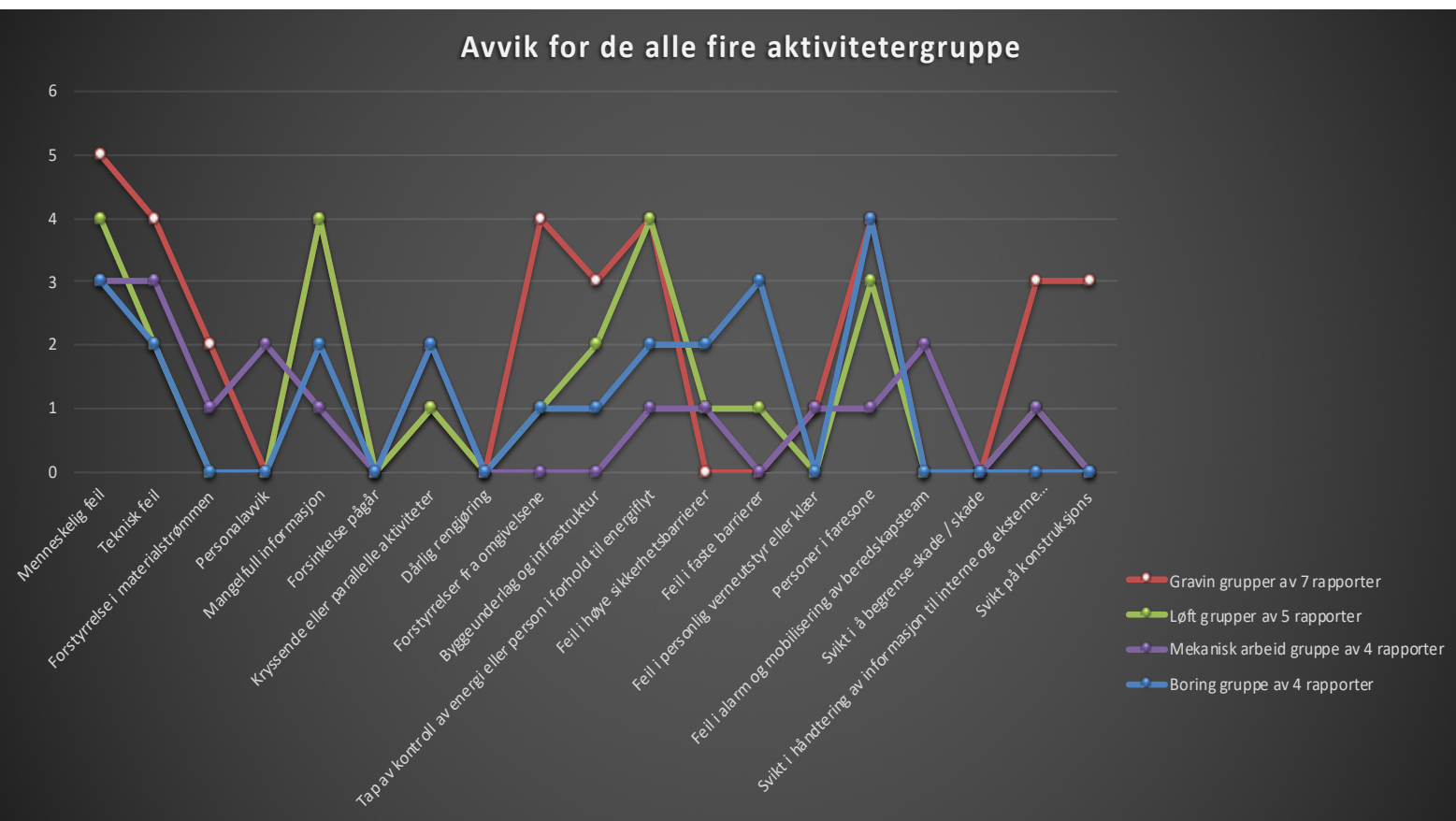
**Figur 5.4:** Resultat av avviksanalyse for mekanisk arbeid gruppe av 4 ulykkene. Flere avvik mulig per hendelse.

Siste hovedaktivitetsgruppe er avvik for boring. Denne gruppen er basert på 4 (av 20) rapporter fra databasen. Her ser man i figur 5.5, at personer i faresone har 4 av 4 rapporter som melder avvik. I tillegg så har denne gruppen en unik avvikstype fra de felles avvikene. Feil i fastebarrierer har hele 3 av 4 rapporter som melder avvik, og dette er også 3 av 4 totalt antall rapporter som melder avvik i alle aktivitetsgruppene.



**Figur 5.5:** Resultat av avviksanalyse for boring gruppe av 4 ulykkene. Flere avvik mulig per hendelse.

Neste figur 5.6, inkluderer regresjonen for alle aktivitetsgruppene i én og samme figur for å gi en total oversikt over alle avvikene.



**Figur 5.6:** Resultater av avvikanalyse for alle gruppene av 20 ulykkene. Flere avvik mulig per hendelse.

På figuren vises de mest frekvente avvikene i databasen og antall avvik for hver aktivitetsgruppe. Ved analyse viser det at menneskelig feil og teknisk feil har flest antall avvik i databasen og det gir informasjon om mønster som følges opp i intervjuer for å f.eks. vite hvorfor menneskelig feil bidrar til mange alvorlige ulykker i anleggs prosjekter.

Det er andre avvik som har høyt antall i databasen som f.eks. mangelfull informasjon og forstyrrelser fra omgivelsene i anleggets prosjekter. Dette er viktige punkter for å vite hvorfor det skjedde og hvem har ansvar for informasjonsflyt mellom ledelse og arbeidstakere som kjører i gang arbeidet i prosjektområdet. Det gir informasjon om

hvem som er ansvarlig for å levere HMS-planen fra byggherre til entreprenør og underentreprenør i de forskjellige sikkerhetsnivåene.

Ved analyse av avvik i databasen kan man finne antall avvik, som person i faresone og tap av energi/kontroll. Her må en spørre om hvem som gjør en risikovurdering og hvem som har ansvar for å sjekke at risikovurdering kan passer dersom det skjer endringer i prosjektområde (f.eks. nytt utstyr eller nye deltakere). Det å gi informasjon om hvorfor det finnes et høyt antall svikt kan bidra til å begrense skade i anleggsprosjekter.

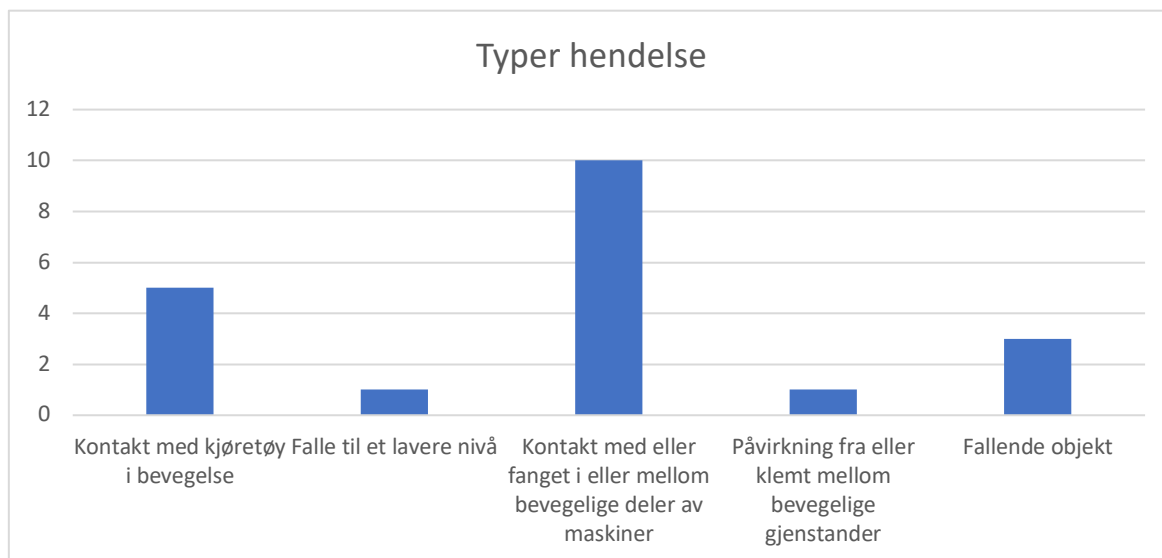
Denne tabellen 5.2 viser alle *typer hendelser* på en sjekkliste med analyserapporter fra databasen. Det er flere *typer hendelser* på sjekklisten som ikke brukes til analyse, så det ble lagd en annen tabell kun for hendelser som er brukt i databasen.

Type hendelse	Aktiviteter			
	Graving: Aktiviteter knyttet til (riving, graving, sette rør, og arbeid i grøft) 7 rapporter av 20	Løft: Aktiviteter knyttet til (tømme, løfte, og fylle) 5 rapporter av 20	Mekanisk arbeid på eller flytting av maskin Aktiviteter knyttet til (løse og skifte skuff, demontere motvektsloddet, og flytte maskiner) 4 rapporter av 20	Boring: Aktiviteter knyttet til (borerigg, arbeid med betong) 4 rapporter av 20
Kontakt med kjøretøy i bevegelse	3	2	0	0
Kontakt med eller fanget i eller mellom bevegelige deler av maskiner	2	2	4	2
Frigjøring av trykk-gass eller væske	0	0	0	0
Kontakt med skarp gjenstand	0	0	0	0
Påvirkning fra eller klemt mellom bevegelige gjenstander	1	0	0	0
Flygende objekt, fragmenter	0	0	0	0
Fallende objekt	1	0	0	2
Falle på samme nivå	0	1	0	0
Falle til et lavere nivå	0	0	0	0
Slår mot	0	0	0	0
Brann, eksplosjon	0	0	0	0
Frigjøring av / kontakt med giftige, etsende kjemikalier	0	0	0	0
Kontakt med elektrisk leder	0	0	0	0
Kontakt med varm eller kald overflate	0	0	0	0
Tap av et livsstøttende miljø	0	0	0	0

**Tabell 5.2:** Alle de type hendelser med analyse rapporter i databasen.

Figuren 5.7, under viser hvor mange rapporter som kan knyttes til de ulike typene hendelse. Kontakt med bevegelige deler av maskiner har hele 10 av 20 rapporter som viser til denne typen.

Andre typer hendelser har også en høy risiko, som f.eks. kontakt med kjøretøy (5 av 20) og fallende objekt (3 av 20).



**Figur 5.7:** Resultater av typehendelse for alle gruppene av 20 ulykkene.

Neste tabell er en forenklet versjon av tabell 5.3, som kun viser til de hendelsene som er knyttet til de 20 rapportene fra databasen.

Type hendelse	Aktiviteter			
	Graving: Aktiviteter knyttet til (riving, graving, sette rør, og arbeid i grøft) 7 rapporter av 20	Løft: Aktiviteter knyttet til (tømme, løfte, og fylle) 5 rapporter av 20	Mekanisk arbeid på eller flytting av maskin Aktiviteter knyttet til (løse og skifte skuff, demontere motveksloppet, og flytte maskiner) 4 rapporter av 20	Boring: Aktiviteter knyttet til (borelegg, arbeid med betong) 4 rapporter av 20
Kontakt med kjøretøy i bevegelse	3	2	0	0
Falle til et lavere nivå	0	1	0	0
Kontakt med eller fanget i eller mellom bevegelige deler av maskiner	2	2	4	2
Påvirkning fra eller klemt mellom bevegelige gjenstander	1	0	0	0
Fallende objekt	1	0	0	2

**Tabell 5.3:** Hendelsene som er knyttet til de 20 rapportene fra databasen.



Det er mange hendelser som innebærer kontakt med eller at noen blir fanget i, eller mellom, deler av maskiner. Som vist på figuren, må man spørre om hvorfor dette har skjedd, og hvor ofte de gjorde risikovurdering med anleggsmaskiner som har flere bevegelige deler og stor mengde energi som kan føre til alvorlig skade. Man må også spørre seg om HMS-plan har inkludert rutiner om risikovurdering for arbeid i faresonen mellom bevegelige deler av maskiner.

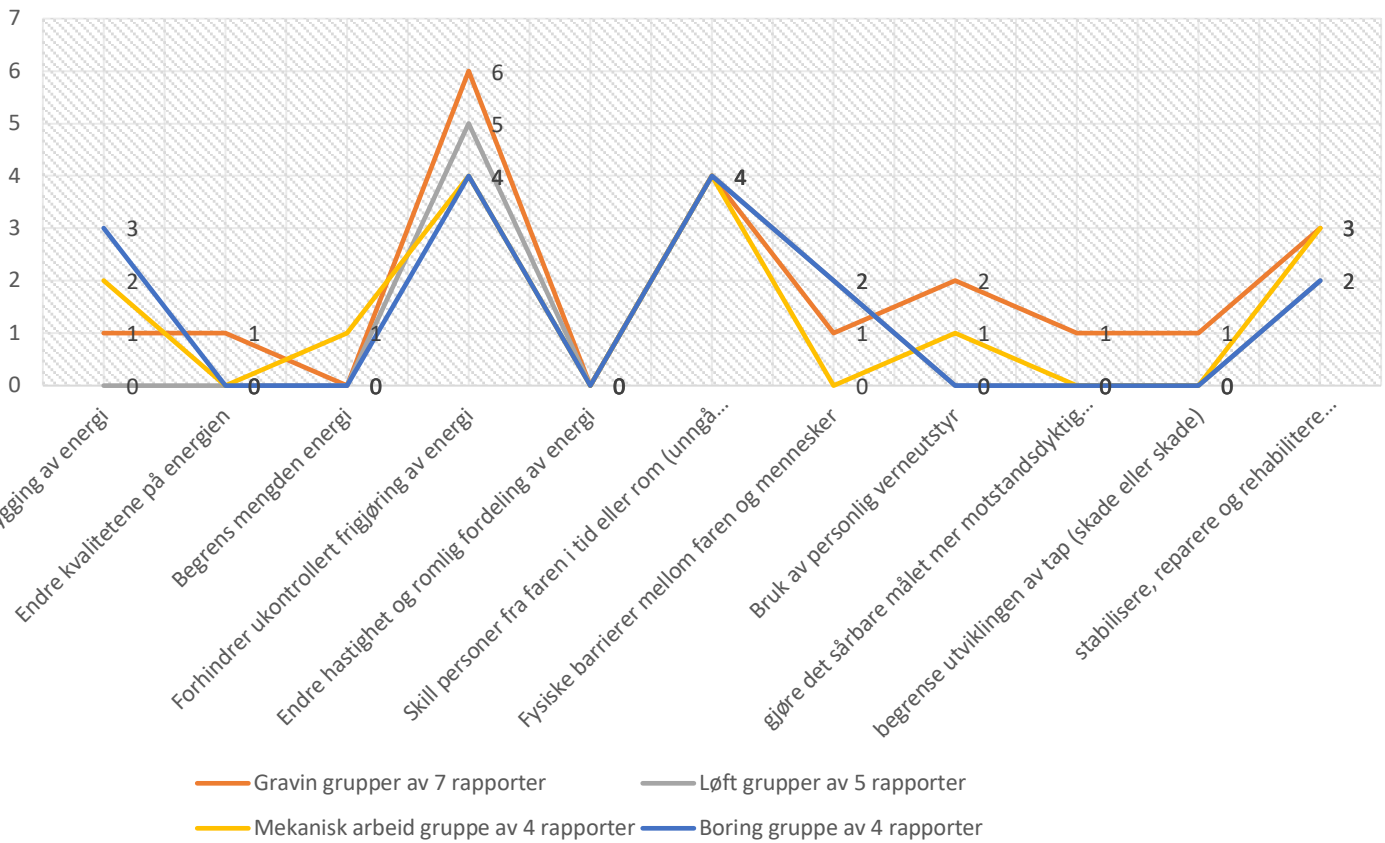
I denne tabell 5.4, vises antall barrieresvikt i de ulike aktivitetsgruppene, det er høyest antall barrieresvikt i databasen under Forhindring av ukontrollert frigjøring av energi. Anleggsmaskiner har store mengder energi fra vekt og hastighet, men det mangler barriere som er utviklet for å kontrollere denne energien. Et spørsmål som dukker opp er hva som må gjøres i anleggsprosjekter for å kontrollere store energimengder; og hvilke tiltak og barrierer som brukes. (Læring, arbeids tiltaks, spesielt utstyr eller andre tiltak)?

Barriere svikt	Aktiviteter			
	Graving: Aktiviteter knyttet til (riving, graving, sette rør, og arbeid i grøft) 7 rapporter av 20	Løft: Aktiviteter knyttet til (tømme, løfte, og fylle) 5 rapporter av 20	Mekanisk arbeid på eller flytting av maskin Aktiviteter knyttet til (løse og skifte skuff, demontere motvektsloddet, og flytte maskiner) 4 rapporter av 20	Boring: Aktiviteter knyttet til (borerigg, arbeid med betong) 4 rapporter av 20
Forhindrer oppbygging av energi	1	0	2	3
Endre kvalitetene på energien	1	0	0	0
Begrens mengden energi	0	0	1	0
Forhindrer ukontrollert frigjøring av energi	6	5	4	4
Endre hastighet og romlig fordeling av energi	0	0	0	0
Skill personer fra faren i tid eller rom (unngå faresone)	4	4	4	4
Fysiske barrierer mellom faren og mennesker	1	2	0	2
Bruk av personlig verneutstyr	2	0	1	0
Gjøre det sårbare målet mer motstandsdyktig mot skader fra energiflyten	1	0	0	0
Begrense utviklingen av tap (skade eller skade)	1	0	0	0
Stabilisere, reparere og rehabilitere gjenstanden for skaden	3	2	3	2

**Tabell 5.4:** Antall barriere svikt i de aktivitetsgrupper.

Figuren 5.8, under beskriver barrieresvikt for alle aktivitetsgruppene. Man legger til at alle gruppene har en tilnærmet lik regresjon. Dette skyldes at rapportene fra databasen fokuserer på arbeid med anleggsmaskiner.

## Barrier svikt for de alle fire aktivitetsgruppe



**Figur 5.8:** Resultater av barrieresvikt for alle gruppene av 20 ulykker. Flere barrieresvikt er mulig per hendelse.

På figur 5.9, vises det at forhindring av ukontrollert energi og å skille personer fra fareområder har mest antall barrieresvikt. Man må spørre seg hvorfor antallet er så stort.



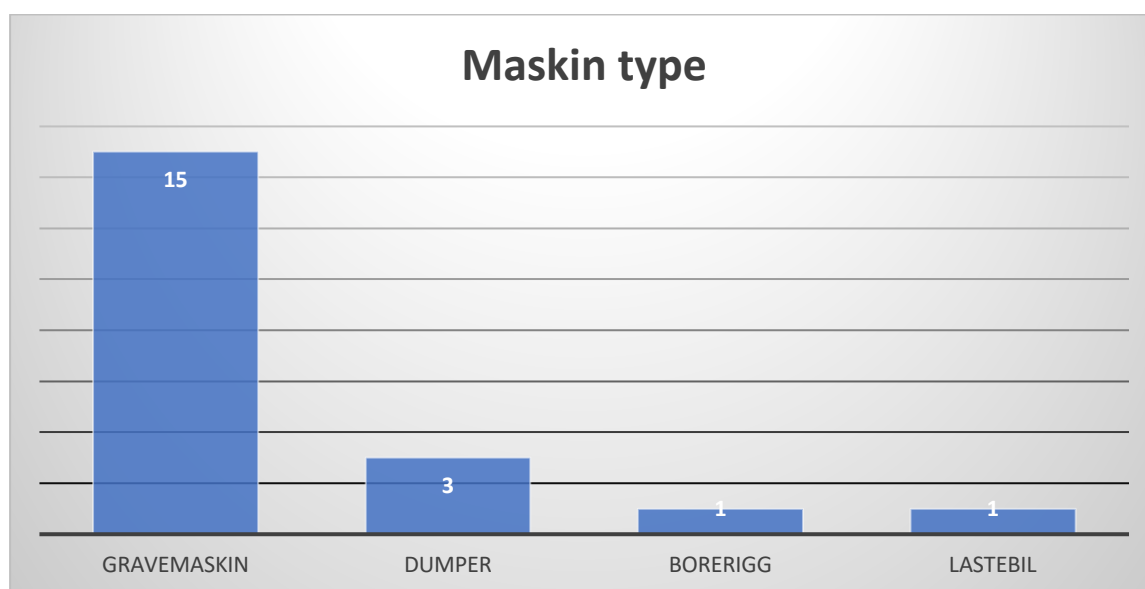
**Figur 5.9:** Resultater av tap av kontroll for alle gruppene av 20 ulykker. Resultat deling mellom to hovedsituasjoner.

Tabellen 5.5., under viser forholdet mellom maskintypen som blir brukt i anlegget og de hovedaktivitetsgruppene og antall rapporter som melder høy risiko.

Maskin type	Aktiviteter			
	Graving: Aktiviteter knyttet til (riving, graving, sette rør, og arbeid i grøft) 7 rapporter av 20	Løft: Aktiviteter knyttet til (tømme, løfte, og fylle) 5 rapporter av 20	Mekanisk arbeid på eller flytting av maskin Aktiviteter knyttet til (løse og skifte skuff, demontere motvektsloddet, og flytte maskiner) 4 rapporter av 20	Boring: Aktiviteter knyttet til (borerigg, arbeid med betong) 4 rapporter av 20
Gravemaskin	7	1	4	3
Dumper	0	3	0	0
Borerigg	0	0	0	1
Lastebil	0	1	0	0

**Tabell 5.5:** Forholdet mellom maskins typen med de aktiviteter i databasen.

Her er det tydelig at gravemaskiner er bak de fleste ulykkessituasjonene med hele 15 av 20 rapporter som melder risiko, som vist i figur 5.1. Årsaken til dette vil bli diskutert i diskusjonskapittelet.



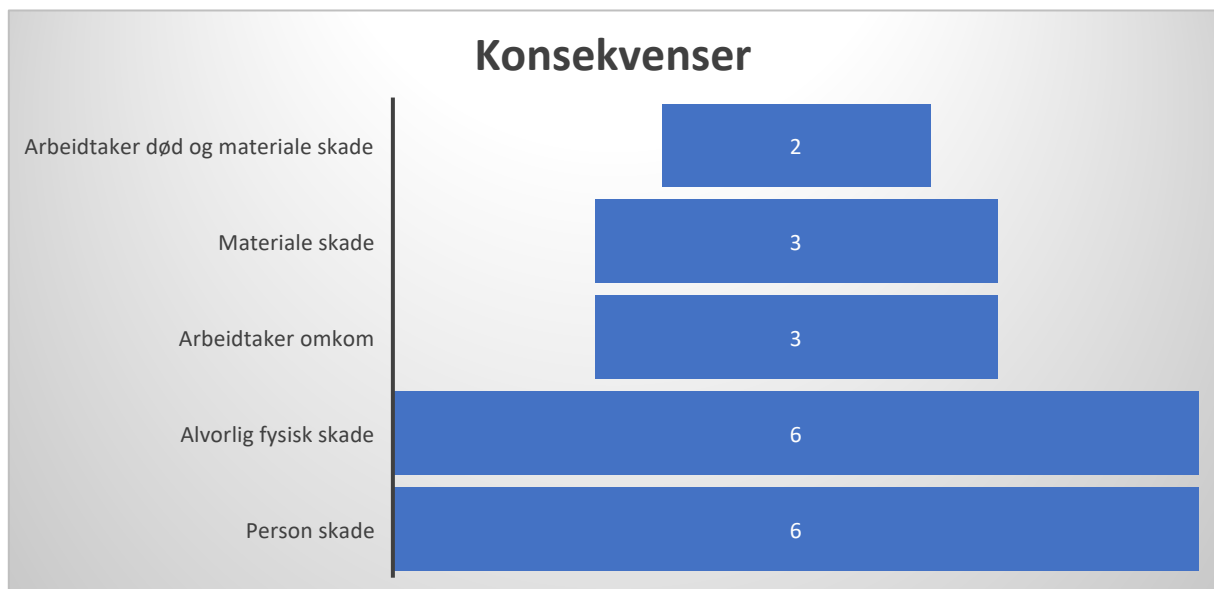
**Figur 5.10:** Resultater av maskintyper for alle gruppene av 20 ulykker. Flere ulykker knyttet til gravemaskiner.

Tabellen 5.6, under viser forholdet mellom konsekvenser som blir til som følge av ulykkene i anlegget og de hovedaktivitetsgruppene og antall rapporter som melder høy risiko i databasen.

Konsekvenser	Aktiviteter			
	Graving: Aktiviteter knyttet til (riving, graving, sette rør, og arbeid i grøft) 7 rapporter av 20	Løft: Aktiviteter knyttet til (tømme, løfte, og fylle) 5 rapporter av 20	Mekanisk arbeid på eller flytting av maskin Aktiviteter knyttet til (løse og skifte skuff, demontere motvektsloddet, og flytte maskiner) 4 rapporter av 20	Boring: Aktiviteter knyttet til (borerigg, arbeid med betong) 4 rapporter av 20
Arbeidstaker død og materiale skade	1	1	0	0
Materiale skade	1	1	0	1
Arbeidstaker omkom	2	0	2	0
Alvorlig fysisk skade	0	2	1	3
Person skade	3	1	2	0

**Tabell 5.6:** Forholdet mellom konsekvenser og aktiviteter i databasen.

Figuren 5.11, under viser utviklingen av antall rapporter som melder risiko for hver type konsekvens. Med hele 6 av 20 rapporter står personskade (lett skade) og alvorlig fysisk skade. Deretter kommer både materielle skader (uten fysisk skade) og situasjoner der arbeidstaker omkom (lite materiale skader) med 3 av 20 rapporter. Til slutt er konsekvensen «arbeidstaker omkom og (stor) materiale skade» med 2 av 20 rapporter.



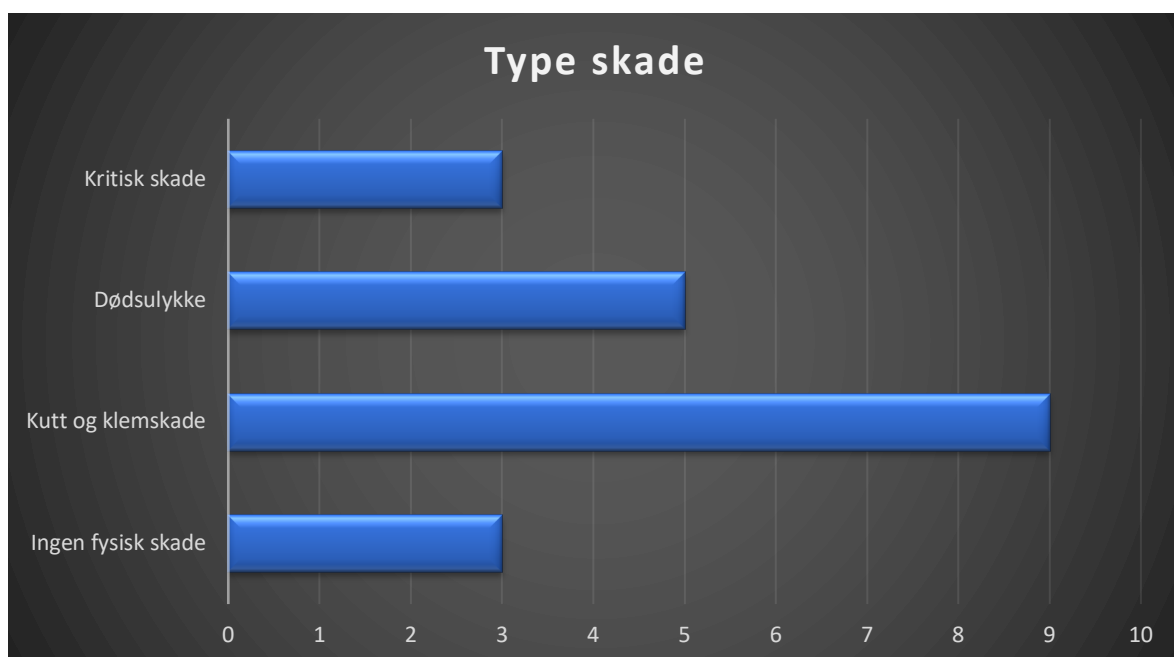
**Figur 5.11:** Resultater av konsekvenser for alle gruppene av 20 ulykker.

Tabellen 5.7, under viser forholdet mellom type personlig skade under ulykke i anlegget og de hovedaktivitetsgruppene og antall rapporter som melder høy risiko.

Type skade	Aktiviteter			
	Graving: Aktiviteter knyttet til (riving, graving, sette rør, og arbeid i grøft) 7 rapporter av 20	Løft: Aktiviteter knyttet til (tømme, løfte, og fylle) 5 rapporter av 20	Mekanisk arbeid på eller flytting av maskin Aktiviteter knyttet til (løse og skifte skuff, demontere motvektsløddet, og flytte maskiner) 4 rapporter av 20	Boring: Aktiviteter knyttet til (borerigg, arbeid med betong) 4 rapporter av 20
Ingen fysisk skade	1	1	0	1
Kutt og klemskade	3	1	3	2
Dødsulykke	3	1	1	0
Kritisk skade	0	2	0	1

**Tabell 5.7:** Forholdet mellom type og aktiviteter i databasen.

Figuren 5.12, under ser på hvilken type personlig skade som skjer under ulykkene. Her er det kutt- og klemskade som har mest antall rapporter (9 av 20) så kommer dødsulykke med 5 av 20 rapporter fra databasen. Kritisk personlig skade og ingen fysisk skade har 3 av 20 rapporter hver.



**Figur 5.12:** Resultater av type skade for alle gruppene av 20 ulykker. Flere skader forbundet med klemskade.

## 5.2. Analyse av intervju med eksperter

I denne delen presenteres resultatet fra de kvalitative forskningsintervjuene. Det ble til sammen utført seks intervjuer fordelt på to verneombud ved anlegg, to HMS-rådgivere, en fagansvarlig på maskinavdeling og en prosjektleder. Intervjuobjektene hadde jobbet i forskjellige bedrifter i minimum to år som HMS rådgiver, 25 år som verneombud og 20 år som prosjektleder.

Funnene fra analysen blir presentert i seks underkapitler: Menneskelig feil, teknisk feil, personer i faresone, manglende informasjonsflyt, gravemaskin, og bevegelsesulykker og risikovurdering.

Underkapitlene representerer forskningsspørsmålene fra intervjuguiden. Det blir oppført sitater fra intervjuobjektene gjennom hele delen for å vise deres synspunkter og svar på spørsmålene.

Resultatene er gjennomsnittet av svarene som alle de seks ekspertene har avgitt. Det er noen forskjellige saker som ble diskutert med ekspertene som kan finnes under diskusjonsdelen i kapittel 6.

### 5.2.1. Menneskelig feil

Etter analyse av databasen med 20 rapporter, ser man at 75 prosent av ulykkene har menneskelig feil som årsak, intervjuobjektene svarte at menneskelige feil er en hyppig direkte årsak til alvorlige ulykker med anleggsmaskiner på grunn av gjentakende rutiner som gjør at man sløves, tidspress som gjør at man må kjøre fortere, lange dager på jobb, manipulering av sikkerhetsfunksjoner og utkobling av sikkerhetsfunksjoner. Andre årsaker finnes også; som manglende opplæring og mangel på driftsmessige krav ifølge ( Forskrift om maskiner 1.3.3). FA sier at det å koble ut sikkerhetsfunksjoner kan føre til ulykke hvis en sikkerhetssensor ikke virker, eller sikkerhetsfunksjonen er på en slik måte at den er lite egnet for å få utført arbeidsoppgaver raskt. Sikkerhetsfunksjoner blir koblet ut fordi de er til irritasjon for maskinfører, sier FA. Mangel på, eller dårlig risikoforståelse av risikobildet er årsaker til ulykker ved menneskelig feil. I brukermanual fra leverandør av maskinen er det beskrevet hva maskinen skal brukes til. Dette må også maskinfører forstå, sier RVO.

Det er ulike nivåer for hvilken risiko som aksepteres hos arbeidstaker. Ofte oppstår det en risikosituasjon for arbeidstakere som har ikke nok erfaring, sier RVO.

### 5.2.2. Teknisk feil

Rapporter fra Arbeidstilsynet (2019a) indikerer at 50 prosent av ulykker med anleggsmaskiner er knyttet til teknisk feil. Intervjuobjektene svarte at kravene til arbeidstilsynet er gode nok til å hindre tekniske feil ifølge (kontroll og vedlikehold forskriften kap.12). Men noen ganger det er ikke avsatt tid til vedlikehold, det blir utført dårlig vedlikehold, vedlikeholds skjema blir ikke fulgt, det er feil bruk av maskinen, maskinfører informerer ikke om teknisk feil om maskinen allikevel går. Det er medfølgende vedlikeholds manual fra leverandør av maskiner. RVO forklarer at arbeidsgiverne stoler for mye – eller setter all sin tillit til årlig periodisk kontroll og er dårlige til å følge opp jevnlig ettersyn, kontroll og vedlikehold i egen regi. Opplevelsen er at den enkelte medarbeider har egne maskiner, og hvis bedriftens systematikk på området ikke er god nok ved opplæring og rutiner, vil mye av dette være knyttet til den enkelte medarbeider for sparemaskinen.

### 5.2.3. Personer i faresone

Anleggsplasser generelt er tette områder med mange arbeidstakere som jobber på samme plass til samme tid som kravene i (hoved bedriften AML § 2-2 annet ledd). Mange av ulykkene skjer fordi personer står i faresoner som rundt blindsonen til anleggsmaskiner eller i grøft under graving. FA sier at det er Anleggsleder som har ansvar for oversikten over fareområder, og for å forhindre ulykker i faresone. Den enkelte arbeidsgiver har ansvar for eget arbeid og at dette er forsvarlig tilrettelagt når det gjelder samordning av risikofulle aktiviteter som foregår samtidig, sier RVO.

Vi vet at det har vært ulykker knyttet til kjøring av maskiner og at medarbeidere som jobber i nærheten har blitt påkjørt og drept, så arbeidsledelse og maskinførere har ansvar for å ta oversikt og sikre fare soner, sier PL.

Et av svarene på spørsmålet om vurdering av faresoner Inkludert i risikovurdering for anleggsprosjekt var at driftsmessige forhold vil være av betydning. Altså at man skiller risikofulle arbeidsoperasjoner fra hverandre i tid og sted. Dette må imidlertid



planlegges både fra byggherrens krav om sikker fremdrift SHA-plan og hovedbedriftens samordning av entreprenørrisiko. Byggherrens valg må sees opp mot entreprenørens valg av driftsmessige forhold. Arbeidsområde må sperres og sikres med skilt ved faresoner, blinkende lys, lydsensorer og kamera over dødsoner, sier HMS-rådgiver.

#### **5.2.4. Manglende informasjonsflyt**

Mange rapporter fokuserer på manglende informasjonsflyt mellom ledelse og arbeidstaker eller mellom byggherre og entreprenør. Under analyse av rapporter, ser man at flere av de fokuserer på manglene av kommunikasjon mellom ledelse og arbeidstaker, spesielt på store prosjekter med flere entreprenører og underentreprenører. Informasjonsflyten er forskjellig fra en bedrift til en annen, og hver bedrift har egne rutiner og system for å flytte informasjon mellom ledelsesnivåer og arbeidstakere. FA forklarer at det er ikke alltid informasjonen kommer til rette vedkommende som trenger den, da det er for mange ledd mellom ledelse og arbeidstaker. RVO sier at risikovurderinger ofte ikke gjøres sammen med arbeidstakere som skal utføre arbeidene, og at arbeidstakere ikke har godt nok eierskap til HMS systemene.

Vi ser ofte innleide og UE problematikken her, hvor de er innleid for å gjøre en konkret definert arbeidsoppgave, og makter ikke å sette seg inn i HMS-regimet og rutiner for denne arbeidsplassen. Det er en økende tendens til å innleie og UE i bransjen og at en stor aktør kun «shopper» tjenester noe som i neste omgang er skadelig for kontinuitet i HMS-arbeidet, sier RVO.

#### **5.2.5. Gravemaskin og bevegelsesulykker**

Det er et høyt antall alvorlige ulykker som involverer gravemaskiner som kjøretøytype, viser rapportene. I anleggsprosjekter bruker vi gravemaskiner som hovedanleggsmaskin i byggebransjen, sier PL. På hvert prosjekt, finnes et større antall av gravmaskiner i samme tid på samme område, og det kan gi svar på hvorfor mest ulykker skjer med denne kjøretøytypen. FA sier at en spesiell maskin som kan bruke mange forskjellige verktøy i tillegg til graving, vil ha større utfordring til stabilitet ved utførelse av arbeidet. Ved å diskutere denne situasjon med HMS-rådgiver og RVO, sier de at maskinen blir benyttet til arbeidsoppgaver som ikke er primæroppgaven. Det

vil også være et verktøy som brukes til helt andre og bredere anvendelsesfelt enn mange andre maskiner. Pigging av sprengt område, vanlig gravearbeider i alle slags masser, løfting/heising, pallehåndtering.

I tillegg brytes kravene ifølge (Maskinforskriftens, 1.3.3 og 1.2.2).

Det finnes store utfordringer ved å gi like god opplæring i bruk av alt tilleggsutstyr, selv om dette er påkrevd og henger nøye sammen med arbeidsoppgaven som skal gjøres. RVO forklarer at andre årsaker kan være en sikkerhetsfunksjon som er til hinder for å utføre eks. reparasjon, flytting av maskinen etc. Det er nødvendig å sette den ut av funksjon, men på en slik måte at man fortsatt kan bruke maskinen. Man «glemmer» å resette den etter at reparasjon er ferdig. Ny maskinfører er ikke informert.

Det er også flere alvorlige ulykker som har skjedd ved at personer har blitt fanget eller klemt mellom bevegelige deler på maskiner. I slike situasjoner er årsakene ofte mangel på skjerming av farlige bevegelige maskindeler, manglende kontroll på at redskap faktisk sitter på etter redskapsskifter og manglende sikre løsninger på redskapsfester på maskiner, forklarer RVO.

#### **5.2.6. Risikovurdering og opplæring**

Flere ulykker skjer fordi det skjer plutselig utslipp av den involverte energien, som konstruksjonssvikt eller at masse faller ut. Risikovurdering er noe av det viktigste arbeidet, står det på SHA-plan og må gjøres før start på arbeid ifølge (HMS plan kapittel 27). Anleggsmaskiner har stor energimengde og man må sikre at arbeidsplassen er stabil og at grunnforhold har mulighet å støtte maskinen uten problem. RVO har forklart at det er viktig å sikre monteringen / koblingen av tilleggsutstyr (nedfall av f.eks. skuffer). Bruke egnet arbeidsutstyr til sikring av masser i grøftesider (grøftkasser) Gjøre en faglig vurdering av grunnforhold, rensing av overliggende steinmasser.

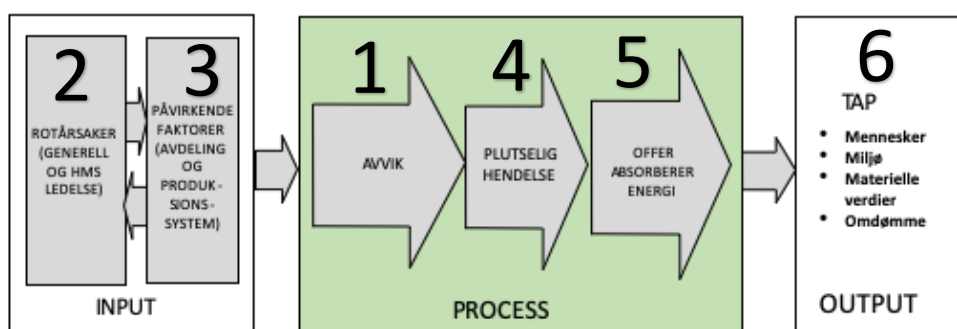
De fleste eksperter som forfatter ble diskutert med dem på intervjuer, har inntrykk av at de fleste arbeidstakere starter arbeidet uten å fullføre maskinspesifikk opplæring, men at de tok nødvendig opplæring før de startet med arbeidet. FA sier at Ikke alle arbeidstakere fullfører maskinspesifikk opplæring før start av arbeid. Noen har kjørt

forskjellige maskiner i årevis uten problemer, og uten dokumentert opplæring. Nå er det pålagt maskinspesifikk opplæring.

Ved spørsmål om opplæring på anleggsmaskiner er nok for å starte arbeid på anleggsplass eller i tett anleggsområde, svarte RVO at, Ja, ofte ser vi at utstyrsspesifikk opplæring er mangelfull eller helt fraværende. Vi vet også at det er store kvalitetsforskjeller på sakkyndige opplæringsvirksomheter med tanke på hvor god den grunnleggende opplæringen er. Med 32 timer teoretisk opplæring og 40 timer praktisk øvelse kan man i dag i prinsippet kjøre en 200 tonn gravemaskin. Sammenlignet med andre land og tidligere praksis i Norge er dette lite opplæring. Man ser ikke forskjell på et kompetansebevis som er utstedt på mangelfull opplæring og et som har god opplæring som grunnlag.

## 6. Diskusjon

Dette kapittelet har som mål å sette resultatene fra kapittel 5 inn i et større bilde for å bedre forstå ulykkesårsaker. Diskusjonen skal koble sammen funnene, teori og databasen gjennom ulykkes rammeverket fra figur 3.5. og se på forholdet mellom menneskelig feil/teknisk feil og systemnivå. Det vil også bli en diskusjon om kjennetegn på alvorlige ulykker med anleggsmaskiner i bygg- og anleggsbransjen, som kan bidra til en større forståelse av resultatene fra både database og intervjuer. Figur 6.1 illustrerer hvor i ulykkes-modellen hendelsesforløpet kommer inn. Figuren er en oppdatert versjon av original figur 3.5 i teori kapittel 3.2.



**Figur 6.1:** Viser hvor i ulykkes-modellen hvert analyse nivå ligger.

Opgaven er basert på analyse av avvik og barrieresvikt i de alvorlige ulykkene som ble registrert av Arbeidstilsynet.

Utviklingen av ulykker begynner med en rekke faktorer som starter fra avvik nivå 1 som vises i ulykkesmodell og utvikles ved å knyttes til rotårsaker på nivå 2, og medvirkende årsaker på nivå 3.

Resultatene fra databasen viste at de fleste ulykker var knyttet til menneskelig feil (75 prosent) og teknisk feil (50 prosent). I rapportene var det eksempler på ulykker som at en arbeidstaker hadde sittet i skuffen på en anleggsmaskin som saltet veien, og under arbeidet ble en bil som stod foran maskinen truffet og arbeidstaker skadet. I denne ulykken var den menneskelige feilen veldig synlig, og anleggsleder gjorde ingenting med det. Ved å diskutere denne ulykken med eksperter i intervjuer, svarer de at i anleggsprosjekter hender det at det skjer feil i utstyret under arbeid, og for at arbeidet ikke skal stoppe spør de arbeidere om å gjøre noen oppgaver som å "salte veien fra

anleggsmaskin-skuff" selv om oppgavene er farlig. Dette er brudd på sikkerhetsregler og setter ansvar på ledelser som rotårsak fordi de ikke prioriterer sikkerhet i henhold til SHA-plan og sikkerhetsplanene.

Fra figur 6.1 det er mulig å se at rotårsaker knyttes til nivå 2, medvirkende faktorer knyttes til nivå 3, og avvik knyttes til nivå 1. For å være sikker på grensen for akseptabel opptreden, for å forstå hvorfor det blir et avvik, er det viktig å ha kontroll på årsakene som i utgangspunktet fører til avvik, som er medvirkende faktorer og rotårsaker. Avvik som er sammenfattet av analysen, og knyttet til nivå 1 på ulykkesmodellen. For å forstå avvik må vi tilbake til nivå 2 som er rotårsaker «utilstrekkelig ledelsesnivå» som kan forklare dårlig planlegging, dårlige rutiner, at plan for opplæring ikke var god nok for unge arbeidstakere, manglende informasjonsflyt mellom ledelsesnivå, og tillatelse til at nye arbeidstakere kan ta i bruk anleggsmaskiner uten å sikre at de har god risikoforståelse og nok opplæring. Medvirkende faktorer kommer i tillegg på nivå 3 som «utilstrekkelig kommunikasjon og utmattelse» som kan tilsi at mangel på, eller dårlig kommunikasjon mellom arbeidstakere på anleggsplass kan føre til en rekke årsaker som fører til ulykker, og at den er en svakhet på hendelses/årsaks-modellen som ble forklart på sveitsiske ostemodellen i teorien på kapittel 3.1.2. Også dårlig fokus og det at man ikke følger brukermanualen til maskinen kan være medvirkende faktor som fører til ulykker. Her kan man si at ledelsen har ansvar for å tilgjengelig gjøre brukermanual for anleggsmaskiner på et forståelig språk.

Det er utfordringen i en slik kompleks bransje, «anleggsbransjen», å kontrollere indikatorer knyttet til medvirkende faktorer i årsaks sekvenser. Spørsmålet her er om det er for lang avstand mellom årsak og hendelse til at det er mulig å kontrollere farene på en effektiv måte. Det er bra at en analyse av tidligere alvorlige ulykker forstår ulykkers mekanismen og kan forbedre en fysisk barriere, og at man lager regler som kan forhindre avvik som kan føre til en hendelse.

### **6.1. Forholdet mellom menneskelig feil/teknisk feil og systemfeil**

Databasen viser at menneskelig feil er en frekvent direkte årsak til ulykker med anleggsmaskiner. (Kongsvik m.fl.,2018). Intervjuene viser at ulykker basert på menneskelige feil enten er produksjonsutstyr som arbeidstakere ikke fikk nok

opplæring i, arbeidere som har misforstått eller ikke forstår brukermanualen til anleggsmaskiner, eller arbeidstakere som bryter sikkerhetsregler og ikke følger sikkerhetsplan på grunn av tidspress og andre årsaker som vi skal diskutere. Data fra Arbeidstilsynet som er brukt i databasen har fokus på direkte årsaker eller aktive feil som (Reason,1997) kaller det, mens intervjuene fokuserer på påvirkende faktorer og rotårsaker, eller latente feil som (Reason,1997) kaller det. Der hendelsesforløpet og konsekvensen er noenlunde lik, blir tiltakene fra bedrifters side også lik. Da kan det virke som om tiltakene ikke har fungert godt nok eller at arbeiderne ikke er forsiktige nok. Det er systemfeil eller menneskelig feil som er det mest sentrale når maskinførere bevisst velger å koble ut sikkerhetsfunksjoner, nye maskiner har masse teknologi som varsler hvis feil har oppstått og noen ganger vil maskinen stoppe ved feil i sikkerhetssystemet. Arbeidstaker kobler ut sikkerhetsfunksjoner fordi de er til irritasjon for maskinfører eller de må fortsette jobbing under tidspress som forklart på målkonflikt i teorikapittel 3.3. Ved å gå tilbake til ulykkesmodellen kan man se avvik når arbeidstaker kobler ut sikkerhetsfunksjoner. Dette baseres på rotårsaker som at ledelsen tillater å stoppe sikkerhetsfunksjoner for ikke miste tid på vedlikehold som vegg monterte sikkerhetsregler, og kan eksponere arbeidere på anleggsplass for ulykker. I tillegg kommer medvirkende faktorer som dårlig kommunikasjon og dårlig fokus til en seire med hendelser som kan føre til alvorlige ulykker. Mangelfull risikoforståelse er et resultat av mangelfull risikostyring og informasjon ved mangelfull opplæring som kan være årsak til at brukermanual ikke er kjent (Kongsvik m.fl.,2018). Forfatter har diskutert dette med regionale verneombud som har vært ekspert på anleggsmaskiner i over 25 år.

RVO forklarer at det er liten opplæring i Norge, og at det er samme opplæring på bilkjøring. Arbeidstaker tok 8 timer teori og sikkerhetskurs, og 32 timer praktisk opplæring med anleggsmaskin. Alle eksperter er enige i at disse 40 timene ikke er nok for arbeid på anleggsplass som er et tett område med flere andre maskiner. Likevel starter mange arbeidstakere med arbeidet før de har fullført alle de timene. Her er en av de største rotårsakene som fører til ulykker.

Noen prosjekter trenger også kompetanse på jobb ved tipp, skråning, eller på dårlig vær, og bedrifter må tilby spesialopplæring for denne prosjekttypen. Den spesialopplæringen kommer ved personlig opplæring av arbeidere og læres best med erfaring over flere år, ikke ved enkel opplæring.

Kravene sier at bedrifter må tilby praktisk opplæring før de kan tillate arbeidstaker å starte med arbeidet. De fleste følger ikke disse opplæringsreglene på grunn av tidspress og målkonflikt, har maskinførere forklart.

Det kan virke som tiltak har vært forsøkt innført fra bedrifters side, men at de ikke ble godt nok implementert av arbeiderne. Eksempelvis kunne en vurdering av faresoner innenfor anleggsområder hatt gode resultater om alle bedrifter sikret arbeidsområdet før de startet med arbeidet. Området må bli sperret ved bruk av skilt med faresoner, blinkende lys og lydsensorer. Alle de tiltakene ble registrert på sikkerhetsplan, men noen ganger følger ikke arbeidstakere disse reglene godt nok.

Flere hendelser er knyttet til at personer mister eller mangler fokus på arbeid, og de glemmer at de jobber med maskiner som har store mengder energi. Som det ble forklart i teorikapittelet 3.1 om energimodell, representerer dette fare for potensielt skadelig energi, og en ulykke eller skade kan skje ved tap av energikontroll når det er en funksjonsfeil i kontrollmekanismen. Tap av energikontroll på anleggsmaskiner som har stor mengde energi fører til store eller alvorlig ulykker, og som vi så i analysedatabasen og igjennom intervjuer, er mangel på risikoforståelse en av hoved årsakene som fører til alvorlig ulykker.

## **6.2. Kjennetegn ved alvorlige ulykker med anleggsmaskiner**

Alvorlige ulykker kjennetegnes ved en sekvens av oppståtte feil og avvik. Ved bruk funnene fra databasen og intervjuer kan man si at ulykke skjedd fra en rekke hendelser fra forskjellige nivåer som ledelse, planlegging og utførelse.

Alle dødsfallene som finnes i databasen har skjedd ved fallende objekter. De fallende objektene er enten produksjonsutstyr som er plassert på en slik måte at de faller ned på arbeiderne, produksjonsutstyr som arbeidere mister eller glipper ved løft, eller maskinfører som mister kontroll og faller i skråning. I disse ulykkene hadde flere avvik oppstått fra ledelse som dårlig planlegging. En av de ulykkene var manglende kommunikasjon mellom anleggsleder og prosjektleder. Prosjektleder fikk ikke varsel om at de hadde bestilt nye anleggsmaskiner "liten gravemaskin" og det var en ung

arbeidstaker som kjørte maskinen uten nok opplæring og erfaring. Her kan man diskutere om ledelsen har utført dårlig planlegging og vurdering. Men det mest alarmerende i andre ulykker er uventede fall av gravemaskinskuff på grunn av dårlig vedlikehold med å mangle risikovurdering for maskinen. Denne ulykken ble diskutert med eksperter i intervjuer. Maskinfører har ansvar for å utføre daglig test før arbeidet startes, men testen kan ikke avsløre om vedlikehold eller sveising av skuff er dårlig, så må gjøre risikovurdering. I mange tilfeller blir ikke dette gjort på grunn av tidspress eller andre årsaker.

Kritiske og klemulykker fra databasen tyder på at arbeidstakere har svakheter og mangler erfaring med anleggsmaskiner, utstyr eller tilbehør. I mange tilfeller kan bytting av gravemaskinutstyr eller installasjon av tilbehør for graver og boreriggmaskin føre til klemskade. Ved diskusjon av slike tilfeller med maskinfører finner man ut at praktisk opplæring dekker kjøring av maskinen, men inneholder veldig lite forklaring av tilbehør. Maskinfører lærer bruk av dette utstyret igjennom personlig erfaring. Noen bedrifter tilbyr spesialopplæring men dekker ikke alle type av maskiner. Mest kritisk av ulykkene som var registrert på Arbeidstilsynet (2019a) var kjøring av dumper, som hadde tippet og falt ned i en skråning inn mot bolig. I diskusjon av den rapporter med, PL svarte han at opplæringskravene ikke inkluderer spesialopplæring for kjøring av tippvogn, og bedrifter ansetter basert på personlig opplæring og kumulativ erfaring for sjåfører. RVO, som var maskinfører, forklarer at få bedrifter i Norge tilbyr spesialopplæring på kjøretøy av denne typen.

### **6.3. Forbedringer for å redusere og hindre alvorlige skader**

Forbedring med jevne mellomrom er viktig steg for bedre sikkerhetssystem. Forbedring avhenger av å lage gode planer som kan lære av gamle hendelser. Bedrifter må har egne ulykkesdatabaser og ta med rapporter fra Arbeidstilsynet (2019a) med kontinuerlig oppdatering for å sikre at planer dekker de fleste svakheter eller avvik i hendelsene. Ledelsen må ta disse indikatorene eller databaseresultatene og bruke de i planleggingen, for å gjøre det verdifullt for en bedrift.

Det er da viktig at planer ikke er for komplekse (Kongsvik m.fl., 2018). Forfatteren fant ut, etter analyse av databasen og rapporter, at planer og rutiner som ble brukt i



bedrifter var litt kompliserte, og at ledelser ikke sørget for at planer ble utført til slutt. Det finnes dessverre noen hindringer som begrenser utførelsen av planer, slike hindringer som kan gjøre arbeidere dårligere til å håndtere og prosessere informasjon. På grunn av lite erfaring, manglende opplæring og komplisert informasjon i planene. må planer bli mer enkle og sikre at informasjon er forstått av alle arbeidstakere.

Etter diskusjon med eksperter i intervju, er alle enige om at Arbeidstilsynets krav om arbeid med anleggsmaskiner er gode for å forhindre ulykker dersom alle kravene ble fulgt under arbeidet. Arbeidstilsynet må flytte deres visjon til bedrifter som har ansvar for å lage sikkerhetsplaner og SHA-plan. Arbeidstilsynet må ha sikkerhetskurs som krav for alle bedrifter i anleggsbransjen for å forbedre metode i sikkerheten. Det kurset må også oppdateres hvert år med analyse av nye ulykker for å tette gapet mellom ledelse og arbeidere på forskjellige nivåer.

En rapport som ble registrert etter en alvorlig ulykke under riving av kai, Viste at det var startet med en god plan om risikovurdering for konstruksjon. Konstruksjonen ble delt til 5 områder, ved start av riving, ble konstruksjonen svak og utslitt, og i denne fasen ble det ikke gjort noen ny risikovurdering. Da arbeidet fortsatte, falt gravemaskinen i sjøen fordi maskinen har stor energimengde og konstruksjonen var svak. I dette prosjektet burde det vært gitt mer prioritet til sikkerhet. De fleste bedrifter vil redusere sikkerheten på grunn av økonomisk press, og da kan store svakheter true arbeidernes sikkerhet og helse. Det må settes store krav for å gi sikkerhet mer prioritet og ikke redusere det ved økonomi press eller tidspress.

**Her er noen anbefaler for å hindre alvorlige ulykker:**

- Forbedring av grunnleggende opplæring på tilleggsutstyr samt utstyrsspesifikk opplæring. Forbedring av betjeningsstandarder for gravemaskin og spesiell opplæring ved skifte av tilbehør.
- Bedre vilkår for servicepersonell som ofte reparerer maskinene midt i steinrøysa.
- Bruke maskinen til det den skal brukes til, og lage mekanisme for testmaskiner etter vedlikehold i henhold til vedlikeholds skjema.
- Bedre systemer for identifisering og oppfølging av lokale risikoforhold.
- Gjennomføre sikkerhetskurs for arbeidere i hvert år eller hvert andre år.
- Gi maskinfører egen tillatelse for kun én type anleggsmaskin (mange førere kan kjøre flere typer maskin på samme anleggsplass f.eks. maskinfører som kjører gravemaskin kan kjøre hjullaster i samme område.

## 7. Konklusjon

---

Oppgaven viser at sikkerhet vektlegges i større grad i HMS-arbeidet i anleggsbransjen, og analyse av ulykker kan være et godt verktøy for å forstå hvorfor ulykker har skjedd og hvor svakhetene ligger på de forskjellige nivåene i arbeidsorganisasjoner.

Årsakssammenhengene for ulykker var knyttet til dårlig risikoforståelse og manglende sikkerhetskultur som generelt rammeverk. Dette vil si at det tilsynelatende skal være mulig å fremme tankesett i sikkerheten og bruke feedback fra analysert hendelsesdatabase som vist i kapittel 4.1.6 og lage vanlige sikkerhetskurs for hvert prosjekt med kontinuerlig oppdatering av database.

Alvorlige ulykker i anleggsbransjen skjer fortsatt, og det er derfor man nå prøver å redusere og hindre ulykker. Det vil helt klart bli spennende å se hvordan Arbeidstilsynet kan flytte deres visjon til anleggsbedrifter ved bruk av planer og kurs for å forbedre sikkerhetsmentaliteten til beslutningstakere i bygg- og anleggsbransjen, og hvordan dette utvikler seg over de neste årene.

Målet har vært å svare på de to forskningsspørsmålene:

- 1. Hva kjennetegner alvorlige ulykker med anleggsmaskiner i bygg- og anleggsbransjen?*
- 2. Hvilke forbedringsområder eksisterer for å redusere og hindre alvorlige skader og dødsulykker i bygg-og anleggsbransjen?*

### **Kjennetegn på alvorlige ulykker**

Alvorlige ulykker kjennetegnes ved en sekvens av oppståtte feil og avvik. Analyseringsprosessen starter med en kritisk uønsket hendelse og har en eller flere avvik. Man tar en beslutning for å finne årsaken til ulykken i de forskjellige nivåene som planlegging og gjennomføring. En slik gjennomgang resulterer i en rapport som inneholder analyse av identifiserte årsaker og forslag til forebyggende tiltak.

Ulike organisasjoner jobber i flere prosjekt samtidig og bruker kun én hendelsesdatabase for alle prosjektene for å analysere ulykker og lage sikkerhetsplaner og SHA-plan, uten å ta hensyn til mengde risikoforståelse og erfaring mellom arbeidere som ble diskutert med eksperter i kapittel 5.4. Den skjer på grunn av tidspress og økonomi press ved jobber i flere prosjekter til samme tid. Prosessen med å analysere hendelser kjennetegnes også av et ønske om å lære for å forhindre at likende hendelser skjer i fremtiden.

### **Forbedringsområder eksisterer for å redusere og hindre alvorlige skader**

Analysen av rapporter fra Arbeidstilsynet (2019a) avdekket at menneskelig feil og teknisk feil var de største faktorene i alvorlige ulykker.

I diskusjonskapittelet 6. ble disse faktorene drøftet opp mot det teoretiske rammeverket i lys av ulykkesmodellen på figur 3.5. På bakgrunn av diskusjonen kan det konkluderes med at det finnes forbedringsområder for å forbedre sikkerheten i arbeidsmekanismen.

Her er det valgt fire ulike forbedringsområder:

1. Etablere et bedre sikkerhetskurs i hvert nye prosjekt for lære fra tidligere hendelser.
2. Bruk av SJA når man bestiller nye maskiner og etter vedlikehold av maskiner.
3. Lage risikovurderingsskjema og bruke de hver fase av prosjektene.
4. Mer aktiv kunnskapsdeling for å øke risikoforståelse.

SJA er best tilpasset identifisering av farer knyttet til sikkerhetsområdet. Den blir i mindre grad benyttet innen anleggsprosjekter, og baserer seg på deltakernes kunnskap og erfaringer.

Rapporter fra Arbeidstilsynet (2019a) forklarer at det er manglende bruk av SJA i prosjekter i forskjellige bedrifter, og at størst fokus ligger på sikkerhet i deres SHA-planer. Den trenger mer arbeid fra Arbeidstilsynet for sikre at kravene implementeres.

Det er også viktig å si at det må være balanse i vektleggingen mellom sikkerhet og økonomi for ikke å lage mer økonomi press i prosjektene, men dette betyr ikke at det å redusere sikkerheten er tillat.

## 8. Referanser

---

- Allford, L. Bellamy, L. Process safety indicators (2009).
- Arbeidstilsynet (2013). Tilstandsanalyse i bygg og anlegg. Kompass Tema nr. 4. Arbeidstilsynet.
- Arbeidstilsynet (2015). Skader i bygg og anlegg: Utvikling og problemområder. Kompass Tema nr 4 2015. Arbeidstilsynet.
- Arbeidstilsynet (2019a). Arbeids alvorligskade og dødsfall rapporter i Norge.
- Arbeidstilsynet (2019b). Ulykker i bygg og anlegg. *Kompass Tema nr. 1*. Arbeidstilsynet.  
[https://www.arbeidstilsynet.no/globalassets/om-oss/forskning-og-rapporter/kompass-tema-rapporter/2019/kompass-tema-nr-1-2019-ulykker-i-bygg-og-anlegg--rapport--2019-revidert.pdf?\\_t\\_id=6yS01w3IMKrxBgNDPBA0KQ%3D%3D&\\_t\\_uuid=wGsAahORSq2MSBD1XFhFvA&\\_t\\_q=](https://www.arbeidstilsynet.no/globalassets/om-oss/forskning-og-rapporter/kompass-tema-rapporter/2019/kompass-tema-nr-1-2019-ulykker-i-bygg-og-anlegg--rapport--2019-revidert.pdf?_t_id=6yS01w3IMKrxBgNDPBA0KQ%3D%3D&_t_uuid=wGsAahORSq2MSBD1XFhFvA&_t_q=)
- Arbeidstilsynet (2019c). Tilsynsaksjon med farlig gravearbeid – 13 av 222 virksomheter stanset.  
<https://www.arbeidstilsynet.no/nyheter/tilsynsaksjon-med-farlig-gravearbeid--13-av-222-virksomheter-stanset>
- Arbeidstilsynet. Statistikk - arbeidsskadedødsfall. (Hentet: 16. mai 2020).  
<https://www.arbeidstilsynet.no/om-oss/statistikk/arbeidsskadedodsfall/>
- Arbeidstilsynet. HMS i bygg og anlegg.  
<https://www.arbeidstilsynet.no/hms/hms-i-bygg-og-anlegg/> (Hentet: 11. april 2020).
- Arbeidstilsynet. Forskrifter om maskiner. (Hentet: 11. mars 2020).  
<https://www.arbeidstilsynet.no/globalassets/regelverkspdf/forskrift-om-maskiner>
- Arbeidstilsynet. Kontroll og vedlikehold (Forskriften kap.12). (Hentet: 10. mars 2020).  
<https://www.arbeidstilsynet.no/regelverk/forskrifter/forskrift-om-utforelse-av-arbeid/3/12/>
- Arbeidstilsynet. Sikker fremdrift (jf. SHA-plan). (Hentet: 12. mars 2020).  
<https://www.arbeidstilsynet.no/regelverk/forskrifter/byggherreforskriften/2/8/>
- Bird, F. E. J., & Germain, G. L. (1985). Practical Loss Control Leadership. Loganville, Georgia: International Loss Control Institute, Inc.
- Bryman, A. 2015. *Social Research Methods*, Oxford University Press.

- Crabtree, B.F. Miller, W.L. (1991). A qualitative approach to primary care research: The long interview.
- Collin, J. (2002). Measuring the success of building projects.
- Edwards, D., Parn, E.A., Sing, M.C.P. og Thwala, W.D. (2019), Engineering, Construction and Architectural Management, Nr. 3, s. 479-498.
- Edwards, D,J. Holt, G,D. Harris, F,C. (1998). Maintenance Management of Heavy Duty Plant and Equipment.
- Gibson, J.J. (1961). The contribution of experimental psychology to the formulation of the problem of safety – a brief for basic research, in Jacobs, H.H. et al., Behavioural Approaches to Accident Research, New York Association for the aid of crippled children.
- Haddon, W., (1980). The basic strategies for reducing damage from hazards of all kinds. Hazard prevention 16(1), 8-12.
- Harms-Ringdahl, L. (2000). Assessment of safety function.
- Heinrich, H. W. (1931). Industrial Accident Prevention: A scientific approach. New York: McGraw-Hill.
- ISO. 2015. Quality management system.  
ISO 9000:2015. International Organization for Standardization.
- Jacobsen, D. I. og Thorsvik, J. (2013). *Hvordan organisasjoner fungerer*.
- Johnson, W,G. (1980). MORT safety assurance systems. Marcel Dekker, New York
- Kelly, B. Clancy,M. Use a Comprehensive Database to Better Manage Process Safety.
- Kirchsteiger, C. (2004). Summary of seminar on safety investigation of accidents, s. 167-170
- Kirk, J. Miller, M.L. (1986). Reliability and Validity in Qualitative Research.
- Kjellén, U. & Albrechtsen, E. (2017). Prevention of accidents and unwanted occurrences: Theory, methods, and tools in safety management.
- Kjellén, U. (2000). Prevention of accidents through experience feedback.
- Kjellén, Larsson, U. (1981), T. Investigating accidents and reducing risks—A dynamic approach. Journal of occupational accidents, s. 129-140
- Kjellén, U. Hovden, J. (1993). Reducing risks by deviation control.
- Koivo, A,J. Thoma, M. Kocaoglan, E. Andrade-Cetto, J. , (1996)  
Modelling and control of excavator dynamics during digging operation s.10-18

- Kongsvik, T., Schiefloe, P., Hovden, J., Albrechtsen, E., Antonsen, S., Herrera, I. A. (2018) Sikkerhets i arbeidslivet. Kapittel 5, s 79-80. Kapittel 14, s 194- 198, Kapittel 14, s 208-210.
- Leplat, J. (1978). Accident analyses and work analyses. *Journal of Occupational Accidents* s, 331-340.
- Lovdata. Forskrift om maskiner 1.3.3. (Hentet: 10. april 2020).  
<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2009-05-20-544>
- Lovdata. Hoved bedriften (AML § 2-2 annet ledd). (Hentet: 10. mars 2020).  
[https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2005-06-17-62/KAPITTEL\\_2#%C2%A72-2](https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2005-06-17-62/KAPITTEL_2#%C2%A72-2)
- Lovdata. Kontroll og vedlikehold (Forskriften kap.13). (Hentet: 20. April 2020).  
[https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2011-12-06-1357/KAPITTEL\\_3-4#%C2%A713-2](https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2011-12-06-1357/KAPITTEL_3-4#%C2%A713-2)
- Perrow, C. (1984). *Normal Accidents: Living with High-Risk Technologies*.
- Rasmussen, J. (1997). Risk management in a dynamic society: A modelling problem. *Safety Sci.*, 27, 183.
- Rausand, M. (2011). *Risk assessment : theory, methods, and applications*. Statistics in practice.
- Reason, J., (1997). *Managing the Risks of Organizational Accidents*. Ashgate publishing, Surrey.
- Sepeda, A., Kelly, B., Clancy, M. (2006) *Process incident databases*.
- Strauss, A.L., Corbin, J.M. (1990). *Basics of Qualitative Research*.
- Stange, K.C., Zyzanski, S.J. (1989). Integrating qualitative and quantitative research methods s. 448-45.
- Thagaard, T. 1998. *Systematikk og innlevelse*, Fagbokforlaget.
- Underwood, P., Waterson, P. (2014). *Systems thinking, the Swiss Cheese Model accident*
- Utviklingstrekk 2014-2019 og analyse av årsakssammenhenger i fire næringer. Kompass Tema nr. 1 2019 Arbeidstilsynet (2019).
- Veileder for vern mot roterende deler på mobile borerigger (2019).  
[https://www.eba.no/siteassets/dokumenter/veiledere-og-maler/24514-veileder-for-vern-mot-roterende-deler-pa-mobile-borerigger\\_web.pdf](https://www.eba.no/siteassets/dokumenter/veiledere-og-maler/24514-veileder-for-vern-mot-roterende-deler-pa-mobile-borerigger_web.pdf)
- Zhou, Z., Goh, Y.M. and Li, Q. (2015), *Analysis of safety management and construction industry*. s. 337-35.





## 9. Vedlegg A: Intervjuguide

---

Intervjuene utføres som en del av en masteroppgave ved NTNU. Formålet med masteroppgaven er å gjøre en analyse av hvorfor alvorlige ulykker med anleggsmaskiner skjer.

I forkant av intervjuene er 20 alvorlige ulykker med anleggsmaskiner analysert basert på rapporter fra Arbeidstilsynet. Disse rapportene har lite informasjon om bakenforliggende årsaker. Intervjuene skal derfor bidra til større innsikt i mulige bakenforliggende årsaker. Spørsmålene i intervjuene tar utgangspunkt i analysen av disse 20 ulykkene, Siden du ikke vil ha innsikt i disse ulykkene vil jeg at du skal svare på generelt grunnlag.

### Bakgrunn

- Hvor lenge har du jobbet i anleggsbransjen?
- Hvilke arbeidsoppgaver har du i dag?

### Ulykker og uønskede hendelser

- **Menneskelig feil**
  - Analysen viser at det er mange hendelser knyttet til menneskelige feil, hvorfor tror du menneskelige feil er en hyppig direkte årsak til alvorlige ulykker med anleggsmaskiner?
  - Har alle arbeidstaker risikoforståelse og risiko bildet om arbeids med anleggs utstyr?
- **Teknisk feil**
  - Hva er årsakene for teknisk feil?
  - Er vedlikehold for maskiner godt nok?
  - Er kravene til arbeidstilsynet gode nok for å hindre tekniske feil?
  - Kan årsakene være at arbeidstakere ikke har fått god opplæring bruk av anleggs maskiner og utstyr?

- **Personer i fare sone**
  - Hvem ansvar for å ha oversikt på anleggs plassen?
  - Er vurdering for faresoner Inkludert i risikovurdering for anleggs prosjekt?
  - Er det gitt god nok opplæring om å ikke oppholde seg i faresone? Er det gitt god nok opplæring til maskinfører om å følge med i faresone?
  
- **Manglende informasjonsflyt**
  - Mange rapporter fokuserer på manglende informasjonsflyt mellom ledelse og arbeidstaker eller mellom byggherre og entreprenør? Hva tror du om denne situasjon?
  - Dersom hendelsene er identifisert i risikovurderinger – hvorfor er det likevel manglende informasjonsflyt?
  
- **Gravemaskin og bevegelse ulykker**
  - Hva tror du om det, manglende opplæring eller følger de ikke kravene for å bruke utstyr og maskiner?
  - Hvorfor tror du så mange alvorlige ulykker involverer gravemaskin?
  - Flere ulykker skjer fordi det skjer plutselig utslipp av den involverte energien, f.eks. konstruksjonssvikt eller at masser faller ut Hvilke tiltak settes inn for å kontrollere den store energien?
  - Hvorfor tror du det skjer ulykker i tiden mellom selve anleggsarbeidet?
  - Hva mener du bør gjøres for å hindre ulykker med anleggsmaskiner?
  
- **Risikovurdering og opplæring**
  - Hvem har ansvar hvis skjedd endring i HMS plan? Hvem informasjonen?
  - Har alle arbeidstakere fullført maskinspesifikk opplæring før start av arbeid?
  - Hvem har ansvar for å sjekke hvis utstyret trenger spesielt opplæring?
  - Utføres det risikovurdering for nye maskiner eller bestilte maskiner?

**Til slutt:**

- Hva mener du bør gjøres for å få ned antall alvorlige ulykker med anleggsmaskiner?





År	Måned	Gruppe type	Barneskole	Skole	Barneskole	Barneskole	Barneskole	Barneskole	Barneskole	Barneskole	Barneskole	Barneskole	Barneskole	Barneskole	Barneskole	Barneskole	Barneskole
			Skole	Skole	Skole	Skole	Skole	Skole	Skole	Skole	Skole	Skole	Skole	Skole	Skole	Skole	Skole
2019	August	Grupp															
2019	Juli	Luf															
2019	August	Månedskole															
2019	Februar	Grupp															
2019	April	Luf															
2019	Mai	Månedskole															
2017	Desember	Månedskole															
2017	Mai	Grupp															
2017	Januar	Grupp															
2017	September	Grupp															
2017	Juni	Luf															
2017	Mai	Barneskole															
2017	Februar	Grupp															
2016	August	Grupp															
2016	Januar	Luf															
2016	August	Luf															
2016	April	Barneskole															
2016	Mai	Månedskole															
2015	Juni	Barneskole															
2014	Mai	Barneskole															