

Mei Yain Fung
Karina Ness Helle

Sikkerhet i prosjektering i bygg- og anleggsprosjekter

Masteroppgave i Helse, miljø og sikkerhet

Veileder: Eirik Albrechtsen

Juli 2020

Forord

Denne masteroppgaven er skrevet av to studenter ved Institutt for industriell økonomi og teknologiledelse ved Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet. Masteroppgaven er utarbeidet vårsemesteret 2020 som en avsluttende oppgave i masterstudiet i helse, miljø og sikkerhet.

Vi ønsker å rette en takk til vår veileder Eirik Albrechtsen for gode råd, veiledning, lesing av utkast, tid, interesse og engasjement. Spesielt vi vil takke for at du har hjulpet oss til å komme frem til en interessant oppgave, noe som har gjort det siste semesteret lettere og ikke fullt så trist. Takk til damene som sto på og fikset kontakter rundt i bransjen, uten hjelpen hadde det blitt en tynn oppgave. Videre ønsker vi å takke de 18 informantene som har stilt opp til intervju og svart på spørreundersøkelse, på tross av den spesielle pandemitiden. Vi ønsker å rette en litt ekstra stor takk til den ene gruppen som kom med gullkorn etter gullkorn, dere vet hvem dere er.

Avslutningsvis vil vi takke venner og familie som har stilt opp og lagd mat og te på sene korrektur-lesing-kvelder, hjulpet til med lesingen, og gitt nyttige innspill. Sist men ikke minst gis det et kjempetakk til Karina sin samboer, mor og svigerforeldre som tok seg fri når barnehage-tilbudet sviktet, uten dere hadde Mei fått et tungt semester, og Karina et år til i Trondheim.



Mei Yain Fung



Karina Ness Helle

Sammendrag

Bygg- og anleggsnæringen er en av næringene i Norge med flest rapporterte arbeidsulykker og arbeidsskadedødsfall og arbeidstilsynet etterlyser handling. Arbeidsformen i bygg- og anleggsbransjen kjennetegnes ved at det er prosjektbasert. Hvert prosjekt kan ses på som unike med egne mål, tidsrammer og ressurser. Prosjekterende kan være arkitekter og rådgivende ingeniører innen flere fagfelt, og er den aktøren som setter grunnlag for hvordan et bygg eller anlegg skal bygges. Forskning viser til at opp mot 50% av ulykker kan knyttes til prosjektering.

Denne masteroppgaven undersøker det proaktive sikkerhetsarbeidet i prosjekteringsfasen i bygg- og anleggsprosjekter og prosjekterendes rolle i sikkerhetsarbeidet. Fokuset i denne oppgaven er på faktorer i prosjekteringsfasen som kan påvirke sikkerheten i utførende fase, og hvordan prosjekterende forholder seg til arbeidet med å forebygge ulykker. Formålet er å finne ut av hva slags påvirkningskraft prosjekterende har, hvordan valg og beslutninger som tas av prosjekterende kan påvirke sikkerhet i utførende fase og hva som kan gjøres bedre i prosjekteringsfasen.

I forskningsdesignet er det benyttet tre ulike metoder som har hver sine fordeler. En faktorliste er utformet med utgangspunkt i en publisert artikkel som omhandler tema. Denne listen er revidert etter hver endt metode. Først ble det utført en litteraturstudie med hensikt om å samle faktorer som, basert på publisert forskning, antas å påvirke sikkerhetsprestasjon i utførende fase og å undersøke hva andre forskningsmiljøer sier om tematikken. Videre ble det utført en ex post facto studie for å belyse eventuelle nye funn og for å relatere tema til faktiske ulykker. Den siste metoden var en delphi-studie hvor eksperter diskuterte tidligere funn, rangerte dem og foreslo tiltak og forbedringsforslag.

Funnene i denne forskningsstudien tilsier at prosjektering kan påvirke sikkerheten i utførende fase. Undersøkte hendelser i ex post facto studien samsvarer godt med funn i litteraturstudien, som viser en klar sammenheng mellom prosjektering og sikkerhet i byggefasen. De forskjellige aktivitetene i prosjekteringsfasen påvirker sikkerheten i utførende fase på ulike måter. Uønskede hendelser kan skje som følge av tekniske og beregningsfeil eller manglede risikostyring i prosjekteringsfasen. I studien er det identifisert tolv faktorer fordelt på syv hovedtemaer som direkte er koblet til hvordan prosjekterende påvirker og hva som kan gjøres bedre. Hovedtemaene er kompetanse samhandling/samarbeid, organisatorisk erfaring, strategi, infrastruktur, system og regulering. Av disse er det kompetanse og samhandling/-samarbeid som er ansett som viktigst.

Denne studien kan støtte og å gi innsikt i ny kunnskap til forskning innen sentrale tema relatert til sikkerhet i bygg- og anleggsbransjen. Faktorlisten kan brukes til utviklingsarbeid i bedrifter, eller som støtte i utvelgelse av leverandører når sikkerhet brukes som et konkurransekriterium i utvelgelsesprosessen. Fra egen studie er det usikkerhet rundt hvordan faktorene påvirker hverandre og hvilke som bør prioriteres først.

Summary

The Norwegian Labour Inspection Authority calls for action in the Norwegian construction industry due to large amount of reported work accidents and occupational deaths. The industry is characterized by a typical project-based work structure. Each project can be viewed as unique with its own goals, timeframes and resources. Designers can be defined as architects and consultant engineers in a number of disciplines, and they develop the groundwork for the build. Research indicates that up to 50% of accidents can be associated with early project phase and design.

This master thesis explores proactive safety work in the design phase of construction projects and the designer's role in the safety work. The focus of this thesis is on factors in the design phase which can affect the safety in the execution phase, and how designers relate to accident-prevention work. The purpose is to explore the impact designers have, how choices and decisions made by designers can affect safety in execution phase and what can be done better in the design phase.

The research design consists of three different methods, each with their own advantages. A list of factors was composed based on a published article that deals with the topic. This list is revised according to each completed method. First, a literature study was conducted with the intention of gathering factors that, based on published research, are believed to influence safety performance in the executive phase and to investigate what other research implies with regards to the topic. Furthermore, an ex post facto study was conducted to elucidate any new findings and to relate the topic to actual accidents. The last method was a delphi study in which experts discussed previous findings, ranked them and suggested measures and appropriate actions.

The findings in this research study indicate that design can affect safety in execution phase. Findings in investigated events in the ex post facto study correspond well with findings in the literature study and shows a clear connection between design and safety during the construction phase. Different activities in the design phase affect safety in the execution phase in various ways. An incident can occur as a result of technical or calculation errors or lack of risk management in design phase. Twelve factors divided into seven main categories are identified in this study. The factors are directly linked to the designer's influence and what can be done better. The main categories are competence, interaction/collaboration, organizational experience, strategy, infrastructure, system and regulation. Of the main categories, competence and interaction/collaboration are considered most important.

This study can support and provide insights into new knowledge relevant for research regarding issues related to safety in the Norwegian construction industry. The list of factors can be used for organizational development purposes, or as support in supplier selection processes when safety is used as a competitive criterion. There is uncertainty associated with the influence the factors have on each other, and which to prioritize.

Forkortelser

AML = Arbeidsmiljøloven

BA = Bygg og anlegg

CAD = Computer-aided design

HAZID = Hazard identification

HMS = Helse miljø og sikkerhet

ISO = International Organization for Standardization

JRM = Joint risk management

NS = Norsk standard

NTNU = Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet

ROS = Risiko og sårbarhet

SHA = Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø

SIBA = Sikkerhetsstyring i bygg- og anleggsbransjen

SiD = Safety in design

SINTEF = Stiftelsen for industriell og teknisk forskning

SJA = Sikker jobb analyse

SSB = Statistisk sentralbyrå

OPS = Offentlig-privat samarbeid

Begrepsforklaring

Hendelse (engelsk: incident) = En ikke planlagt og uforutsett hendelse som vil eller vil ikke føre til skade på en eller flere verdier (Rausand, 2011).

Ulykke = En plutselig/akutt, uønsket og ikke-planlagt hendelse eller en hendelsessekvens, som fører til tap av menneskelig liv eller skade på helse, miljø eller andre verdier (Rausand, 2011).

Risiko = Risiko er forventet tap, usikkerhet om utfall, handling og hendelser, hva som kan gå galt, hvilken sannsynlighet det har og hvor store konsekvenser det kan ha (Rausand, 2011).

Sikkerhet = Handler om trygghet mot farer som kan true noe som mennesker verdsetter. I arbeidsoperasjoner kan sikkerhet knyttes til to perspektiver; fravær av risiko og nærvær av spesielle organisatoriske egenskaper (Kongsvik et al., 2018).

Risikostyring = En kontinuerlig styringsprosess med mål å identifisere, analysere og vurdere potensielle farer i et system eller relatert til en aktivitet, og å identifisere og innføre risikokontrolltiltak for å eliminere eller redusere potensielle skader på mennesker, miljø eller andre verdier Rausand (2011).

Sikkerhetstyring = En kontinuerlig styringsprosess for å innhente informasjon om sikkerhetsnivået i en virksomhet, og å bruke denne informasjonen til å sette inn tiltak dersom det er nødvendig (Kongsvik et al., 2018).

Risikoregister = Register med identifisert risiko som følger det aktuelle prosjektet.

Prosjektspesifikk risikoforhold = Risikoforhold som er særegen for det aktuelle prosjektet, og som skal identifiseres og følges opp av byggherre.

Gjentakende kjent risikoforhold = Risikoforhold som er kjente for arbeidsoperasjoner og prosesser, og som skal følges opp av entreprenøren.

Proaktiv = Forutseende tilnærming.

NVivo = Et program for analyse av kvalitativ data.

Innhold

Forord	i
Sammendrag	ii
Summary	iii
1 Introduksjon	1
1.1 Formål og problemstilling	2
1.2 Avgrensing	2
1.3 Rapportens struktur	3
2 Bakgrunn	4
2.1 Risikobildet i bygg og anlegg	4
2.2 Bygg- og anleggsbransjen	5
2.2.1 Aktørene	5
2.3 Risikostyring og fasene i bygg- og anleggsprosjekter	6
2.4 Entrepriseform	8
2.5 Prosjekteringsprosessen og prosjekterendes arbeid	9
2.5.1 Arbeidsmåte og organisering	9
2.5.2 Arbeidsoppgaver	10
2.5.3 Risikostyring	10
2.6 Lovgivning	11
2.6.1 Arbeidsmiljøloven	11
2.6.2 Internkontrollforskriften	11
2.6.3 Byggherreforskriften	12
3 Teori	13
3.1 Proaktiv sikkerhetsstyring og sikkerhet gjennom prosjektering	13
3.2 Manu et al. (2019) sine teoretiske attributter	14
3.3 Wicked problems	15
3.4 Sikkerhetsteorier	16
3.4.1 Energi- og barrieresperspektivet	16
3.4.2 Informasjonsperspektivet	18
3.4.3 Målkonflikt	19
4 Metode	21
4.1 Forskningsdesign	21
4.2 Litteraturstudie	25
4.2.1 Framgangsmåte	25
4.2.2 Organisering og behandling av søketreff	26
4.2.3 Kvalitetsikring	26
4.2.4 Styrker og svakheter	27
4.2.5 utfordringer	28

4.3	Ex post facto studie	29
4.3.1	Fremgangsmåte	29
4.3.2	Kvalitetsikring	33
4.3.3	Styrker, svakheter og utfordringer	33
4.4	Delphi-studie	34
4.4.1	Fremgangsmåte	34
4.4.2	Kvalitetssikring	36
4.4.3	Styrker og svakheter	37
4.4.4	Utfordringer	37
4.5	Metodiske betraktninger	38
4.5.1	Verifisering - reliabilitet og validitet	38
5	Resultat og analyse	40
5.1	Litteraturstudie	40
5.1.1	Kompetanse	41
5.1.2	Samhandling og samarbeid	44
5.1.3	Organisatorisk erfaring	45
5.1.4	Strategi	46
5.1.5	Infrastruktur	46
5.1.6	System	48
5.1.7	Regulering	49
5.1.8	Oppdatering av faktorliste etter endt litteraturstudie	50
5.2	Ex post facto studie	51
5.2.1	Kvalitativ empiri	51
5.2.2	Kvantitativ empiri	58
5.2.3	Oppdatering av faktorliste etter endt ex post facto studie	61
5.3	Delphi-studie	62
5.3.1	Kvantitativ empiri	62
5.3.2	Kvalitativ empiri	67
5.3.3	Forbedringspunkter	74
5.3.4	Endringer i faktorliste etter endt delphi-studien	74
5.4	Oppsummering	76
5.4.1	Ulikt fokus på hovedtema	76
5.4.2	Faktorene som går igjen	77
5.4.3	Kompleksitet	78
5.4.4	Ferdigrevidert faktorliste med forbedringsforslag	80
6	Diskusjon	82
6.1	Wicked problem	82
6.2	Byggherrens påvirkningskraft	85
6.3	Målkonflikt	87
6.4	Prosjekterende sitt bidrag (les.Samfunnsansvar)	88
6.5	Faktorene og Heinzberg	89

7 Konklusjon	91
7.1 Bidrag til eksisterende forskning og problemløsning i bransjen	93
7.2 Videre arbeid	94
Referanser	95
A Vedlegg: Søkeprotokoll	I
B Vedlegg: Informasjonsskriv	II
C Vedlegg: Intervjuguide - Ex post facto studie	VI
D Vedlegg: Spørreskjema - Ex post facto studie	VII
E Vedlegg: Intervjuguide - Delphi-studie	XI
F Vedlegg: Spørreskjema - Delphi-studie studie	XIII

Figurer

1	Antall arbeidsskadedødsfall i perioden 2012-2018 i forbindelse med bygg- og anleggsprosjekter. Unntaksvis ett dødsfall i hvert av årene 2012, 2014, 2016 og 2018, som ikke skjedde i forbindelse med bygg- og anleggsprosjekter (Arbeidstilsynet, 2019)	4
2	Fasemodell for bygg- og anleggsprosjekter, modifisert fra Albrechtsen et al. (2015)	7
3	Energi- og barrieremodell, modifisert fra Haddon (1980).	17
4	Informasjonspespektivets forklaring av ulykkesprosessen, modifisert av Kongsvik et al. (2018)	18
5	Rasmussens migrasjonsmodell, modifisert fra Rasmussen (1997)	19
6	Kostnad av endring over tid (Institute and Institute, 2008)	20
7	Forskningsdesign	22
8	Samsvar i funn	23
9	Fordeler og utfordringer ved de ulike metodene.	23
10	Steg i litteraturstudie-prosessen	25
11	Ex post facto studie arbeidsprosess	29
12	Delphi-metoden forklart av Sager and Samset (2019)	34
13	Prosessen for delphi-metode inspirert studie	35
14	Gjennomsnittsverdi av svar på spørsmål om hvor sannsynlig faktorene har påvirket hendelsene.	59
15	Faktorer som er sannsynlig eller svært sannsynlig at har påvirket en hendelse	59
16	Faktorens relevans på generell basis med kriteriet	60
17	Aritmetisk gjennomsnitt basert på rangering av hovedtema av informantene i ex post facto studien.	60
18	Gjennomsnittsverdi av svar på spørsmål om hvor sannsynlig det er at de aktuelle faktorene påvirker proaktivt sikkerhetsarbeid i prosjekteringsfasen positivt	63
19	Sammenstilling av faktorene sin relevans, grad av utførelse og antatt forbedringspotensial	64
20	Aritmetisk gjennomsnitt basert på rangering av hovedtema	64
21	Fordeling av svar på spørsmål om å rangere viktigheten av hovedtema tema .	65
22	Faktorens relevans med kriteriet for konklusjon	66
23	Triangulering	78
24	Koblinger innen tema	79
25	Strategier for å løse wicked problems (Roberts, 2000)	84

Tabeller

1	Faktorlisten som danner utgangspunktet for denne studien.	15
2	Haddons ti strategier for ulykkesforebygging, modifisert etter Haddon (1980).	17
3	Årsaker til brudd i informasjonsflyt	18
4	Forskningsmetoder	21
5	Søketreff	26
6	Bias i litteraturstudieprosessen	27
7	Hendelser og informanter	30
8	Deltakere i delphi-studie	35
9	Frekvens av de ulike temaene	40
10	Fargekodingen som tilhører oppdateringen av faktorlisten	50
11	Som resultat av litteraturstudien ble følgende endringer gjort på faktorlisten	50
12	Frekvens av de ulike temaene	51
13	Fargekodingen som tilhører oppdateringen av faktorlisten	61
14	Som resultat av ex post facto studie ble følgende endringer gjort på faktorlisten	61
15	Gruppering av faktorer som faller under kriteriet	66
16	Fargekodingen som tilhører oppdateringen av faktorlisten	74
17	Som resultat av Delphi-studien ble følgende endringer gjort på faktorlisten	75
18	Rangering av topp tre i de ulike metodene	76
19	Topp 10 faktorer basert på funn fra de ulike metodene	77
20	Forbedringsforslag organisert etter tema og faktor	81
21	Rittel and Webber (1973) sine karakteristikker sett opp mot prosjekterende	82
22	Gruppering av faktorene	90

1 Introduksjon

Bygg- og anleggsnæringen er en av næringene i Norge med flest rapporterte arbeidsulykker og arbeidsskadedødsfall. Offisielle tall og statistikker viser en nedgående tendens i antall registrerte arbeidsulykker med ikke dødelige-skader og arbeidsskadedødsfall i næringen bygge- og anleggsvirksomhet, men skaderisikoen i næringen ligger fortsatt noe over landsgjennomsnittet (Arbeidstilsynet, 2019). I et bygg- og anleggsprosjekt (BA-prosjekt) har alle involverte aktører ansvar for å kartlegge, håndtere og sette inn tiltak for risiko de bringer inn i prosjektet (Byggherreforskriften, 2010). Prosjekterende har imidlertid i tidligere forskningsstudier fremhevet som en aktør med signifikant påvirkningskraft for sikkerheten i utførende fase, men som tradisjonelt har hatt lite fokus på sikkerhet i prosjektering (Fung and Helle, 2019).

Prosjekterende aktører kan være arkitekter eller rådgivende ingeniører innen flere fagområder. I Byggherreforskriften (2010) defineres prosjekterende som en fysisk eller juridisk person som tegner, beregner, planlegger eller beskriver hele eller deler av et bygg eller anlegg. Prosjekterende aktører anerkjennes i flere forskningsmiljøer som en viktig rolle innen risikostyring, men det varierer imidlertid hvor stor påvirkningskraft de har på sikkerhetsprestasjonen (Fung and Helle, 2019). I følge Reason (1990) kan faktorer med negative innvirkninger på utførende fase oppstå i den konseptuelle prosjekteringsfasen. Empiri fra flere forskningsstudier som legges frem av Lingard and Rowlinson (2004), Mahamadu et al. (2017) og Lingard and Wakefield (2019), knytter prosjektering som en påvirkende faktor til ulykker i utførende fase. I en stor rapportgjennomgang av arbeidsulykker i bygg- og anleggsbransjen i USA, fant Behm (2005) prosjektering som en årsaksfaktor i 42% av de gjennomgatte dødsulykkene. Han konkluderte med at prosjektering kan ha en positiv innvirkning på sikkerheten til byggearbeiderne, og at prosjekterende kan redusere risikoen i alle typer BA-prosjekter. Dette ble senere støttet av Gambatese et al. (2008), hvor flere eksperter fra bygg- og anleggsbransjen validerte Behm (2005) sitt funn av betydelig kobling mellom prosjektering og arbeidsulykker. I en lignende gjennomgang i Australia viser Driscoll et al. (2008) at 44% av arbeidsulykkene kan knyttes til prosjektering.

Et konsept som har fått oppmerksomhet som følge av potensialet til aktører i prosjekteringsfasen er konseptet *sikkerhet gjennom prosjektering*, på engelsk *safety in design* (SiD). Konseptet forklares på ulike måter i litteraturen, men alle sier noe om hvordan implementering av og økt fokus på sikkerhet gjennom prosjektering kan redusere risikoen i produksjonen. Bourke (2012) forklarer konseptet som integrering av kontrolltiltak tidlig i prosjekteringsprosessen for å eliminere eller minimere risikoen for helse og sikkerhet gjennom hele objektets levetid. Konseptet skal i følge Mahamadu et al. (2017) sørge for at prosjekterende vurderer nøye hvordan deres avgjørelser påvirker sikkerheten til byggearbeiderne. Selv om konseptet blir sett på som en effektiv tilnærming for å redusere sikkerhetsproblemer i utførende fase, tar imidlertid prosjektering ikke alltid eksplisitt hensyn til byggearbeidernes helse og sikkerhet (Karakhan and Gambatese, 2017b). Manglede kompetanse om produksjon, drift og sikkerhet hos prosjekterende aktører, manglede metoder og verktøy i prosjekteringsfasen og komplekse prosjektorganisasjoner, er blant de utfordringene for implementering av sikkerhet gjennom prosjektering som trekkes frem i flere studier (Fung and Helle, 2019).

1.1 Formål og problemstilling

Tidligere litteratur indikerer at økt fokus på sikkerhet i prosjektering kan redusere risiko i utførende fase, men det finnes flere utfordringer og årsaker som hindrer gode sikkerhetsaktiviteter i prosjekteringsfasen. Det er derfor interessant å se nærmere på hvordan prosjekterende aktører forholder seg til byggarbeidernes sikkerhet og helse, og hvordan sikkerhet gjennom prosjektering kan implementeres i BA-prosjekter. Hensikten med oppgaven er å undersøke hvilke risikoreducerende metoder og aktiviteter som gjøres i prosjekteringsfasen i dag, hvordan bransjen kan løse utfordringene for implementering av sikkerhet gjennom prosjektering i BA-prosjekter og den faktiske risikoen som reduseres gjennom valg som tas av arkitekter og rådgivende ingeniører.

Med utgangspunkt i beskrevet formål ble følgende problemstilling formulert:

Hva er prosjekterendes viktigste bidrag til risikostyring i BA-prosjekter?

For å legge til rette for en systematisk tilnærming for å svare på problemstillingen, er det formulert følgende tre forskningsspørsmål som bryter ned problemstillingen i mindre og mer håndgripelige deler:

- *Hva slags påvirkningskraft har prosjekterende på sikkerheten i BA-prosjekter?*
- *Hvordan påvirker aktivitetene i prosjekteringsfasen sikkerheten i utførende fase?*
- *Hva kan gjøres bedre i prosjekteringsfasen for å øke sikkerhetsprestasjonen i prosjekter?*

Målet med denne studien er å bidra med bedre innsikt og forståelse for prosjekterende sin rolle, ansvar og påvirkningskraft i sikkerhetsarbeidet i BA-prosjekter. Det har blitt gjort en litteraturstudie, som har gitt innsikt i funn fra flere forskningsmiljøer. Gjennom førstehåndsinformasjon fra hendelser i BA-prosjekter og ekspertgruppe, har datagrunnlaget både dybde og bredde i hvordan situasjonen er i dag og synspunkter fra flere aktører i bransjen. Funnene i denne studien kan også benyttes til å finne årsaksforhold til hendelser og arbeidsulykker samt forbedringspotensial i bygg- og anleggsbransjen.

1.2 Avgrensning

For å begrense oppgavens omfang og for å holde innenfor tidsrammen, fokuserer oppgaven på prosjekterendes rolle og i hovedsak sikkerhetsaktiviteter i prosjekteringsfasen i BA-prosjekter. Oppgaven ser dermed bort i fra byggherrens påvirkningskraft og sikkerhetsaktiviteter i prosjektutviklingsfasen og i utførende fase, samt forvalting-, drift- og vedlikeholdsfasen. Selv om valg av entreprisform og kontraheringsmåte påvirker hvordan et BA-prosjekt organiseres er det valgt å se bort ifra det, da dette er innenfor byggherrens ansvarsområde.

Oppgaven avgrenses til å se på bygg- og anleggsbransjen i Norge og tar bare for seg risiko relatert til byggarbeidernes liv og helse i tidlig prosjektfase, med andre ord proaktiv sikkerhetsstyring. Dette er hensiktsmessig da informantene er fra Norge, og rammebetingelser kan variere på tvers av landegrenser og funn er ikke nødvendigvis overførbare.

1.3 Rapportens struktur

Denne masteroppgaven er delt inn i sju kapitler. Kapittel to og tre danner grunnlag for oppgavens tema, analyse og diskusjon. Metodene beskrives i kapittel fire før resultatene og analysen presenteres i kapittel fem og diskusjon i kapittel seks. Avslutningsvis legges konklusjon frem i kapittel sju. Følgende er en oversikt og kort beskrivelse av alle kapitlene.

Kapittel 2 Bakgrunn: Tar for seg BA-bransjen, aktørene i bygg og anlegg, hvordan BA-prosjekter organiseres og utdyper problemstillingens relevans.

Kapittel 3 Teori: Gir leseren kunnskap om relevante sikkerhetsteorier, rammeverk og teorier knyttet til utfordringer og fordeler. Teori og rammeverk brukes videre i fremstilling av empiri, analyse og diskusjon.

Kapittel 4 Metode: Beskriver hvordan forskningsstudien er utført. Tar for seg tre hovedmetoder som ble brukt for å samle datamaterialene.

Kapittel 5 Resultat og analyse: De viktigste funnene fra datainnsamlingen presenteres og analyseres.

Kapittel 6 Diskusjon: Hovedtrekkene fra funnene og analysen drøftes og diskuteres sammen med erfaringer fra BA-bransjen og teorier.

Kapittel 7 Konklusjon: Oppgavens konklusjon presenteres og problemstillingen og tilhørende forskningsspørsmål besvares.

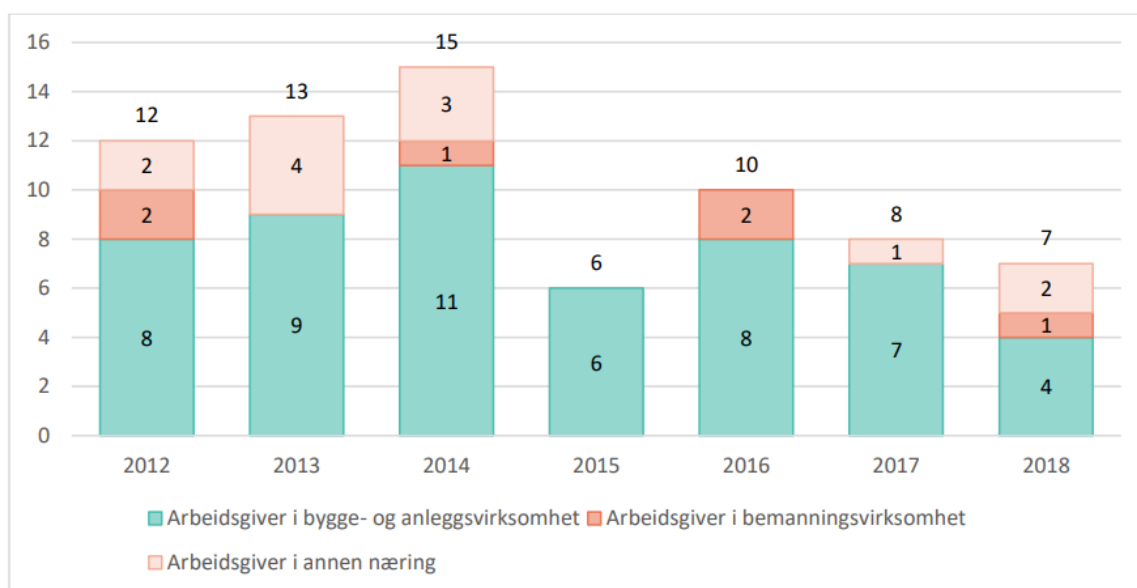
Til slutt oppgis referanser og vedlegger.

2 Bakgrunn

Dette kapittelet gir et utgangspunkt for oppgaven og utdyper problemstillingens relevans for fagområdet. Det skal gi leseren et innblikk i hvordan bygg- og anleggsnæringen opereres, hvilken funksjoner som er involvert, hvilken utfordringen næringen står ovenfor og prosjekterendes rolle i sikkerhetsarbeidet, samt lovverk de ulike aktørene må forholde seg til relatert til sikkerhet i bygg- og anleggsprosjekter (BA-prosjekter).

2.1 Risikobildet i bygg og anlegg

Bygg- og anleggsbransjen har vært mye utsatt for arbeidsulykker. Selv om antall arbeidsskadedødsfall i bygg og anlegg har vært nedgående er risiko for arbeidsskadedødsfall- og skader fortsatt høy i bransjen (Arbeidstilsynet, 2019). Arbeidstakere som utfører arbeid i BA-prosjekter har i hovedsak en arbeidsgiver som er registrert i næringen bygge- og anleggsvirksomhet. Næringen har historisk sett flest arbeidsskadedødsfall per år og næringen med den fjerde høyeste frekvensen av arbeidsskadedødsfall (antall arbeidsskadedødsfall per sysselsatt) i perioden 2012-2017 (Arbeidstilsynet, 2019). Figur 1 viser antall arbeidsskadedødsfall i forbindelse med BA-prosjekter. I 2018 var det registrert 2670 ikke-dødelige arbeidsskader og kun fire arbeidsskadedødsfall i næringen bygge- og anleggsvirksomhet. Dette er det laveste antall arbeidsskadedødsfall på 10 år, men i 2019 viser statistikken imidlertid en negativ utvikling med 10 arbeidsskadedødsfall i forbindelse med BA-prosjekter. (Arbeidstilsynet, 2020).



Figur 1: Antall arbeidsskadedødsfall i perioden 2012-2018 i forbindelse med bygg- og anleggsprosjekter. Unntaksvis ett dødsfall i hvert av årene 2012, 2014, 2016 og 2018, som ikke skjedde i forbindelse med bygg- og anleggsprosjekter (Arbeidstilsynet, 2019)

Arbeidstilsynet (2019) og Folkehelseinstituttet (2019) viser i tillegg til underrapporteringer av ulykker med alvorlige skader til Arbeidstilsynet og arbeidsskader som meldes til NAV, noe

som indikerer at det reelle antall arbeidsulykker kan være høyere enn det som legges frem i offisielle statistikker for arbeidsskadedødsfall- og skader. Statistikkene er dermed ikke helt komplett, men kan likevel brukes som en indikator for sikkerheten i næringen. Det presiseres i rapporten til Arbeidstilsynet (2019) at det fortsatt finnes mange utfordringer i bygg- og anleggsbransjen, og det er behov for innsats for å forebygge ulykker og skader.

2.2 Bygg- og anleggsbransjen

Arbeidsformen i bygg- og anleggsbransjen kjennetegnes ved at det er prosjektbasert (Lingard and Wakefield, 2019). Hvert prosjekt kan ses på som unike med egne mål, tidsrammer og ressurser (Ekström et al., 2019; Emuze and Julian Smallwood, 2014; Li et al., 2015; Lingard and Rowlinson, 2004). BA-prosjekter involverer ofte flere aktører som har ulike roller og ansvar, og som jobber i ulike deler av prosjektet (Arbeidstilsynet, 2013; Lingard and Rowlinson, 2004). Det er mange små bedrifter i bransjen og behovet for arbeidskraft svinger i takt med konjunktorene. Virksomhetene er dermed avhengig av fleksibel tilgang på arbeidskraft (Arbeidstilsynet, 2013). Bransjen kjennetegnes også av kompleksitet, utstrakt bruk av underentreprenører og praksis med anbudskonkurranser (Arbeidstilsynet, 2013; Bygg21, 2015; Lingard and Rowlinson, 2004; Lingard and Wakefield, 2019).

De strukturelle trekkene har ført til at bygg- og anleggsbransjen er preget av fragmentering, forandring, uforutsigbarhet og økt konkurranse mellom virksomhetene (Manu et al., 2019; Poghosyan et al., 2018; Guo et al., 2015; Li et al., 2015; Tabish and Jha, 2015; Lingard and Rowlinson, 2004). Omfanget av bruk av underentreprenører har ført til komplekse prosjektorganisasjoner med flere ansvarspunkter, så vel som vanskeligheter med kommunikasjon på tvers av virksomheter og nivåer (Lingard and Rowlinson, 2004; Osipova and Eriksson, 2009). Det finnes ingen beste praksis å gjennomføre et BA-prosjekt på, og det varierer hvilke type strategi aktørene velger å bruke for prosjektene og hvordan aktørene beskriver byggeprosessen (Bygg21, 2015; Lingard and Rowlinson, 2004). Bygg- og anleggsbransjen har imidlertid god oversikt over helheten og viktige sammenhenger, men de strukturelle trekkene gjør at det er utfordrende å drive et godt systematisk HMS-arbeid (Arbeidstilsynet, 2013).

2.2.1 Aktørene

Aktørene kommer inn i BA-prosjekter for å utføre sine spesifiserte arbeidsoppgaver (Arbeidstilsynet, 2013). Alle prosjektorganisasjoner består av forskjellige interessenter og deltakere. Noen av aktørene som Lingard and Rowlinson (2004) nevner er blant annet; byggherre, hovedentreprenør og underentreprenør, leverandør, arkitekt, prosjektledere og konsulenter innen flere fagfelt. I flere forskningsmiljøer og litteraturer om sikkerhet i BA-prosjekter og lovverk, er det spesielt tre aktører som nevnes; byggherre, prosjekterende og entreprenør. Disse aktørene har spesielt ansvar for risikostyring og har signifikant påvirkningskraft for sikkerheten i BA-prosjekter, og blir videre beskrevet og omtalt i rapporten. Når aktørene kommer inn og hvilke oppgaver, rolle og ansvar de har i prosjektet er avhengig av entreprisform og kontraheringsmåte. Dette blir mer omtalt i kapittel 2.4 om de forskjellige entreprisformene i bransjen.

Byggherre

Byggherren er prosjekteieren og som oftest sitter igjen med eierskapet av det ferdige bygget eller anlegget. I Byggherreforskriften (2010) defineres en byggherre “*som en aktør som får utført et bygge- eller anleggsarbeid*”. Byggherren er den aktøren som setter i gang og finansierer et bygge- eller anleggsprosjekt.

Prosjekterende

I Byggherreforskriften (2010) defineres en prosjekterende som en aktør som utvikler tegninger og beskrivelser og gjør beregninger for det nye bygget eller anlegget. Prosjekterende er den aktøren som setter grunnlag for hvordan et bygg eller anlegg skal bygges. Prosjekterende kan være arkitekter og rådgivende ingeniører innen forskjellige fagfelt, for eksempel innen akustikk, bygg, brann, elektro, rør, ventilasjon osv.

Entreprenør

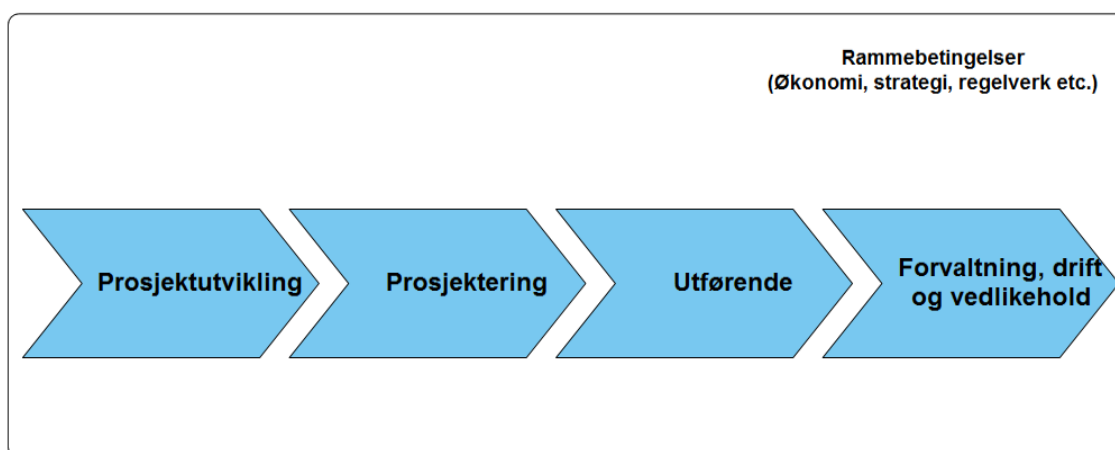
Entreprenøren er den aktøren som utfører selve byggearbeidene og installasjonene. Det skiller mellom hovedentreprenør og underentreprenør. Hovedentreprenøren har ansvaret for vesentlig del av utførelsen av alle bygningsmessige arbeider og koordineringen på byggeplassen (Dolven, 2009), men kan velge å bruke andre entreprenører til å utføre deler av bygge- og/eller installasjonsarbeidet. En entreprenør som utfører en del av arbeidet til hovedentreprenøren, kalles for underentreprenører (Thue, 2019).

2.3 Risikostyring og fasene i bygg- og anleggsprosjekter

Det finnes ingen felles standard eller rammeverk som brukes av alle aktører. Det finnes derfor mange forskjellige måter på å beskrive hvordan et BA-prosjekt er bygd opp, men i alle prosjekter finner en de samme essensielle prosesser og aktiviteter. For å beskrive fasene og stegene i et BA-prosjekt tas det utgangspunkt i rammeverket *Neste Steg* av Bygg21 (2015), som er et samarbeid mellom bygge- og eiendomsnæringen og statlige myndigheter, og fasemodellen av Albrechtsen et al. (2015). Figur 2 viser hvordan BA-prosjekter kan deles inn i fire ulike faser.

Sikkerheten skal ivaretas gjennom hele prosjektets livsløp. Dette er et krav for alle involverte aktører i byggherreforskriften og internkontrollforskriften som omtales i kapittel 2.6. Mange av de sikkerhetsaktivitetene som utføres i de ulike fasene er dermed lovpålagt, men i praksis er det ulike måter på å gjennomføre risikostyring. Et sentralt prinsipp som beskrives i lovverket er dermed at gjennom sine valg skal alle aktører ta ansvar, vurdere og håndtere sin egen risikopåvirkning.

Sikkerhetstilstanden i fasene kan også påvirkes av rammebetingelser, som ifølge Rosness et al. (2009) er “*forhold som påvirker de praktiske muligheter en organisasjon, organisasjonsenhet, gruppe eller individ har til å holde storulykker og arbeidsmiljørisiko under kontroll*”. I bygg og anlegg kan disse rammebetingelsene blant annet være dynamiske og kompliserte prosjektorganisering, globalisering av arbeidsmarkedet, reguleringer og teknologiutvikling (Albrechtsen et al., 2015).



Figur 2: Fasemodell for bygg- og anleggsprosjekter, modifisert fra Albrechtsen et al. (2015)

Prosjektutvikling

I den første fasen iverksettes prosjektet av byggherren. Her gjøres forarbeidet og det dannes grunnlag for prosjektet. Byggherren involverer ofte profesjonelle prosjekterende i prosjektutviklingen, og fasen kalles gjerne for planleggingsfasen eller analysefasen. I prosjektutviklingen skal behov og rammebetingelser identifiseres, det lages strategier, konsepter og overordnede mål og rammer for tiltak, det avdekkes om tiltak er gjennomførbart og det avgjøres hvilken prinsipløsning som er mest hensiktsmessig. (Bygg21, 2015; Albrechtsen et al., 2015) Risiko i prosjektet skal på best mulig måte identifiseres i tidlig fase. De prosjektspesifikke farekildene skal i tillegg kontrolleres gjennom byggherrens sikkerhet-, helse- og arbeidsmiljøplan (SHA-plan). De mest sentrale sikkerhetsaktivitetene i denne fasen innebærer; 1) risikovurdering i mulighetsstudier, som inkluderer ulykkesrisiko i utførende fase, 2) identifisere risikodrivere, for å belyse prosjektspesifikke forhold som påvirker risikoen ved prosjektet 3) og gjennomføre risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS-analyse), som kan legge gode føringer til beslutninger som ivaretar sikkerheten i byggearbeidet. (Albrechtsen et al., 2016).

Prosjektering

I prosjekteringsfasen dannes det grunnlag for hvordan et bygg eller anlegg skal bygges. Arkitekter og/eller rådgivere gjør som oftest prosjekteringen, med bistand fra tekniske rådgivere om det er behov. Valgt konsept bearbeides i denne fasen, det lages tegninger og beskrivelser, og det utvikles detaljerte og realistiske tekniske løsninger, strategier og planer for tiltak. Arbeidsgrunnlaget skal gjennom prosjekteringsfasen være kvalitetssikret, og utarbeidet tegninger, plan og beskrivelser som skal legge grunnlag for riktig utførelse av byggearbeidet. (Bygg21, 2015; Albrechtsen et al., 2015) De mest sentrale sikkerhetsaktivitetene i denne fasen er; 1) byggherrens risikovurdering av utførende fase og oppdatering og/eller etablering av risikoregister, 2) prosjekterendes risikovurdering innenfor rammene av deres arbeid, 3) utarbeidelse av SHA-plan, 4) styring av ulykkesrisiko i tilbudsgrunnlag/kontrakt, og 5) strategi for sikkerhetsstyring i prosjektet. (Albrechtsen et al., 2016)

Utførende

Selve byggearbeidet starter i denne fasen, og prosjektplanen som er formet i prosjekteringsfasen følges gjennom hele arbeidsprosessen. I starten av produksjonen gjennomføres gjerne aktiviteter som kontakt med myndigheter, kontrahering av eventuelle medhjelpere, opplæring og trening av involverte aktører og oppfølging av HMS milepæler, plan og organisering i bygg- eller anleggsområdet. Ved slutten av produksjonen gjennomføres det testing og sikring av riktige innstillinger og kvalitet, før overlevering av det nye bygget eller anlegget til den endelige brukeren. (Bygg21, 2015; Albrechtsen et al., 2015) Det er i produksjonen eventuelle ulykker kan skje. I utførende fase gjennomføres det operative sikkerhetsarbeidet. De mest sentrale aktivitetene her er; 1) oppfølging av SHA-plan, 2) integrere entreprenørens/leverandørens risikovurderinger i møte- og planstrukturen, 3) gjennomføre sikker-jobb-analyse (SJA), og 4) oppdatere risikoregister. (Albrechtsen et al., 2016)

Forvaltning, drift og vedlikehold

I denne fasen gjøres de siste arbeidene og det ferdige bygget eller anlegget skal godkjennes for bruk, en avgjørelse som byggherren er ansvarlig for. Her skal en komplett dokumentasjon av bygget eller anlegget være på plass, og det skal sikres god teknisk og økonomisk drift som møter behovene til bruker. (Bygg21, 2015; Albrechtsen et al., 2015)

2.4 Entrepriseform

Byggherren skal i prosjekteringsfasen velge kontraheringsmåte, kontrakttype og entrepriseform (gjennomføringsmodell) (Albrechtsen et al., 2015). Dette er et viktig valg da det legger grunnlag for hvordan prosjektet organiseres, hvor mye de ulike aktørene involveres i de ulike prosjektfasene og hvilken kontrakttype som benyttes. Direktoratet for byggkvalitet og Digitaliseringsdirektoratet sine fagsider om offentlige anskaffelser omtaler fire hovedentreprisereformer (Direktoratet for byggkvalitet, 2019; Difi, 2019):

- **Utførelsesentreprise:** Prosjekteringen gjøres av byggherren eller innleide arkitekter og/eller konsulenter. Entreprenøren bygger etter beskrivelse fra byggherren.
- **Totalentreprise:** Entreprenøren gjør byggearbeidet og prosjekteringen så mye som det omfatter i kontrakten.
- **Samspillsentreprise** (samarbeidsentreprise): De ulike aktørene samarbeider i tidlig fase. Prosjekterende og entreprenør/utførende planlegger og utvikler prosjektet sammen.
- **Offentlig-privat samarbeid (OPS):** Samarbeid mellom offentlig- og privat sektor, men den private sektoren har mest ansvar for utvikling og/eller drift av prosjektet.

Utførelsesentreprise og totalentreprise er to tradisjonelle hovedformene. Samspillsentrepriser og offentlig-privat samarbeid er forholdsvis nye entreprisereformer og er under utvikling. Direktoratet for byggkvalitet (2019) deler også entreprisene inn etter organisering av kontraktsarbeidet:

- **Delte entrepriser:** Forskjellige deler av byggearbeidet utføres av flere sidestilte entreprenører (sideentreprenører) som byggherren gjør avtaler med.
- **Hovedentreprise:** En entreprenør blir hovedentreprenør og har ansvar for utførelsen av alle bygningsmessige arbeider, koordinering på byggeplass og fremdriftskontroll av sideentreprenørene, som i separate entrepriser utfører installasjonsteknisk arbeid.
- **Generalentreprise:** Alle bygningsmessige arbeider utføres av én entreprenør.

2.5 Prosjekteringsprosessen og prosjekterendes arbeid

Prosjektering er et begrep som ofte brukes i Norge i forbindelse med utforming av bygg- og anleggsværk, og er en fellesbetegnelse for det arbeidet arkitekter og rådgivende ingeniører gjør. På engelsk brukes begrepet “to design” om å prosjektere. Formålet med prosjektering er å legge grunnlag for hvordan det ferdige bygget eller anlegget skal se ut. (Westgaard et al., 2010) Hvem som utfører prosjekteringen er avhengig av byggherrens valg av entrepriseform. Som beskrevet i kapittel 2.4 om entrepriseformer, så kan prosjekteringen gjennomføres av byggherren, entreprenøren og/eller arkitekter og rådgivende ingeniører som byggherren eller entreprenøren leier inn.

Prosjekteringsomfanget er avhengig av flere forhold som kompleksitet, prosjekteringsmodell, organisering eller ledelse av tiltak, byggesystem og kompetanse hos de utførende foretakene, og gjennom hele prosjekteringsprosessen skal alle krav i plan- og bygningsloven ivaretas. Plan- og bygningsloven med tilhørende forskrifter setter et minimumskrav på kvalitets- og sikkerhetsnivå som det ferdige bygget eller anlegget skal oppfylle (Direktoratet for Byggkvalitet, 2020). Prosjekterende skal også gjennom sine valg og beslutninger ivareta byggearbeidernes helse og sikkerhet (Byggherreforskriften, 2010). Aktørenes krav og plikter for helse og sikkerhet i bygge- eller anleggsplassen omtales videre i kapittel 2.6 om lovgivning.

2.5.1 Arbeidsmåte og organisering

Prosjekteringsfasen kan deles opp i flere prosesser hvor det er økende grad av detaljering og flerfaglighet jo lengre en kommer ut i prosjekteringen. Prosjekteringsfasen kan igjen deles i to faser; forprosjekteringsfasen og detaljprosjekteringsfasen (Direktoratet for Byggkvalitet, 2020). Som oftest skjer prosjekteringsfasen og utførelsesfasen parallelt, dersom prosjekteringen har kommet så langt at det er tilstrekkelig nok med informasjon for sikker utførelse, og det er gitt tillatelse for igangsetting av myndighet. I utførende fase vil også entreprenøren utdype en del av prosjekteringen ytterligere, da noe utførelse krever mer teknisk utdyping og supplering med spesielle utførelsesprosedyrer. (Direktoratet for Byggkvalitet, 2020)

Vanligvis har prosjektet en prosjekteringsleder som har ansvar å koordinere prosjekteringen, forsyne prosjekteringen med nok ressurser og utarbeide forprosjekt og byggeprogram. Prosjekteringsprosessen kan være et flerfaglig og tverrfaglig samspill mellom mange parter innen hver fase, hvor det gjøres endringer og justeringer inntil ønsket resultat oppnås. (Direktoratet for Byggkvalitet, 2020) Det er vanlig at prosjekteringsarbeidet deles opp i ulike fagdomener, for eksempel arkitekt, bygg, elektro, ventilasjon, geologi, brann osv. (West-

gaard et al., 2010; Direktoratet for Byggkvalitet, 2020). For å sikre at grensesnittene henger sammen, gjennomføres det nødvendige koordinering og kvalitetssikring. Dette kan gjøres i prosjekteringsmøter hvor de ulike fagdomene møtes og dokumenteres i møtereferater og/eller ved utveksling av dokumenter/modeller (Direktoratet for Byggkvalitet, 2020). De ansvarlige for de ulike fagdomene holder den helhetlig oversikten og gjør koordineringen i forhold til andre fag (Westgaard et al., 2010; Direktoratet for Byggkvalitet, 2020). Denne arbeidsmåten er imidlertid ifølge Westgaard et al. (2010) ferdig med å bli erstattet av nyere metoder som tverrfaglig integrert prosjektering, hvor de ulike faglige bidragene koordineres som objekter og samles i en felles modell. Graden av ferdigstilling av de enkelte objekter har dermed betydning for andres arbeid.

2.5.2 Arbeidsoppgaver

Prosjekteringsoppgavene er forholdsvis like fra land til land og det samme uansett hvilke entreprisform som benyttes (Westgaard et al., 2010). Det er mange oppgaver som inngår i prosjekteringsfasen, noen av oppgavene innebærer å beskrive plankrav til arealbruk, utnyttning, plassering, arkitektonisk utforming, visuelle kvaliteter, materielle krav til sikkerhet, miljø, helse og brukbarhet i det ferdige bygget eller anlegget (Direktoratet for Byggkvalitet, 2020). Gjennom hele arbeidsprosessen skal prosjekterende sørge for at behov til og krav satt av byggherren blir ivarettatt, samtidig som gjeldende lover og forskrifter følges (Direktoratet for Byggkvalitet, 2020).

Forprosjektering er det tidligste stadiet i prosjekteringsfasen. Her utarbeides det generelle grunnlag for prosjektering og konsept for prosjektering innen de spesifikke fagene. Utarbeidet forprosjektdokumenter, teknisk program og fagkonsept danner videre grunnlag for detaljprosjekteringen (Direktoratet for Byggkvalitet, 2020). I detaljprosjekteringen utarbeides det tekniske løsninger. Her har de ulike fagdomene ansvar for detaljløsningene innen sitt eget fagfelt og at løsningene deres er i samsvar med forutsetningene i konseptet og kravene (Westgaard et al., 2010; Direktoratet for Byggkvalitet, 2020). Når det er gitt igangsettingstillatelse for prosjektet utarbeides det produksjonsunderlag, som er arbeidstegninger fra detaljprosjekteringen. Det er ofte at enkelte arbeidstegninger først blir utarbeidet i utførelsesfasen. Dersom det forekommer endringer av krav som er identifisert i forprosjektet, må disse endringene dokumenteres. (Direktoratet for Byggkvalitet, 2020)

2.5.3 Risikostyring

En av de mest sentrale sikkerhetsaktivitetene i prosjekteringsfasen er prosjekterendes risikovurdering (Albrechtsen et al., 2016). Prosjekterende skal gjennomføre risikovurdering ved de arkitektoniske og tekniske valgene som de tar (Byggherreforskriften, 2010). Alle prosjekterende som involveres i prosjektet har ansvar for å utføre spesialiserte risikovurderinger innenfor sitt eget fagfelt og ansvarsområdet. Disse risikovurderingene har gjerne et høyere detaljnivå og utføres fortløpende under utførelsen av oppdrag. Prosjekterendes risikovurdering er vanligvis uavhengig av byggherrens risikovurdering, som er utviklet i prosjektutviklingsfasen eller under prosjekteringen. (Albrechtsen et al., 2016)

2.6 Lovgivning

Arbeidstakernes sikkerhet og helse ivaretas gjennom norske lovverk og forskrifter. Dette kapittelet omtaler de mest sentrale bestemmelsene innen helse og sikkerhet i arbeidsplass for bygg- og anleggsbransjen, og som aktørene må forholde seg til.

2.6.1 Arbeidsmiljøloven

Arbeidsmiljøloven (AML) legger til rette for trygge og helsefremmede arbeidsforhold, likebehandling og meningsfylt arbeidssituasjon for arbeidstakere (Arbeidsmiljøloven, 2006, §1-1). AML er en sentral vernelov som gjelder for de fleste private og offentlige arbeidsforhold i Norge (Regjeringen, 2018). Gjennom preskriptive og funksjonsbaserte krav skal AML sikre full trygghet mot fysiske og psykiske skadevirkninger (Arbeidsmiljøloven, 2006, §1-1).

Arbeidsmiljøloven underbygges også av en rekke forskrifter. En av de mest sentrale forskrifter som er hjemlet i AML er forskrift om utførelse av arbeid, som sikrer forsvarlig utførelse av arbeid og bruk av arbeidsutstyr (Utførelsesforskriften, 2013, §1-1). Forskrift om utførelse av arbeid setter krav i forbindelse med farer som kan betegnes som gjentakende kjente. I AML §3-1 settes det en rekke krav til arbeidsgiver om utførelse av systematisk HMS-arbeid (Arbeidsmiljøloven, 2006, §3-1). Videre i kapittel 4 settes det både generelle og spesifikke krav til et forsvarlig arbeidsmiljø (Arbeidsmiljøloven, 2006, §4).

I bygg- og anleggsbransjen blir AML relevant i form av at alle arbeidsgivere har ansvar ovenfor sine arbeidstakere. Dette innebærer blant annet å gi opplæring til sine arbeidstagere og ha kontroll over fysiske faktorer som påvirker arbeidsmiljøet. Arbeidstakerne har også forpliktelser ovenfor sine arbeidsgivere. (Arbeidsmiljøloven, 2006, §2-1 - 2-5)

2.6.2 Internkontrollforskriften

Internkontrollforskriften (1997) pålegger alle virksomheter i Norge til å innføre og utøve interkontroll. Dette vil si at alle må arbeide systematiske med HMS-arbeid i sitt eget virksomhet. Formålet med internkontrollforskriften er å fremme systematisk forbedringsarbeid innen HMS. Gjennom å utvikle et levende HMS-system skal organisasjonene bli bedre skikket til å møte HMS-lovgivning, gjennom bedret arbeid med

- arbeidsmiljø,
- sikkerhet,
- forebygging av helseskade eller miljøforstyrrelser,
- vern av det ytre miljø,
- forebygging av uhell og ulykker
- og forebygging av uønskede tilsiktede hendelser. (Internkontrollforskriften, 1997, §1)

2.6.3 Byggherreforskriften

Byggherreforskriften stiller krav til de ulike aktørene og legger til rette for systematisk HMS-arbeid i bygg og anlegg (Byggherreforskriften, 2010, §1). Forskriften skal verne arbeidstakere mot farer med utgangspunkt i de ulike fasene i byggearbeidet (Regjeringen, 2009).

I Kapittel 2 trekkes det frem at byggherren har et overordnet ansvar for å sørge for at helse-, miljø- og sikkerhetsarbeidet blir ivaretatt (Byggherreforskriften, 2010, §5). Det settes krav til at avdekket risikoforhold tilknyttet prosjektet skal være innarbeidet i tilbudsgrunnlag (Byggherreforskriften, 2010, §6). Videre settes det krav til byggherre om utarbeidelse av sikkerhet-, helse- og arbeidsmiljøplan (SHA-plan), samt andre krav som fremkommer i forskriften (Byggherreforskriften, 2010, §§7,8). Likedan fremlegges prosjekterende sine plikter i kapittel 3 og arbeidsgiverens og enkeltmannsforetak plikter i kapittel 4.

Prosjekterende er pliktet å risikovurdere løsningene og valgene som de tar. Dersom risikoforholdet krever spesifikke tiltak i utførendefase har prosjekterende plikt til å dele dette med byggherren. (Byggherreforskriften, 2010, §17) Entreprenøren skal under utførelsen følge byggherrens SHA-plan og følge byggherrens eller koordinators anvisninger. Videre har entreprenøren plikt å informere byggherren om avvik fra SHA-planen som kan ha en betydning for arbeidstakernes sikkerhet, helse og arbeidsmiljø. (Byggherreforskriften, 2010, §18)

3 Teori

I dette kapittelet presenteres teorier og rammeverk som videre brukes som et utgangspunkt for oppgavens analyse og diskusjon, og er ment for å gi leseren kunnskap om relevante temaer knyttet til oppgaven. Kapittelet tar for seg sikkerhetsteorier, et sentralt rammeverk som legger grunnlag for systematisering og presentasjon av empiri og teorier som retter seg mot utfordringer og betraktninger i bygg- og anleggsbransjen.

3.1 Proaktiv sikkerhetsstyring og sikkerhet gjennom prosjektering

Basert på publikasjonen innfor tema, som strekker seg flere år tilbake i tid, ser det ut til at prosjekterende sin signifikante påvirkningskraft er anerkjent blant en rekke forskningsmiljø og land. I litteraturen er det gjerne aktørene generelt og deltakerne i prosjekteringsfasen, som anerkjennes som vesentlige bidragsyter når det er snakk om sikkerhet i utførende fase (Mahamadu et al., 2017; Manu et al., 2019; Poghosyan et al., 2018; Pirzadeh and Lingard, 2017; Dharmapalan et al., 2014; Morrow et al., 2015; Lingard and Wakefield, 2019; Lingard and Rowlinson, 2004).

I forskning forekommer det funn, etter gjennomganger av hendelser, som tilsier at design og/eller prosjekteringen kan relateres til en bakenforliggende årsak direkte eller indirekte i henholdsvis 30%, 42% og opp mot 50% av hendelsene i de utførte case-studiene (Lingard and Rowlinson, 2004; Mahamadu et al., 2017). At prosjektering kan påvirke sikkerhet er også anerkjente på nasjonale nivå, noe som er synlig gjennom regulering. I Europa viser EU-direktiv 92/57/EEC allerede på første side til at prosjekteringen påvirker halvparten av ulykkene i utførende fase, og ønsker med det å øke et tidlig sikkerhetsfokus. Samt at det i andre land som Australia og Singapore er innført spesifikke krav til prosjekteringen gjennom egne lover som bygger på konseptet “*safety in design*” (Manu et al., 2019).

Det fremkommer ulik argumentasjon i litteraturen for hvorfor prosjekterende utgjør en viktig rolle. Aspektene som trekkes frem er involvering i tidlig stadie prosjekt og naturen av avgjørelsene som tas (Morrow et al., 2015; Poghosyan et al., 2018; Mahamadu et al., 2017; Dharmapalan et al., 2014). For å utnytte prosjekterende sin påvirkningskraft blir det videre foreslått å “*prosjekttere bort*” sikkerhet- og helse relatert risiko (Pirzadeh and Lingard, 2017). Dette er tanken bak konseptet *safety in design*, som blir hyppig nevnt innen publisert forskning (Mahamadu et al., 2017; Manu et al., 2019; Poghosyan et al., 2018; Pirzadeh and Lingard, 2017; Dharmapalan et al., 2014; Morrow et al., 2015; Lingard and Rowlinson, 2004). Kjært barn har mange navn, og konseptet går også under navna *design for occupational safety and health (DfOSH)*, *prevention through design*, *safe design*, *design risk management* og *design for safety* (Poghosyan et al., 2018). Videre blir konseptet her oversatt til “sikkerhet gjennom prosjektering”. Ghaderi and Kasirossafar (2011) viser til at innføring av konseptet i Iran har medført en reduksjon på 33% i ulykker. Forfatteren har så mye lit til konseptet at det påstås at viktigheten prosjekterende rolle, når det kommer til sikkerhet, overgår sikkerhetsarbeidet i utførende fase (Ghaderi and Kasirossafar, 2011). Kort fortalt forklares det at prosjekterende sitt produkt skal være forenelig med en trygg arbeidshverdag under konstruksjon, vedlikehold og bruk (Manu et al., 2019). Måten dette skal gjøres på er å

planlegge, styre, overvåke og koordinere HMS-arbeidet i tidlig fase (Manu et al., 2019). Samt at rådgivere og arkitekter skal vurdere nøye hvordan produktet blir påvirket av avgjørelsene som tas (Mahamadu et al., 2017). Formelt er konseptet definert som følgende i det australske lovdokumentet *Work Health and Safety (Safe Design of Structures Code of Practice)*:

“Safe design means the integration of control measures early in the design process to eliminate or, if this is not reasonable practicable, minimize risks to health and safety throughout the life of the structure being designed.”

- Bourke (2012)

Konseptet danner grunnlaget for begrepet proaktiv sikkerhetsstyring som benyttes i dette arbeid. Proaktiv sikkerhetsstyring kan skilles fra tradisjonelt SHA-arbeid ved at det går utover hva som i dag er forventet. Et eksempel er at man her også tar hensyn til gjentakende kjent risiko og ikke bare prosjekt spesifikk som er lovpålagt i Norge.

3.2 Manu et al. (2019) sine teoretiske attributter

Manu et al. (2019) har utviklet en liste med attributter som kan benyttes av bedrifter. Bakgrunnen for studien er ifølge Manu et al. (2019) et økende fokus på prosjektering for “occupational safety and health (DfOSH)” i bygg- og anleggsbransjen. Forskeren viser til at det mangler konkrete holdepunkter som bedrifter kan benytte for å vurdere bedrifters kapabilitet, samtidig som det etterlyses organisatoriske egenskaper blant aktørene angående å produsere sikre byggbare løsninger. Manu et al. (2019) utviklet derfor en liste med “attributter” og tilhørende indikatorer som kan benyttes til organisatorisk engnutvikling eller prekvalifiseringer. Listen av funn er fra tre ekspert fokusgruppediskusjoner, en tre-rundes Delphi-teknikk samt stemmeanalytisk hierarkiprosess Manu et al. (2019). I artikkelen blir det også presentert statistisk analyse av funnenes relevans. De statistiske funnene er delt inn i to sett; et fra Storbritannia hvor forskningstudie er utført og et basert på globale svar. Rangeringen av attributtene er ulike i de to ulike settene, og det antas dermed at disse ikke er overførbare til norsk kontekst. Topp tre identifiserte hovedtema er imidlertid *kompetanse* på førsteplass, *strategi* på andreplass og *organisatorisk erfaring* på tredjeplass. Basert på faktorene i Manu et al. (2019) sitt teoretiske rammeverk er det oversatt en faktorliste som kan ses i tabell 1. Denne faktorlisten danner utgangspunktet for dette forskningsarbeidet, og gjennom forskningsdesignet blir listen etterprøvd mot norsk kontekst og bygget videre på. Å implementere et slikt konsept i bygg- og anleggsbransjen kan imidlertid være utfordrende, en forklaring på hvorfor etterfølger i neste kapittel.

Tabell 1: Faktorlisten som danner utgangspunktet for denne studien.

Tema	Attributter
Kompetanse	Prosjekterende (arkitekter og rådgivere) sin kunnskap til proaktivt sikkerhetsarbeid
	Prosjekterende (arkitekter og rådgivere) sin erfaring med proaktivt sikkerhetsarbeid
	Prosjekterende (arkitekter og rådgivere) sin egenskap innen proaktivt sikkerhetsarbeid
	Prosjekterende (arkitekter og rådgivere) sin tilgang på intern eller ekstern HMS-, byggbarhet og vedlikehold rådgivning
	Tydelig definerte roller og ansvar for aktører på ulike nivå, samt rekruttering av personell til passende stillinger i prosjekteringsfasen
	Opplæring innen sikkerhet, helse og arbeidsmiljø for aktørene i prosjekteringsfasen
Samhandling	Intern samarbeid
	Ekstern samarbeid
Organisatorisk erfaring	Organisasjonens erfaring med implementering av proaktivt sikkerhetsarbeid i prosjekteringsfasen
Strategi	Toppledelses engasjement
	Policy for proaktiv sikkerhetsstyring
	Organisasjonens evne til å ta i bruk innovative løsninger
Infrastruktur	Fysiske arbeidsressurser
	IKT-ressurser
System	Kvalitetsstyring i prosjekteringsfasen
	Risikostyring i prosjekteringsfasen
	Systemer for å samle og bruke erfaring
	Systemer for å sikre kompetanse

3.3 Wicked problems

Wicked problem ble først nevnt av Churchman (1967) og senere formelt forklart av Rittel and Webber (1973) gjennom 10 punkter som blir oppsummert senere. Wicked problem kan kort beskrives som problemer som er vanskelige å definere og dermed utfordrende å finne en god løsning for. En annen forklaring er at det er snakk om problemer som er av en så kompleks sosial natur, at den ikke har noen definitive stoppepunkter. Teorien eller definisjonen av wiced problem kom som en reaksjon etter en lenger periode hvor en rasjonell-tekniske tilnærming ble favorisert i beslutningsprosesser, planlegging og implementering i samfunnet, selv for komplekse tema (Head and Alford, 2015). Den rasjonelle tilnærmingen fikk kritikk for at man ikke alltid hadde tilstrekkelig informasjon til å løse problemer på denne måten, samt at nøye formulerte mål og metoder ikke kan løse alt (Head and Alford, 2015). Forskingen kommer fra samfunnsvitenskapen, men kan også overføres til andre områder.

Rittel and Webber (1973) sin 10 karakterstikker for wicked problems er som følgende; 1) det er ingen definitiv formulering, 2) det finnes ingen "stoppe kriterier" (dvs. ingen definitive løsning), 3) løsninger kan ikke ses på som sanne eller usanne, men gode eller dårlige, 4) det er ingen umiddelbar og ingen endelig test av en løsning, 5) hvert forsøk på å løse et wicked problem må ses på som en "one-shot operation", 6) det finnes ingen "tallrike" sett med potensielle løsninger eller godt beskrevet sett med hensiktsmessige konkrete tilnærminger, 7) hvert wicked problem er i det vesentlige unikt, 8) wicked problem kan betraktes som et symptom på et annet problem, 9) symptomer på et wicked problem, kan være forklart på mange måter, 10) ingen "rett til å ta feil" (dvs. det er ingen offentlig toleranse for eksperimenter som mislykkes). (Rittel and Webber, 1973)

Roberts (2000) foreslår tre ulike tilnærminger for å løse wicked problems:

- **Autoritative strategier**

Går ut på å delegere problemet til en gruppe interessenter med myndighet og kunnskap som tar på seg problemløsningsprosessen, mens andre er enige om å følge beslutningen. Fordelen er at strategien hypotetisk sett kan reduserer konfliktnivået. Ulempen er at eksperter/interessentene kan ta feil angående problemet/løsningen. (Roberts, 2000)

- **Konkurransestrategier**

Ved denne strategien går partene inn med et bevisst forhold til risiko, og er villig til å spille sitt ytterpunkt for å enten oppnå suksess eller se motpartene tape. Ulike parter kan da komme med ulike ideer og ideene kan veies opp mot hverandre. Fordelene med konkurrerende strategier er at man her gjerne kan se i industrien at konkurransen fasiliteter søking etter nye ideer. En ulempe kan være at parter kan ha insentiv om å ikke komme med sin beste løsning. (Roberts, 2000)

- **Samarbeidsstrategier**

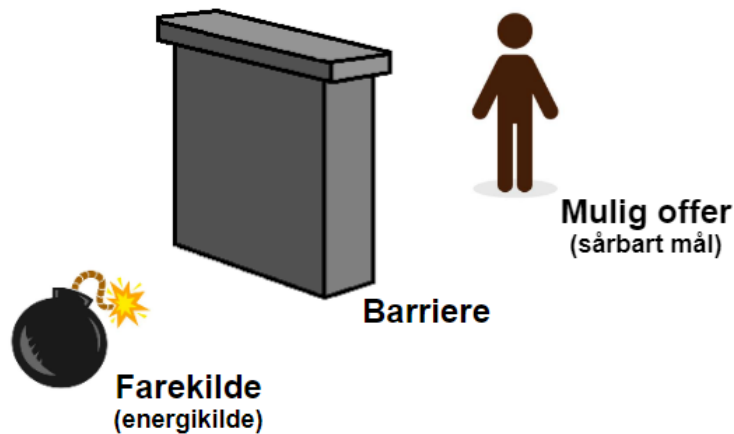
Bakgrunnen for denne strategien er at man kan utrette en mer kollektivt forum som uavhengige agenter. En av fordelene er at samarbeidet kan gi en "vinn-vinn tilnærming til problemløsning. Ulempen ved samarbeid er at det kan bli krevende, da det fører til flere møter og flere involvert interessenter som skal komme til enighet. (Roberts, 2000)

3.4 Sikkerhetsteorier

Sikkerhetsteorier gir grunnlag for forståelse av hvordan hendelser og ulykker oppstår. Videre presenteres de meste sentrale sikkerhetsteorier for oppgaven.

3.4.1 Energi- og barriereperspektivet

Energi- og barriereperspektivet knytter ulykker opp mot "energi på avveie" som ikke forhindres eller stanses av effektive barrierer (Gibson, 1961). Personskader skjer når en menneskekropp absorberer energien på avveie som er større enn det kroppen tåler. Det betyr at jo større energi, desto større skade (Kongsvik et al., 2018). Haddon (1980) fremhevet energi- og barriereperspektivet og dets implikasjoner for forebygging av ulykker. Perspektivet tar for seg et tredelt system som består av farekilde, barriere og sårbart mål, se figur 3.



Figur 3: Energi- og barrieremodell, modifisert fra Haddon (1980).

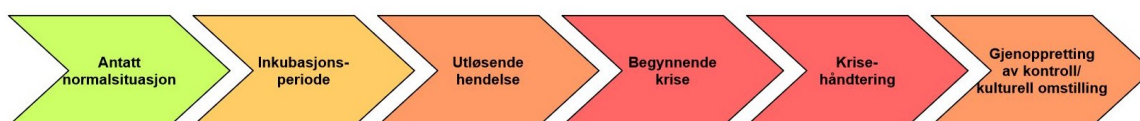
Farekilde kan forstås som energikilder med potensial for å gjøre skade på mennesker, materiell eller miljø (Kjellén and Albrechtsen, 2017). Farekilder kan forårsake ulykker og skade. Kontroll på farekilder vil dermed hindre ulykker. En barriere kan forklares som et sett av menneskelige, tekniske og/eller organisatoriske elementer som har evnen til å bryte inn i en hendelsessekvensen (Kjellén and Albrechtsen, 2017). Barrierer etableres for å kontrollere farekildene. Et sårbart mål kan være et mulig offer eller gjenstand som har betydning og som kan gå tapt (Kongsvik et al., 2018). Ulykker kan forebygges ved å skille farekildene, ved bruk av barrierer, fra sårbare mål (Haddon, 1980). Haddon formulerte ti strategier, som kan ses i tabell 2, for å kontrollere farekilder og forhindre eller redusere skade. Denne sikkerhetsteorien og spesielt de første fem strategiene er relevant for konseptet proaktiv sikkerhetsstyring som helhet. Teorien blir også satt direkte i sammenheng med en faktor i resultatkapittelet.

Tabell 2: Haddons ti strategier for ulykkesforebygging, modifisert etter Haddon (1980).

Redusere farekilden	Gjøre noe med barrieren	Strategier relatert til offer
1. Unngå oppbygging av energi		
2. Endre kvaliteter ved energien		8. Gjøre det sårbare målet mer motstandsdyktig mot energien
3. Reduserer mengden energi	6. Skille sårbare mål fra utløst energi i tid og rom	9. Begrense skaden
4. Unngå ukontrollert utløsning av energi	7. Skille sårbare mål fra energien ved hjelp av fysiske barrierer	10. Rehabiliterer det sårbare målet
5. Endre fordelingen av utløst energi		

3.4.2 Informasjonsperspektivet

Informasjonsperspektivet, opprinnelig «*Man mad disasters*», er en sikkerhetsteori etablert av Pidgeon and O’Leary (2000) etter sitt studie av krise og ulykker. Fra funnene i studien fremkommer det at personer internt i en organisasjon, i de aller fleste tilfeller kjenner til relevante informasjoner til hendelsesforløpet til ulykken. Informasjonsflyt var dermed en bakenforliggende årsak da informasjonen ikke ble benyttet eller hørt i de aktuelle ulykkescasene som ble gjennomgått (Pidgeon and O’Leary, 2000). Rosness et al. (2010) trekker videre frem viktigheten av god informasjonsflyt ved å sette dette i sammenheng med funnene i forskningen utført av Pidgeon and O’Leary (2000). Perspektivet fremstiller uønskede hendelser som en prosess som vist i figur 4. Kongsvik et al. (2018) forklarer bakgrunnene for brudd i informasjonsflyt med organisatoriske svakheter.



Figur 4: Informasjonspespektivets forklaring av ulykkesprosessen, modifisert av Kongsvik et al. (2018)

Prosessen som fremstilt i figuren består av seks faser med en gradvis utvikling fra normaltilstand til hendelse. Fasen “antatt normalsituasjon” viser til kontroll over farekilder, fravær av avvik, normal drift og produksjon. Inkubasjonsperioden indikerer nærvær av svakheter og feil som organisasjonen ikke har kjennskap til. Felles for ulykker er at de har en utløsende hendelse som kan ses i den tredje fasen som videre eskalerer til begynnelende krise, krisehåndtering og gjenoppretting av kontroll. (Rosness et al., 2010) Litteratur viser til ulike årsaker til brudd i informasjonsflyten. Kongsvik et al. (2018) fremlegger følgende årsaker som er fremstilt i tabell 3. Årsak blir videre satt i sammenheng med strategier fra Rosness et al. (2010) sin artikkel.

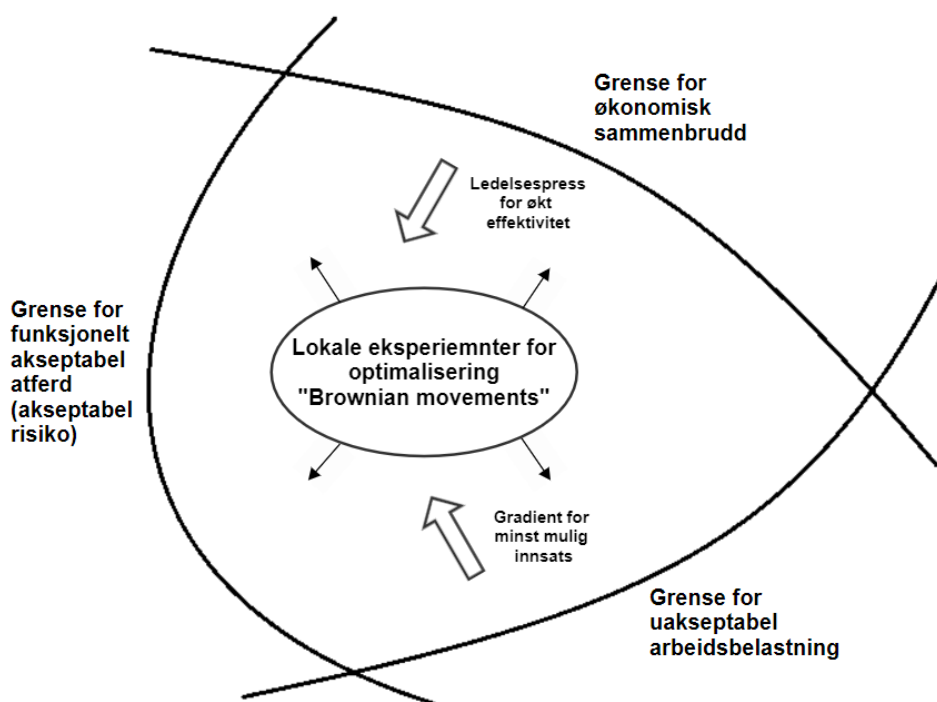
Tabell 3: Årsaker til brudd i informasjonsflyt

Klassifisering	Strategi
Informasjonen er ukjent	Forbedre informasjonsflyten på relevante organisatoriske områder gjennom optimalisering av prosedyrer.
Informasjonen blir oversett	Forebygge stress og distraksjonene i arbeidet.
Informasjon blir ikke sett i sammenheng eller kombinert	Gjøre informasjonen tilgjengelig for alle som kan ha fordel av den.
Informasjon passer ikke i eksisterende fortolkningsrammer	Være bevisste på at informasjon som ikke samsvarer eller sammenfaller med eksisterende fortolkning kontekst, har en tendens til å bli neglisjert og oversett.

Westrum (1993) videreutviklet begrepet *Ashby’s law of requisite variety* og etablerte teorien om egenskapen *tilstrekkelig forestillingsevne*, som av Kongsvik et al. (2018) blir beskrevet som en utdypelse av informasjonsperspektivet. Egenskapen er nødvendig for at organisasjoner skal kunne forstille seg, forstå og se sammenhenger når det er avvik fra normalen i drift.

3.4.3 Målkonflikt

Målkonflikter mellom effektivisering og sikkerhet kan føre til reduksjon av sikkerhetsmarginer, og ulykker og hendelser kan relateres til manglede håndtering av målkonflikter (Rasmussen, 1997). I komplekse systemer og prosjektorganisasjoner vil det være aktiviteter som skjer samtidig, og beslutninger som tas av en aktør kan påvirke grensene for andre aktører og aktiviteter (Rosness et al., 2010). De fleste organisasjoner opererer ut fra økonomiske hensyn og innenfor økonomiske rammer. Sikker ytelse krever ofte betydelige ressurser som penger, tid og kompetente fagfolk (Kongsvik et al., 2018; Rosness et al., 2010). Rasmussen (1997) viser hvordan sikkerhetsnivået i en organisasjon er et produkt av avveieinger mellom ulike akseptgrenser, se figur 5.

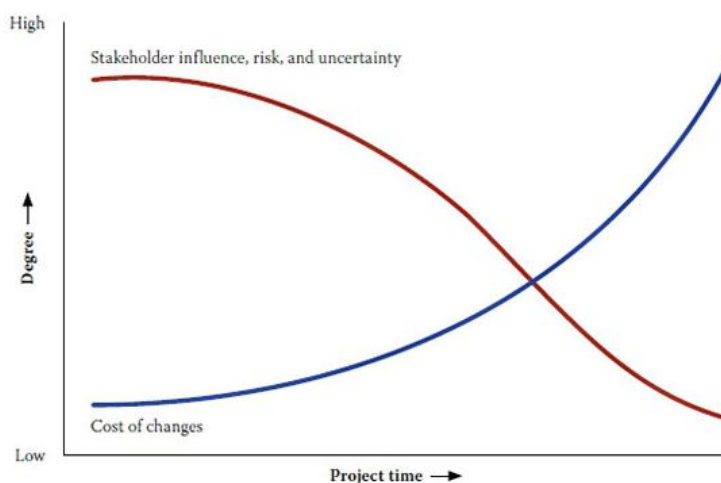


Figur 5: Rasmussens migrasjonsmodell, modifisert fra Rasmussen (1997)

Aktørene må hele tiden søke etter en god tilpasning i forhold til kravene og egne begrensninger og behov. Dette har Rasmussen (1997) kalt for eksperimenter for optimalisering eller "brownian movements". Grensene som vises i figuren er press som legges på de lokale eksperimentene for optimalisering. Arbeidet blir ikke lønnsomt dersom den finansielle grensen krysses, og arbeidsmengden kan oppleves som overflødig dersom grense for uakseptabel arbeidsbelastning krysses. Sett i forhold til sikkerhet vil en situasjon med uakseptabel risiko eller en hendelse eller en ulykke oppstå, dersom grense for funksjonelt akseptabel atferd krysses. Rasmussens migrasjonsmodell viser viktigheten av håndtering av målkonflikter som involverer sikkerhet, og å være i stand til å identifisere grensen for akseptabel risiko. En av de mest gjeldende sikkerhetsrelaterte målkonfliktene i tidlig fase i BA-prosjekter er ofte sikkerhet opp mot økonomi.

At sikkerhet koster penger, er ikke til å stikke under en stol. Det er allikevel argumenter for at fokus på sikkerhet i tidlig fase kan gi økonomiske fordeler. Videre blir tre av hovedargumentasjonen fremlagt.

- **Fokus på byggharhet generelt er kostnadsbesparende** (Wong et al., 2007)
Byggharhet kan direkte knyttes til sikkerhet, og i studier på tema vises det til at byggharhetsfokus generelt gir effektivisering av fremdrift, bedre kvalitet samt er kostnadseffektivt (Wong et al., 2007).
- **Endringer i tidlig fase er rimeligere enn endringer senere i prosjekter** (Institute and Institute, 2008))
Basert på prosjektledelse teori vises det spesifikt til at kostnadene tilknyttet en endring langs prosjektets livssyklus øker (Institute and Institute, 2008). Dette er visualisert i grafen (figur) 6.



Figur 6: Kostnad av endring over tid (Institute and Institute, 2008)

Basert på dette trekkes det en parallell til at endringer i tidlig fase er rimeligere, enn eventuelle løsninger som senere blir identifisert som ikke gjennomførbare, eller for risikabelt.

- **“If you think safety is expensive, try having an accident”**
Sitatet er et gammelt, omformulert og resitert av en rekke kjente personligheter. Dette punktet er det minst teoretiske, men fra en byggherreperspektiv er det tydelig at også dette er gjeldene i norsk bygg- og anlegg kontekst.

4 Metode

I forkant av masteroppgaven ble det gjennomført en prosjektoppgave som tok for seg helhetlig risikostyring i bygg- og anleggsbransjen (Fung and Helle, 2019). I prosjektoppgaven ble det gjort en litteraturstudie som skulle danne grunnlag for en forståelse for risikostyring og utfordringer i bygg- og anleggsprosjekter. Tema for masteroppgaven ble valgt på bakgrunn av funn i prosjektoppgaven og prosjektgruppens interesse. Dette kapittelet tar først for seg forskningsdesignet, deretter beskrives forskningsmetodene i egne delkapitler.

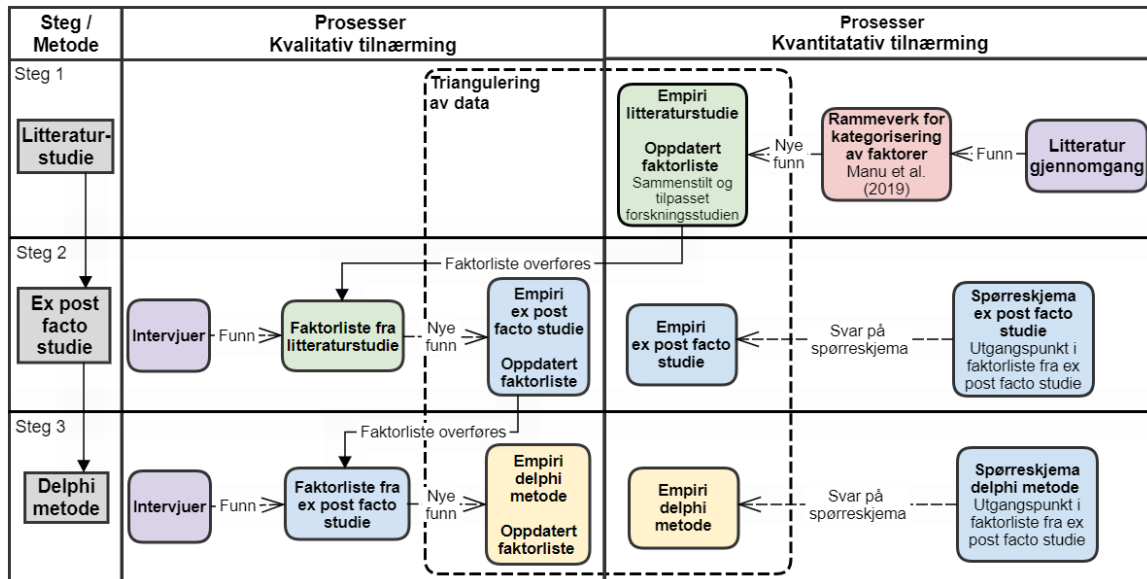
4.1 Forskningsdesign

Bruk av flere metoder for datainnsamling kan være fordelaktig. Det ble benyttet tre ulike forskningsmetoder, som kan ses i tabell 4. Med utgangspunkt i en pragmatisk tilnærming brukes både kvalitative og kvantitative undersøkelser. Alle metodene ble valgt med hensyn til å gi et robust svar på problemstillingen og tilhørende forskningsspørsmål, og metodene er spesielt knyttet opp mot et forskningsspørsmål.

Tabell 4: Forskningsmetoder

Metode	Beskrivelse	Hensikt
1. Litteraturstudie	Søk etter artikler om sikkerhet i prosjektering som omtaler faktorer som påvirker sikkerhetsprestasjonen i utførende fase.	<ul style="list-style-type: none"> • Sammenstille en liste med aktuelle faktorer som basert på litteratur antas å påvirke sikkerhetsprestasjon i utførende fase. • Undersøke hva andre forskningsmiljøer sier om tematikken. <p>Svar på forskningsspørsmål: <i>Hva slags påvirkningskraft har prosjekterende på sikkerheten i BA-prosjekter?</i></p>
2. Ex post facto studie	Gjennom intervjuer undersøkes tidligere hendelser med prosjektering som bakenforliggende årsak. I etterkant av intervjuene sendes det ut et spørreskjema hvor funn fra litteraturstudien blir satt i sammenheng med de undersøkte hendelsene.	<ul style="list-style-type: none"> • Belyse eventuelle nye funn/faktorer som ikke fremkom i litteraturstudien. • Spørreskjema skal belyse om tidligere funn fra litteratur er relevant for de aktuelle hendelsene. <p>Svar på forskningsspørsmål: <i>Hvordan påvirker aktivitetene i prosjekteringsfasen sikkerheten i utførende fase?</i></p>
3. Delphi-studie	Et spørreskjema sendes ut for å finne ut hva aktørene er enig og uenig i. Elementer hvor det er stor sprik i svar tas med videre i gruppeintervju/workshop med ekspertgruppe. Gruppeintervju utføres i iht. delphi-studien for å diskutere og rangere funnene.	<ul style="list-style-type: none"> • Belyse eventuelle nye funn/faktorer som ikke fremkom i litteraturstudien og/eller ex post facto studien. • Undersøke hvordan sikkerhet i prosjektering praktiseres i bygg- og anleggsbransjen i dag. • Identifisere aktuelle tiltak og forbedringspotensialer. • Rangere faktorer • Diskutere om funn er overførbare til den norske bygg- og anleggsbransjen. <p>Svar på forskningsspørsmål: <i>Hva kan gjøres bedre i prosjekteringsfasen for å øke sikkerhetsprestasjonen i prosjekter?</i></p>

Metodene skal gi datagrunnlag fra både forskningsmiljøer, hendelser og aktører i bygg- og anleggsbransjen. For å systematisere datainnsamlingen og framstilling av empiri skal det utarbeides en faktorliste med temaer og faktorer knyttet til sikkerhet i prosjektering, som omtales i litteratur og intervjuer. Faktorlisten brukes både i kvalitative undersøkelser med intervju hvor data kodes inn i faktorlisten, og kvantitative undersøkelser hvor faktorlisten har dannet grunnlag for spørreskjema. Figur 7 viser forskningsdesignet og hvordan faktorlisten går igjen i metodene. Faktorlisten tilpasses og oppdateres underveis i forskningsstudiene.

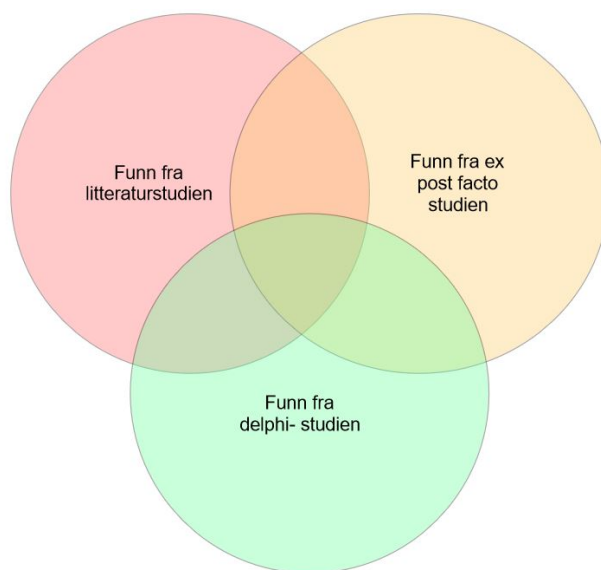


Figur 7: Forskningsdesign

Litteraturstudien gjennomføres først for å finne ut hva som er kjent rundt temaet og for å danne et utgangspunkt for faktorlisten, som brukes og bygges videre på i de to andre metodene. Rammeverket til Manu et al. (2019), omtalt i kapittel 3.2, ble undersøkt i litteraturstudien og har blitt brukt for å danne grunnlag for faktorlisten. Funn fra litteraturstudien ble i starten kategorisert (kodet) inn i rammeverket til Manu et al. (2019), og etter hvert tilpasset forskningsstudien og oppdatert ved funn av nye temaer og/eller faktorer.

Deretter gjennomføres ex post facto studien for å undersøke prosjektering i den norske bygg- og anleggsbransjen og hvordan faktorene kan knyttes til reelle hendelser. Funn kodes inn i faktorlisten fra litteraturstudien og faktorlisten oppdateres ved nye funn. Til slutt gjennomføres delphi-studien som gir innsikt i hva de ulike aktørene mener. Funn fra siste metode kodes inn i faktorlisten fra ex post facto studien og faktorlisten oppdateres som foregående metoder.

Videre trianguleres funnene fra metodene for å danne et robust datagrunnlag for å besvare problemstillingen. Triangulering styrker troverdigheten til dataene (Yin, 2013). Overlapp i funn ble benyttet som indikasjon på relevans og kvalitet, se figur 8.



Figur 8: Samsvar i funn

Metodene har ulike fordeler og utfordringer og det er derfor hensiktsmessig å benytte dem i kombinasjon, se figur 9.



Figur 9: Fordeler og utfordringer ved de ulike metodene.

Kvalitativ metode

Kvalitativ datainnsamling og analyse ble brukt i ex post facto studien og delphi-studien. Det var også brukt en mer kvalitativt orientert innholdsanalyse når empiri gjengis for litteraturstudien, hvor kodet tekst ses mer i sammenheng.

Kvalitativ metode samler og analyserer data som ikke er statistisk fremstilt, og er godt egnet til studier for å belyse nye fagområder og tema hvor det antas at forsker ikke kan forutse aktuelle aspekter i forkant (Jacobsen, 2015). Kvalitativ metode beskriver sosiale settinger med så mange detaljer som mulig gjennom øynene til dem som skal studeres. Kvalitative data er vanligvis i form av tekst og kan samles inn gjennom deltakende observasjon, etnografi, intervjuer, fokusgrupper og kvalitativ innholdsanalyse (Grønmo, 2020a).

De kvalitative datainnsamlingene ble gjennomført i form av intervjuer i ex post facto studien og delphi-studien fordi det var godt egnet til formålet til studiene. Hensikten med metodene er å undersøke hvordan prosjektering praktiseres, identifisere hvilke faktorer som i prosjekteringsfasen kan påvirke sikkerheten i utførende fase, belyse nye funn og få innspill til hvordan prosjekterende på en hensiktsmessig måte kan bidra positivt. Kvalitativ tilnærming er godt egnet da forskningsstudien ikke starter med et tydelig utfall, det skal derimot finnes nye funn, sammenhenger og forbedringspotensialer i bygg- og anleggsbransjen fra samlet data.

Forskningsintervjuene følger metodikk for gjennomførelse av Kvale and Brinkmann (2009) som legger frem følgende stadier:

1. Tematisering, der problemstilling blir formulert
2. *Planlegging av intervjuer*
3. *Datainnsamling (utførelse av intervjuer)*
4. *Strukturering av data (transkribering)*
5. *Analyse*
6. *Verifisering*
7. Rapportering

Punkt to til fem beskrives nærmere i kapittel 4.3 om ex post facto studien og kapittel 4.4 om delphi-studien. Punkt seks beskrives nærmere i kapittel 4.5 som tar for seg metodiske betraktninger. Punkt sju om rapportering av funn presenteres i kapittel 5 om resultat og analyse.

Kvantitativ metode

Kvantitativ datainnsamling og analyse ble brukt i litteraturstudien, ex post facto studien og delphi-metoden. Kvantitativ metode undersøker noe i en relativt lukket tilstand og legger føringer ved å avgrense alternativer på forhånd (Jacobsen, 2015). Kvantitativ data er vanligvis i form av tall eller andre mengdetemer, og kan lett systematiseres og fremstilles statistisk. Metoder for datainnsamling kan være strukturert spørreskjema, strukturert observasjon, strukturert utspørring/intervju eller kvantitativ innholdsanalyse (Grønmo, 2020b).

Kvantitativ innholdsanalyse ble benyttet i litteraturstudien og kvantitative spørreundersøkelser ble benyttet i ex post studien og delphi-studien. Hensikten med litteraturstudien er å undersøke hva andre forskningsmiljøer sier om tematikken, og utarbeide en liste med faktorer i prosjekteringsfasen, som antas å påvirke sikkerheten i utførende fase basert på tidligere funn. Derfor var det hensiktsmessig å bruke kvantitativ innholdsanalyse som tar for seg en systematisk opptelling og kategorisering av enkelte deler av teksten i artiklene (Grønmo, 2020b). Faktorene indentifisert i litteraturstudien brukes videre som koder for å kategorisere funnene i ex-post analysen og delphi-metoden. Kvantitativ tilnærming ble valgt for spørreundersøkelsene fordi formålet var veldig spesifikt, og det var mulig å avgrense svaralternativene. Målet var å finne ut hvor stor rolle faktorene funnet i litteraturstudien og intervjuene i ex post facto studie hadde i de aktuelle hendelsene og i den norske bransjen. Kvantitativ tilnærming var dermed godt egnet da det var tydelig hva som skulle måles.

4.2 Litteraturstudie

Det ble utført et søk med Scopus som søkemonitor. Fordi det i tematikken eksisterer flere formuleringer av konseptet sikkerhet i prosjektering, ble det i søket tatt med flere ord. Søkeordene som ble brukt var “*Safety in Design*”, “*design for occupational safety and health (DfOSH)*”, “*prevention through design*”, “*safe design*”, “*design risk management*” og “*design for safety*”. Med en filtrering på engelske dokumenter som er nyere enn 2010, samt et kriterium om at det omhandler bygg- og anleggsbransjen, ga dette søket 248 treff. Gjennom utvelgelsesprosess ble antallet redusert til 44 dokument.

4.2.1 Framgangsmåte

Studien ble gjennomført i tre steg. Søket ble utført i det første steget. I det andre steget ble det utført en grov sortering angående relevans basert på screening av tittel, nøkkelord og sammendrag. I den siste fasen ble sammendrag og konklusjon fin-lest og relevante faktorer ble sortert etter tematikk og kodet med programmet Nvivo.

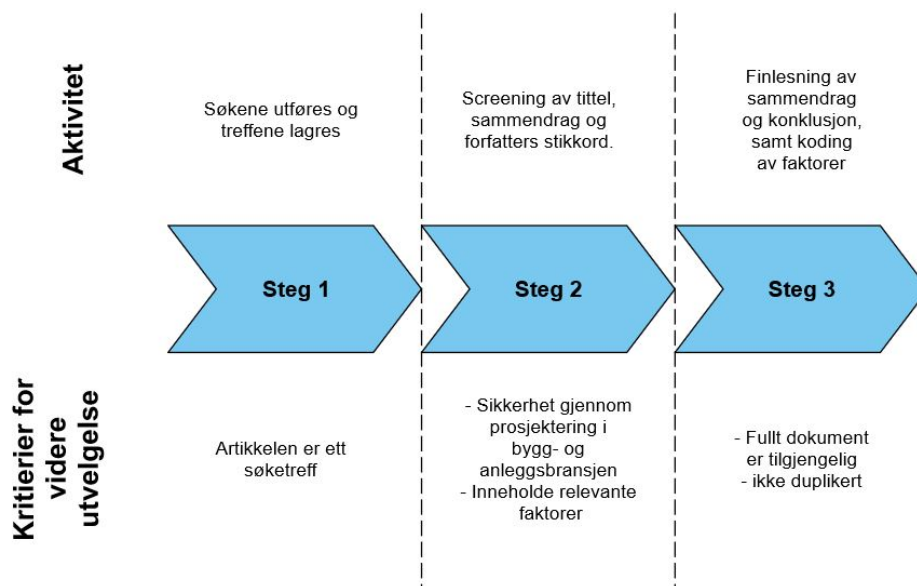
Følgende kriterier ble anvendt for hvert steg:

Steg 1: Dokumentet er et søketreff i det aktuelle søket.

Steg 2: Dokumentet omhandler sikkerhet i prosjektering i bygg- og anleggsbransjen, og omtaler faktorer som er relevante for prosjekterende og som kan påvirke sikkerhetsprestasjon i utførende fase.

Steg 3: Fullt dokument er tilgjengelig, og det er ikke duplikat av andre treff.

Søke- og utvelgelsesprosessen er her fremstilt med tilhørende kriterier og aktiviteter i figur 10, antall dokument i de ulike stegene kan ses i tabell 5.



Figur 10: Steg i litteraturstudie-prosessen

Tabell 5: Søketreff

Søk	Dato	Filtrering	Antall dokumenter		
			Steg 1	Steg 2	Steg 3
Safety in design OR design for occupational safety and health OR DfOSH OR prevention through design OR safe design OR design risk management OR design for safety AND construction	14. januar	TITLE-ABS-KEY (Safety in Design OR design for occupational safety and health OR DfOSH OR prevention through design OR safe design OR design risk management OR design for safety AND construction AND (LIMIT-TO (PUBSTAGE , final")) AND (LIMIT-TO (PUBYEAR , 2020)) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2019) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2018) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2017) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2016) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2015) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2014) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2013) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2012) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2011)) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , English")) AND (LIMIT-TO (SRCTYPE , "j")) OR LIMIT-TO (SRCTYPE , p"))	248	62	44

For å gjennomføre en systematisk litteraturstudie og begrense bias ble det utformet en søkeprotokoll i forkant av søket. Protokollen kan ses i vedlegg A.

4.2.2 Organisering og behandling av søketreff

For å organisere og å få oversikt over funn har artiklene blitt behandlet i NVivo. Konklusjonene og sammendrag blir nøye gjennomlest. Når det nevnes at en faktor påvirker sikkerhetsprestasjon senere i bygg- og anleggsprosjektet, blir setningen/avsnittet markert og kodet under et relevant tema. Hensikten med dette er å få et oversiktsbilde over variasjon i hva som omtales som relevant, og frekvens både mellom hovedtema og mellom de mer konkrete underkategoriene.

4.2.3 Kvalitetsikring

I litteraturstudien blir funnenes kvalitet påvirket av kvaliteten på artiklene som inngår i utvalget som danner datagrunnlaget. Det er dermed viktig å være kritisk til det som blir inkludert. Funnene fra litteraturstudien blir i senere faser av arbeidet evaluert og drøftet om de er relevante for den norske konteksten. Fokuset har dermed vært på å identifisere et bredt spekter av mulige faktorer, fremfor å lete etter faktorer som er omfattende undersøkt, og som har godt grunnlag av underbyggende data for å påstå at de er viktige. Av samme grunn ble det under kodingen inkludert faktorer som indirekte eller bare kort nevnes, selv om den aktuelle faktoren ikke var en del av funnene i den aktuelle artikkelen. På grunn av det kvantitative fokuset, ble det sett på som tilstrekkelig at artikler som ønskes å brukes i datagrunnlaget har gjennomgått fagfelleevaluering (peer review). Alle artiklene betraktes dermed som akseptable da alle er publisert gjennom Elsevier databasen, som betyr at de har gjennomgått kvalitetssikring.

4.2.4 Styrker og svakheter

Styrken med litteraturstudier er at man kan få tilgang til et stort datagrunnlag for å sette seg inn i et fagområde, med forutsetning om at tema forskes på og at relevante funn blir publisert. Litteraturstudie var derfor en lite ressurskrevende og effektiv tilnærming for å samle et informasjonsgrunnlag bestående av relevante faktorer i denne studien. En systematisk tilnærming var for øvrig en forutsetning for å oppnå et etterprøvbart resultat. Svakheterne ved litteraturstudien kan knyttes til bias som av Campbell Collaboration (2018) defineres som:

En systematisk error som leder til aksept av resultater og konklusjoner i en studie uten å, på en tilstrekkelig måte, undersøke muligheten for feilaktig eller misledende presentasjon av funn.

Campbell Collaboration (2018) trekker frem to hovedkategorier, bias tilknyttet innholdet i artiklene/forskningen og bias tilknyttet prosessen. En gjennomgående utfordring med litteraturstudier er dermed at det kreves bevissthet rundt potensiell bias gjennom hele prosessen, noe som både kan være krevende og til tider vanskelig. Bias kan være vanskelig å identifisere, og det krever at man tar stilling til hva som er akseptabelt og ikke. Bias i prosessen kan kategoriseres i fem nye kategorier som kan ses i tabell 6. Ved å gjennomføre tiltakene senses biasen å være akseptabel.

Tabell 6: Bias i litteraturstudieprosessen

Kategori	Beskrivelser	Vurdering av relevans	Taltak/kriterier
Bias i design	Bias kan for eksempel forekomme når forskningsspørsmål, inkludering- og ekskluderingskrav blir utformet, som følge av for eksempel forventinger til positive funn eller fordommer som påvirker hvilket type spørsmål som stilles.	Lav	Inkludering og ekskluderingskrav er direkte tilknyttet forskningsspørsmål som ble formulert før det var bestemt at det skulle utføres en litteraturstudie.
Bias i lokalisering av studier	Filtrering som publikasjonsår, databaser og geografiske grenser begrenser hvilke funn man finner. Det er også bias knyttet til all informasjon som ikke blir publisert fordi resultatene ikke har signifikante funn.	Medium	Konsekvensen av filtrering skal diskuteres.
Bias i utvalgelse av studier	Utydelighet i forkant av utvelgsfasen skaper bias for eksempel i form av at relevante treff blir oversett, fordi det ikke er gjensidig enighet om hva som er interessant.	Medium	Det ble utformet en søkeprotokoll for å forebygge denne type bias.
Bias i behandlingen av studier	Dette punktet kan kyttes til presentasjonen av bare et utvalg av resultater og funn.	Høy	For å forebygge feilaktig fremstilling av funn blir det fokusert på å ha en kvalitativ fremstilling, hvor det hovedsakelig er antall i de ulike kategoriene som fremstilles.
Konklusjonsbias	Det siste steget i arbeidet er å presentere konklusjonene som er trukket. Denne kan forklares med behovet om å være åpenhet og tydelighet rundt eventuelle bias, mangler og begrensninger.	Medium	Det dedikeres et egen avsnitt for å diskutere mangler og begrensninger.

4.2.5 utfordringer

Nyttig informasjon kan ha blitt oversett da fokuset i studien var å heller gjennomgå et større antall artikler fremfor å finlese få. Som følge av dette er det antatt at det har forekommet både type en og type to feil i henhold til Kjellén and Albrechtsen (2017) klassifisering av feil i databasesøk. Type en feil utgjør relevant data som ikke blir fanget opp mens type to feil er data som tas med på tross av at den ikke er relevant (Kjellén and Albrechtsen, 2017). Den valgte strategien medførte at bare et lite utdrag av hver artikkel har blitt gjennomgått. Andre faktorer som ikke direkte er tilknyttet funnene i de aktuelle studiene kan ha vært diskutert i artikkelen uten at de ble trukket frem i sammendraget eller konklusjonen. Dette kan ha medført type en feil. Det var også forekomst av type to feil i form av at det ble foretatt antagelser, basert på sammendrag, om at det ville fremkomme faktorer i konklusjonen uten at det var tilfellet. Disse feilene ble imidlertid fanget opp senere steg i prosessen, og eneste konsekvens er bortkastet tid. En annen type to feil som imidlertid potensielt vil kunne påvirke resultatene mer, er om utsagn i studiene har blitt tolket feil. Dette vil potensielt kunne medføre at noe annet feilaktig identifiseres som en påvirkende faktor, også feilkategorisering kan medføre type to feil. Feiltolking i teksten kan relateres til What-You-Look-For-Is-What-You-Find (WYLFIWYF) prinsippet til Lundberg et al. (2009) , som er nødvendig å være bevisst på i slike prosesser.

En annen utfordring som kan ha påvirket frekvensen av faktorer, spesielt om man sammenligner de ulike artiklene seg imellom, er tilfeller hvor det ble avveket fra protokollen når det kommer til å bare lese sammendrag og konklusjon. Årsaken til at dette ble gjort er at det i de aktuelle tilfellene var tydelig at artikkelen inneholdt mer nyttig data enn hva som fremkom i sammendraget. Denne avgjørelsen ble tatt på bakgrunn av at ett bredere spekter med faktorer er mer hensiktsmessig enn frekvensanalyse. Selv om det kan ha forekommet feil som potensielt påvirker kategorisering av kodingen og frekvensen av funnene, tolkes feilene likevel som lite påvirkende for kvaliteten i resten av arbeidet. Grunnen til dette er at faktorene bare danner et utgangspunkt for videre arbeid, som betyr at ikke-relevante funn vil bli tatt bort og nye funn vil bli lagt til.

Utfordringer tilknyttet overførbarheten til den norske bransjen er også nødvendig å nevne da dette kan relateres til bias. Fordi det ble problematisk å finne studier og artikler som er basert på den norske bransjen, ble det nødvendig å hente læring fra andre land og forskningsmiljø. Funnene fra litteraturstudiene alene kan derfor ikke benyttes for å gi anbefalingen til den norske bransjen. Dette var en utfordring som var forutsett og forsøkt tatt høyde for gjennom kombinasjonen som ble valgt i forskningsdesignet.

4.3 Ex post facto studie

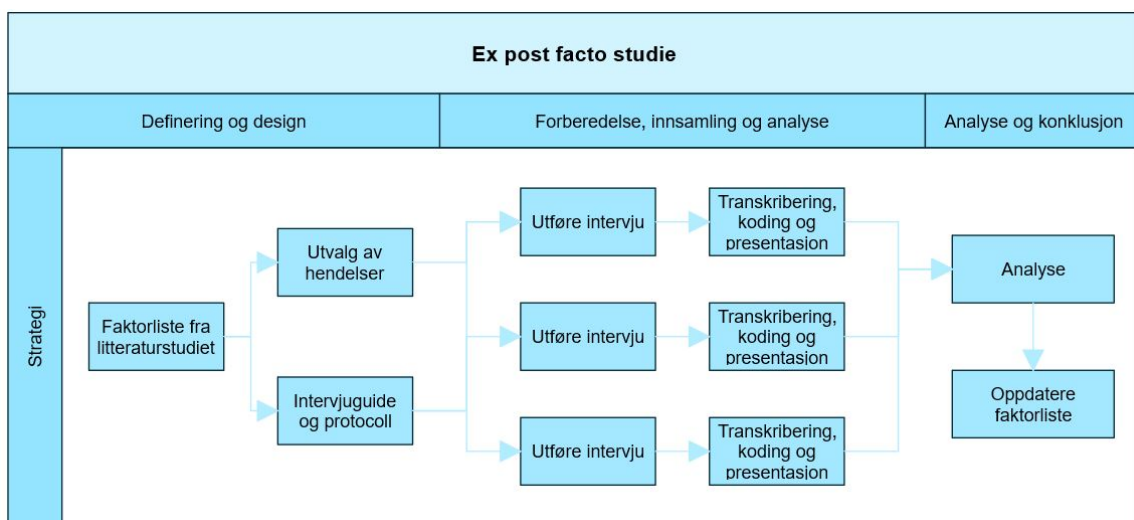
For å knytte faktorene i litteraturen opp mot den norske bygg- og anleggsbransjen, se hvordan prosjektering praktiseres og finne eventuelle nye faktorer, var det bestemt å undersøke hendelser med bakenforliggende årsak som kan knyttes til prosjektering. Ex post facto studie var egnet til dette formålet.

Ex post facto studie er en forskningsmetode som undersøker fakta som allerede har oppstått eller som ikke kan kontrolleres naturlig. Metoden karakteriseres med at forskeren ikke kan kontrollere forskningsvariablene, men kan bare gjengi eller undersøke hva som har skjedd eller hva som skjer. (Kothari, 2004; Nnadi-Okolo, 1990)

4.3.1 Fremgangsmåte

Ex post facto studie ble gjort ved å utføre intervju med prosjekterende og andre personell (hovedsakelig HMS-rådgivere) som hadde kjennskap til de aktuelle hendelsene og/eller var direkte involvert i prosjektet. I etterkant ble et spørreskjema sendt ut for å evaluere hvor relevante funn fra litteraturstudien og intervjuene var for de aktuelle hendelsene og på generell basis. Figur 11 viser arbeidsprosessen i ex post facto studien.

Figur 11 viser arbeidsprosessen for gjennomføring av ex post facto studie.



Figur 11: Ex post facto studie arbeidsprosess

Optimalt ville det blitt gjennomført undersøkelser av hendelser til studien oppnår metning av data. Dette er når det ikke er noe mer nye eller relevante data i kategoriene, det er gode nok variasjon i data eller når det er tydelige forhold mellom kategoriene (Corbin and Strauss, 2014), men av tidshensyn ble det satt et mål på 12 hendelser. Videre beskrives framgangsmåten for planlegging og utførelse av ex post facto studien.

1. Planlegging av gjennomførelse

Det ble bestemt å bruke hendelser i BA-prosjekter, fordi virksomheter lager læringer/rapporter etter hendelser og har innsikt i hendelsesforløpet og årsakssammenhenger. Flere hendelser undersøkes fordi det er variasjoner i prosjekter og organisasjoner, og felles funn kan trekkes ut og styrke påliteligheten av funnene. Intervju med personell med kjennskap til hendelsene skal gi innsikt i hendelsesforløpet, årsakene og belyse hvilke faktorer som har påvirket hendelsene. Etter intervju sendes en spørreundersøkelse til alle som har deltatt på intervju. Dette for at de skal vurdere faktorene i faktorlisten opp mot den/de aktuelle hendelse(n) og på generell basis. Funn som ikke fremkom i intervju kan dermed belyses i spørreskjema. Intervju gjennomføres med en informant om gangen og før spørreundersøkelse for å ikke påvirke informantenes svar i intervju.

2. Anskaffelse av hendelser og deltakere til intervju og spørreundersøkelse

Virksomheter i bransjen ble kontaktet gjennom e-post og det ble samarbeid med to entreprenørselskaper, hvor de delte hendelser, stilte opp til intervjuer og svarte på spørreundersøkelser. I utgangspunktet var det kun hendelser som skulle undersøkes, men prosjekterende med kjennskap til gitte hendelser var ikke tilgjengelige. Det var ønskelig med innsikt i prosjekterende sitt ståsted også, derfor ble det utført et intervju med en prosjekterende uten utgangspunkt i en hendelse. Vedkommende fikk da snakket generelt om arbeidsoppgavene, utfordringene og forbedringspotensialer. Kontaktinformasjon til deltakerne, videre kalt informanter, ble videreformidlet av entreprenørselskapene. Deltakerne ble i første omgang kontaktet gjennom e-post, hvor de fikk informasjon om prosjektgruppen, masteroppgavens tema og formålet med intervju og spørreundersøkelse. Tidspunkt for intervju ble i etterkant avtalt med informanter som hadde mulighet til å delta. Tabell 7 viser en oversikt over hendelsene og informantene.

Tabell 7: Hendelser og informanter

Hendelse	Kort beskrivelse av hendelse	Informanter/stilling
A	Branntilløp ved sveisearbeider	HMS-rådgiver (1) Produksjonsleder (5)
B	Fallende betongbjelke	HMS-rådgiver (1) Seniorrådgiver HMS & kvalitet (4)
C	Fall gjennom utsparing og ned i ventilasjonskanal	HMS-rådgiver (1)
D	Belastningskade ved vindus innsett	HMS-rådgiver (1)
E	Fall gjennom utsparing og ned på betongdekke	HMS-rådgiver (1) Seniorrådgiver HMS & kvalitet (4)
F	Fallende etterstemplinstøtte	Seniorrådgiver HMS (2)
G	Fallende rekkverkstøtte	Seniorrådgiver HMS (2)
H	Svekket betongvegg	Seniorrådgiver HMS (2)
I	Vegg element falt ned	Seniorrådgiver HMS (2)
J	Fallende rekkverk	Seniorrådgiver HMS (2)
K	Fall fra gardintrapp	HMS-leder (3)
L	Ras ved utgraving	HMS-leder (3)
M	Utfordringer med montering og andre drift i byggeplassen pga. søyle plassering	HMS-leder (3)
N	Generelle prosjekteringsarbeid	Prosjekteringsleder (6)

Et tall viser til en informant. Det var totalt seks informanter som hadde kjennskap til en eller flere hendelser. Gruppen med informanter besto hovedsakelig av HMS- og kvalitetspersonell, men mange av informantene har lang erfaring i bransjen og har hatt andre stillinger og jobbet i ulike deler av BA-prosjekter, noe som har gitt perspektiver sett fra flere ståsteder.

3. Forberedelser til intervjuer

Intervjuguide og informasjonsskriv/samtykkeerklæring, som kan ses i vedlegg B, ble utformet og sendt til informantene før intervju. Det ble valgt å gjennomføre intervjuene halvstrukturert. Halvstrukturert intervju forklares av Kvale and Brinkmann (2009) som gode for å innhente beskrivelser for så å tolke beskrevne fenomener, og er derfor godt egnet for det aktuelle formålet. Spørsmålene ble formet åpne og oppfølgingsspørsmål ble stilt ut ifra informasjon som fremkom i intervju.

4. Datainnsamling - Gjennomføre intervjuer

Alle intervjuene var på norsk og ble utført i løpet av mars 2020 gjennom videochat på Skype eller Microsoft Teams, bortsett fra et intervju som ble utført gjennom telefonsamtale. Dette var under korona-pandemien 2020 og fysiske intervjuer var dermed ikke aktuelt. Alle intervjuer er utført i henhold til intervjuguiden som kan ses i vedlegg C, og tatt opp med en diktafon. Varighetene på intervjuene varierte etter hvor mange hendelser en informant hadde, men det ble satt en maks varighet i et intervju på en time.

Alle i prosjektgruppen var tilstede på intervjuene, men en person fungerte som møteleder og stilte alle spørsmålene i intervjuguiden. Før selve intervjuet ble informanten kort orientert igjen om formålet og hensikten med forskningsstudien, hvilke data som samles inn og hvordan data behandles. Orientering eller såkalt "briefing" og skriftlige og formelle avtaler/samtykkeerklæring kan fungere som en beskyttelse eller sikkerhet for både forsker og deltaker om det skulle oppstå konflikter (Kvale and Brinkmann, 2009). Spørsmålene i intervjuguiden ble deretter spurt etter rekkefølge. Oppfølgingsspørsmål ble spurt når det passet under intervjuene. Siste spørsmål var helt åpent slik at informant kunne tilføre mer informasjon eller eventuelt ta opp noe annet som kan være nyttig. Ved slutten av intervjuet takket prosjektgruppen informanten for oppmøte og informerte om spørreundersøkelsen.

5. Strukturering av data

Rådata fra intervjuene ble bearbeidet gjennom to steg; transkribering og koding, som beskrives videre:

1. *Transkribering*

Alle innspillingene ble lyttet til og transkribert, dvs. overført fra tale/lyd til skriftlig tekst. Transkriberingen ble gjort fortløpende etter intervju og ble lagt inn i NVivo. Det meste ble transkribert ordrett. Deler av intervjuet som ikke var hensiktsmessig å gjengi ordrett ble kun skrevet i stikkordsform, f.eks. introduksjon, gjentakelser og uformelle samtaler underveis som hadde lite med tema å gjøre.

2. *Koding*

Data ble etter transkribering kategorisert (kodet) i NVivo. Dette ble gjort ved å lese gjennom intervjueteksten og sortere funn i kategorier og underkategorier, såkalt åpen koding (Corbin and Strauss, 2014). Faktorlisten i litteraturstudien ble brukt for å kategorisere dataene fra intervjuene. Hovedtemaene og faktorene i listen ble brukt som kategorier og underkategorier, i tillegg ble det lagt inn nye kategorier eller underkategorier for nye temaer/faktorer.

6. **Datainnsamling - Utforme, utsendelse og mottagelse av utfylt spørreskjema**

Etter intervjuene ble en spørreundersøkelse, som kan ses i vedlegg D, sendt til alle informanter på e-post. Spørreskjema ble utformet med utgangspunkt i faktorlisten som ble oppdatert etter intervjuene, dvs. funn fra litteraturer og intervjuer i ex post facto studien. I spørreskjema vurderte informantene hvor sannsynlig de er at faktorene i faktorlisten har påvirket hendelsen(e) og hvor viktig de er på generell basis. Under utformingen av spørreskjema ble følgende elementer diskutert; bruk av “vet ikke” / “ikke relevant”, antall svaralternativer (hvor nyansert må data være?) og passende svaralternativer. Det ble gitt en frist på to uker og svar på spørreundersøkelse ble sendt tilbake på e-post.

7. **Analyse**

For å trekke ut de viktigste funnene i intervjuene ble hver kategori og underkategori gjennomgått systematisk en etter en. Svarene i spørreskjema ble statistisk fremstilt. Følgende analyser ble gjennomført:

- *Frekvensen av faktorene*
Antall ganger hvert tema og hver faktor omtales av informanter.
- *Sammenhenger og forskjeller i intervjuene*
Hvert tema og hver faktor gjennomgås for å se etter sammenhenger og forskjeller innenfor hver kategori.
- *Funn i spørreskjema*
Om noen faktorer rangeres som en faktor som har påvirket hendelsen, men som ikke fremkom i intervju.
- *Hendelse og generell basis i spørreskjema*
Se etter forskjeller og likheter mellom hvordan informantene har rangert faktorene opp mot hendelsen(e) og på generell basis.

Resultatene fra ex post facto studien brukes videre i diskusjoner og i den overordnede analysen med funnene fra alle metodene. I den overordnede analysen trianguleres funnene og de settes i en større sammenheng.

4.3.2 Kvalitetsikring

I kvalitative metoder kan nøytralitet og sensitivitet være viktig å tenke på for at resultatene skal være så objektive og nøytral som mulig og få frem viktige nyanser og sammenhenger. Sensitivitet handler om å ha innsikt og å kunne plukke ut relevante problemer og hendelser under innsamling og analyse av data (Corbin and Strauss, 2014). For å sikre nøytraliteten var ledende spørsmål og avbrytelser unngått i intervjuene. Ifølge Jacobsen (2015) er forskerne i utgangspunktet formet av sine egne syn og verdier, derfor kan man heller ikke være helt objektiv. Det gjøres likevel oppmerksom på mulige bias når data gjengis og analyseres, og prosjektgruppen på to personer kvalitetssjekket hverandres arbeid. Sensitiviteten ble sikret i intervjuene ved å ta opptak for riktig gjengivelse, og å stille oppfølgingsspørsmål som oppklarte eventuelle antagelser og sørget for at informanten var riktig forstått.

Kvaliteten på intervjuene kan også påvirkes av tilliten mellom forsker og informant (Tjora, 2012). For å opparbeide tilliten ble informasjonsskriv/samtykkeerklæring sendt til alle informanter hvor de ble informert om hvordan personopplysningene ble behandlet konfidensielt og at datamaterialene anonymiseres. I starten av intervjuene ble informantene igjen orientert om informasjonene. Dette skulle sørge for at informantene var kjent med informasjonsskrivet, at de svarte ærlig og at de ikke holdt igjen viktige opplysninger.

For å kvalitetssikre spørreskjema ble det gjennomlest av eksterne personer som kom med tilbakemelding på utforming og innhold. Det ble sett etter tydelighet, forekomst av flere spørsmål på en gang, ledende spørsmål, tekniske uttrykk, sjargong og akronymer. For å fange opp eventuelle andre viktige aspekter, var det gitt mulighet for fritekst svar ved spørsmålene.

4.3.3 Styrker, svakheter og utfordringer

Kjente begrensninger for ex post facto studie er at forskeren ikke kan manipulere eller kontrollere forskningsvariablene tilknyttet hendelsen, metodens retrospektive natur var dermed godt egnet til formålet. En stor fordel med metoden er at data allerede er samlet og er kjent. Ex post facto studie er dermed mindre ressurskrevende enn for eksempel case-studie, som undersøker et fenomen i sin naturlige kontekst. Datainnsamlingen har likevel tatt tid.

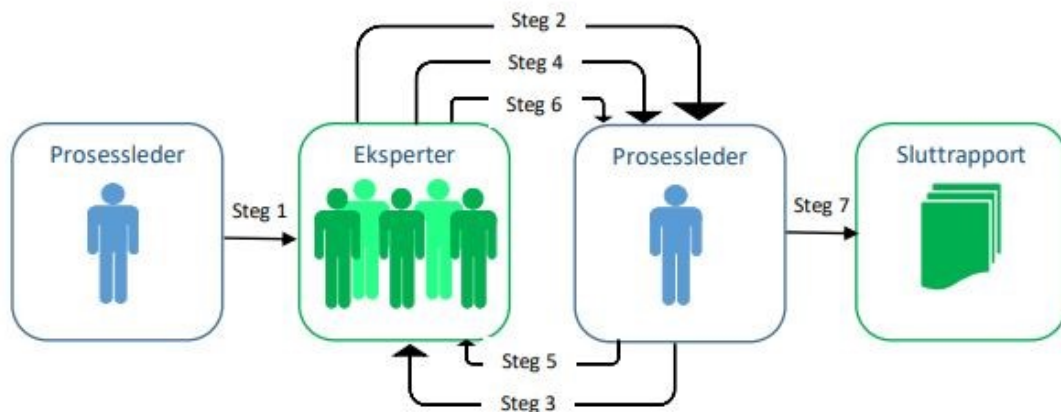
En ulempe i denne studien er at prosjektgruppen i liten grad kunne velge hendelsene, og det var usikkert om noen med kjennskap til hendelsene kunne stille opp til intervju og svare på spørreundersøkelsen. Prosjektgruppen ønsket en gruppe med informanter som representerte ulike aktører, men det var hovedsakelig HMS-personell som kunne stille opp. Det var spesielt ønskelig med innsikt i prosjekterendes perspektiv på hendelsene, men dette har vist seg å være vanskelig da de fleste ikke var tilgjengelige eller ikke jobbet for bedriftene lenger.

Det var en utfordring å lage gode spørreskjema med spørsmål og faktor som forstås på samme måte av alle informanter. Spørreskjema i delphi-studien inneholdt de samme faktorene som i ex post facto studien, og det ble oppdaget at informantene hadde tolket noen av faktorene på ulike måter. Informantene i ex post facto studie fikk spørreundersøkelsen etter intervju. Prosjektgruppen vet derfor ikke hva informantene har lagt i faktorene, men det utelukkes ikke at de har tolket spørsmål og faktorene annerledes enn prosjektgruppen.

4.4 Delphi-studie

I den avsluttende delen av datainnsamlingen ble delphi-metoden brukt for å kvalitetssikre tidligere funn, identifisere eventuelle nye funn, samt å få innspill på hvordan prosjekterende kan bidra positivt.

På 50-tallet utviklet RAND Corporation delphi-metoden for militære formål (Centre for Workforce Intelligence, 2016). Metoden kan brukes interaktivt i prognose- og prediksjonsarbeid og beskrives som en strukturert kommunikasjonsteknikk (Sager and Samset, 2019). Datainnsamlingen fasiliteres av en prosessleder som først setter i gang en datainnsamling av individuelle vurderinger fra en ekspertgruppe. Videre blir anonymiserte funn presentert for gruppen og atypiske svar bes begrunnes (Sager and Samset, 2019). Spørsmålene og svarene blir således revidert i så mange runder som ønskes eller til stopp-kriterier er innfridd, se figur 12. Til slutt utformes det en sluttrapport. I kapittel ?? blir stegene knyttet til gjennomførelsen. Metoden kommer i ulike varianter, som for eksempel mini-delphi og "Estimate-Talk-Estimate" som det gjerne heter når man utfører studien i møter.

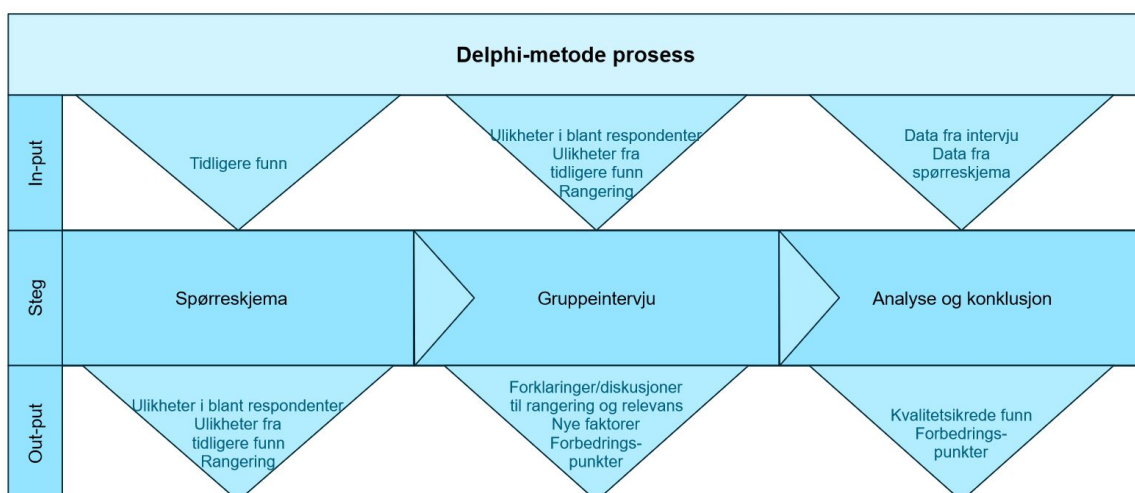


Figur 12: Delphi-metoden forklart av Sager and Samset (2019)

Rasjonale bak utviklingen av metoden er at beslutninger og prognoser trolig blir mer nøyaktige når de kommer fra strukturerte grupper kontra ustrukturerte grupper. Fordi svarene blir revidert basert på andre eksperters svar, antas det at det kollektive svaret vil konvergere mot det "faktiske" svaret. (Sager and Samset, 2019)

4.4.1 Fremgangsmåte

I studien ble det utført to steg med datainnhenting fra ekspertgruppen som medfører både fordeler og ulemper som diskuteres senere. I første steg sendes det ut spørreskjema, og det andre steget er gruppeintervju. Avslutningsvis i intervjuet ble ekspertene spurt om diskusjonen hadde medført at de hadde endret oppfattelse eller mening om hovedtema. Prosessen kan ses i figur 13.



Figur 13: Prosessen for delphi-metode inspirert studie

I studien ble følgende fremgangsmåte fulgt:

1. Planlegging - Identifisere og kontakte aktuelle respondenter

I forkant ble det definert hvilken type informanter som trolig satt på kunnskap som var relevant med utgangspunkt i formålet. Videre ble det satt et mål om minimum 12 deltakere. Identifisering av potensielle deltakere ble gjort gjennom snowballing hvor de som har kjennskap til bransjen har bidratt med kontakt til andre personer med relevant erfaring.

Informantene ble kontaktet gjennom e-post og informert som i ex post facto studie, se fremgangsmåte i 4.3.1. Tabell 8 viser en oversikt over informantene og hvilken type virksomhet de representerer. Informantene representerer også ulike aktører og flere har både vært på byggherre- og entreprenørsiden. Et tall viser til en informant. Det var totalt 12 informanter.

Tabell 8: Deltakere i delphi-studie

Gruppe	Virksomhet	Stilling	År i bransjen	År i stilling
1	Byggherre	Rådgiver SHA (7)	20	4
1	Konsulent	Seniorrådgiver HMS/SHA (8)	10	10
1	Konsulent	Rådgiver SHA (9)	3	7
2	Konsulent	Seniorrådgiver HMS (10)	15	15
2	Byggherre	Leder HMS QR Projects (11)	34	6
2	Konsulent	Senior prosjektleder (12)	20	10
3	Konsulent	Seniorrådgiver SHA (13)	30	13
3	Konsulent	Seniorrådgiver HMS/SHA (14)	18	18
3	Arkitekt	Arkitekt, daglig leder (15)	20	4
4	Byggherre	Fagansvarlig SHA (16)	32	7
4	Konsulent	Sivilingeniør, vegplanlegger (17)	3	3
4	Konsulent	Seniorrådgiver HMS (18)	19	19

2. Utforme spørreskjema

Spørreskjema, som kan ses i vedlegg F, ble utformet på samme måte som i ex post facto studien, men med noe forskjellige spørsmål. I spørreskjema vurderte informantene hvor sannsynlig faktorene i faktorlisten påvirker sikkerheten i utførende fase på generell basis og hvor mye faktorene fokuseres på i dag. Utforme spørreskjema utgjør forarbeidet til steg én i henhold til figur 13.

3. Datainnsamling - Utsendelse og mottagelse av utfylte spørreskjema

Spørreskjema og samtykkeerklæring ble sendt ut via e-post og innkommende svar ble ordnet i et Excel-dokument. Analysen danner videre grunnlag for intervjuguide. I forkant ble det satt kriterier til hvor stort avvik det må være i svarene for at spørsmålet skal utdypes. Utsendelse og mottagelse av spørreskjema til ekspertene utgjør steg én og to i henhold til figur 13.

4. Datainnsamling - Gjennomføre gruppeintervjuer

For å effektivisere prosessen ble det i stedet for å gjennomføre flere spørreskjema-runder, gjennomført fire gruppeintervjuer med tre til fire deltakere på en time hver. Alle intervjuene var på norsk og ble utført i mars 2020 etter ex post facto intervjuene, gjennom videosamtale på Microsoft Teams. Intervjuene ble utført i henhold til intervjuguiden som kan ses i vedlegg E. Her ble de sammenfattede funnene fra spørreskjema gitt tilbake til ekspertgruppen og atypiske funn diskuteres. Videre ble tilleggsspørsmålet om forbedringspunkter tatt opp. Å utforme intervjuguide og å stille spørsmål til ekspertene utgjør steg 3, svarene i intervjuene utgjør steg 4 i henhold til figur 13.

5. Strukturering av data og analyse

Gruppeintervjuene ble lagt inn i NVivo og transkribert, kodet og analysert på samme måte som i ex post facto studien. I NVivo ble delphi-funnene systematisert og sammenlignet med tidligere funn. Til slutt ble funnene i alle metodene presentert og analysert samlet.

4.4.2 Kvalitetssikring

Kvaliteten av denne delen av datainnsamlingen er som i ex post facto studien avhengig av kvaliteten på intervjuene. For å ivareta kvaliteten i den kvalitative delen av denne datainnsamlingen ble samme prosedyre, hensyn og tiltak gjennomført som forklart i ex post facto studie. Den eneste forskjellen er at det i gruppeintervjuene legges til rette for diskusjon, og at det dermed etterstrebes en mer observerende rolle. Et annet aspekt som påvirket kvaliteten er prosessen for innsamling av data gjennom spørreskjema. For å sørge for kvalitet i spørreskjema ble samme tiltak gjort som i foregående metode. Spørsmålene i spørreskjema styrte i stor grad temaene i gruppeintervjuene. For å fange opp eventuelle viktige aspekter som ikke ble diskutert fordi det ikke var et spørsmål i spørreskjema, ble det stilt et åpent spørsmål på slutten av diskusjonen hvor andre viktige elementer kunne diskuteres.

4.4.3 Styrker og svakheter

Centre for Workforce Intelligence (2016) viser til at metoden krever mye ressurser, men er godt egnet om man har behov for en god forståelse for tema som skal undersøkes og/eller kvantifisere det. Muligheten for å kombinere både kvalitativ og kvantitativ tilnærming var hovedårsaken til at valget falt på denne metoden. Som Centre for Workforce Intelligence (2016) viser til er det imidlertid tidkrevende å utføre flere runder med spørreskjema, Sager and Samset (2019) estimerer at en tre-runders delphi-studie kan ta tre til fire måneder. Det må også nevnes at det er mindre hensiktsmessig å kjøre en kvalitativ innsamling om en skal undersøke nye tema. Med utgangspunkt i hvilken informasjon som var ønsket og et ønske om å effektivisere prosessen, ble gruppeintervju valgt fremfor flere antall runder med spørreskjema.

Å kvalitetssikre funnene opp mot prosjekterende sin egen forståelse av situasjonen i bransjen er den delen av studien som spesielt kunne hatt fordel av å gjennomgå en mer typisk delphi-studie. Funnene skal ikke kvantifiseres for videre bruk, derfor konkluderes det med at så lenge respondentene er enig i at faktorene sannsynlig eller svært sannsynlig har en positiv effekt på sikkerhetsprestasjonen så er det ikke nødvendig å få mer “finjusterte” funn. Om det skulle forekomme store variasjoner i spørreskjema i forkant og tilsynelatende ikke samstemthet i diskusjonen i intervjuet kan det bli nødvendig å sende ut skjema på nytt i etterkant, eller konkludere med at det er forbundet stor usikkert om faktoren kan gi en positiv effekt på prestasjon.

Fordelen av å ta 2. runde datainnsamling i form av gruppeintervju er at man da har stor fleksibilitet og kan stille spørsmål, slik at interessante og atypiske funn fra spørreskjema starter gode diskusjoner. Dette kan gi tilgang på rikere informasjon enn hva man kan få fra et spørreskjema. Det negative med en slik tilnærming er at man mister noe anonymitet, og det vil trolig være vanskeligere å stå frem med en atypisk mening når man må forsvare denne i felleskap med andre.

4.4.4 utfordringer

Valget om å kombinere spørreskjema og intervju har som nevnt medført at deltakerne mister muligheten til å dele oppfatninger anonymt. Dette kan medføre at atypiske meninger ikke kommer frem til sin rett eller at deltakere tar “overhånd” i diskusjonene og får andre deltakere til å “jatte med”. Den største utfordringen er trolig at intervjustyrer må tolke om det er enighet eller ikke før man går videre. En annen utfordring er styring av tid på grunn av variasjoner mellom gruppene og tidsbruk.

Planen var i utgangspunktet å utføre en større work-shop med alle deltakerne. Denne løsningen kunne potensielt gjort det lettere å dele sesjonen i to og innført en runde til med spørreskjema og pause midt på dagen. Dette kunne da ha vært steg fem og seks i henhold til figur 13. For å holde oss tro til metodikken og for å slippe spekulasjon om hva andre deltakere mener, ble bare differanse (atypiske svar) internt i gruppene diskutert. Hadde det vært gjennomført work-shop hvor alle var til stede, er det trolig at det hadde vært identi-

fisert flere faktorer med atypiske svar. For eksempel ville det i en gruppe med differansen på 2 for en faktor, med 3 som minimum og 5 som maksimum, ikke bli startet en diskusjon. Den samme faktoren vil heller ikke bli diskutert om det i en annen gruppe har minimum på 1 og maksimum på 3. Helhetlig for hele gruppen er differansen på 4, som i henhold til kriteriet tilsier stor uenighet, men dette vil potensielt ikke fremkomme av data. Dette ville blitt fanget opp i en felles diskusjon og en work-shop ville dermed vært mer hensiktsmessig og gitt bedre datagrunnlag. Gruppesammensetning har dermed påvirker.

Av litteraturen tilhørende metoden fremkom det at overforenklet spørreskjema er en utfordring da det ikke gir rom for nye ideer. I dette arbeidet var imidlertid det motsatte et problem, at spørreskjema ble for lite spesifikt. I flere av diskusjonene ble det tydelig at deltakere hadde tolket spørsmål ulik og svart basert på det de mente var viktigst på det aktuelle spørsmålet. Eksempelvis kan en deltaker ha svart at en faktor var viktig på bakgrunn av et lite element innenfor den aktuelle faktoren, mens en annen også ga høy score til samme faktor, men med fokus på noe helt annet. Det negative med dette er at de tallfestede verdiene har en større usikkerhet enn først antatt og sammenligningsgrunnlaget er dårligere. En annen negativ side er at uenigheten som ved bruk av et mer spesifikt spørreskjema kunne blitt ført frem i lyset, ikke ble diskutert. Fordelen med den generelle spørrelyden er at diskusjonene ble rike, og det fremkom nyanser og gråområder rundt faktorene som ble diskutert. Dette åpnet også for muligheter for å identifisere hvilke elementer av faktorene som hyppig trekkes frem på tvers av gruppene.

Det var også utfordringer tilknyttet å få utfylte spørreskjema innen tidsfristen. Problemet var at sene svar påvirket intervjuguiden for de første gruppene da gjennomsnittsverdiene danner kriterium hva som skulle diskuteres i noen spørsmål. Det kan ha medført at faktorer ble eller ikke ble diskutert uten samsvar med de faktiske utvelgelseskriteriene.

4.5 Metodiske betraktninger

Datainnsamlingen og analysen kan bli påvirket av bias, slik at meninger kan bli forvrengt. For å sikre at data gjengis riktig og objektivt fri fra bias er det viktig å tenke på forskningsstudiens reliabilitet og validitet.

4.5.1 Verifisering - reliabilitet og validitet

Reliabilitet handler om konsistensen og påliteligheten til forskningsresultater. Validitet sier noe om hvor gyldige resultatene fra en forskningsstudie er. (Kvale and Brinkmann, 2009)

Reliabilitet

Reliabilitet er ofte fremmet i forhold til spørsmål om et funn er reproducerbare, og om en forskning gir inntrykk at den er gjennomført på en pålitelig og tillitsvekkende måte (Kvale and Brinkmann, 2009; Thagaard, 2018). Spørsmål om reliabilitet kan fremkomme i utførelse av intervju, transkribering og analyse av data. For å ivareta konsistensen og påliteligheten av forskningsresultater var det gjort flere tanker og tiltak under hele gjennomførelsen. Det

ble bestemt å ikke legge mye føringer og ikke stille ledende spørsmål i intervjuene, da det kan ha en innvirkning på svarene (Kvale and Brinkmann, 2009).

En måte å sikre reliabel transkribering og koding, er at det gjøres av to personer og hver for seg (Kvale and Brinkmann, 2009). For å spare tid ble arbeidet for transkribering og koding fordelt på to personer. Prosjektgruppen sjekket deretter hverandres arbeid for å sikre riktig transkribering og koding. I analysen skal man helst unngå subjektivitet, men dette hindrer imidlertid kreativ tenking og variasjon (Kvale and Brinkmann, 2009). For å ta hånd om dette ble analysen utført av alle i prosjektgruppen, og kvalitetssikret gjennom diskusjoner, å ta felles beslutninger og avgjørelser og å se over hverandres arbeid.

Validitet

Det kan skilles mellom intern og ekstern validitet. Intern validitet handler om gyldigheten til resultatene for det undersøkte fenomenet (Thagaard, 2018). Ekstern validitet handler om i hvor stor grad resultatene i en studie av et begrenset omfang kan generaliseres eller kan gjelde i andre sammenhenger (Thagaard, 2018). For å styrke den interne validiteten i forskningsstudien var det benyttet flere metoder, hvor funn trianguleres for å styrke gyldigheten, sjekke kvaliteten på funn og for å komme så nærme “sannheten” som mulig. For å si noe om overførbarheten sammenlignes datamaterialene med funn fra tidligere studier. I litteraturstudien fremkom flere funn fra andre forskningsstudier og -miljøer som har mange likhetstrekk med datamateriale samlet i denne forskningsstudien, men med noe kulturelle forskjeller. Prosjektgruppen vil derfor si at denne studien er noe overførbart til andre bygg- og anleggsbransjer i andre land. Gruppen med informanter representerer også ulike aktører i bygg- og anleggsbransjen, de fleste informantene er imidlertid fra store til mellom store bedrifter. Derfor vil også prosjektgruppen si at funnene er relevant for andre bedrifter av samme størrelse, og i mindre grad for de minste aktørene.

I følge Thagaard (2018) kan forskeren styrke validiteten ved å tydeliggjøre grunnlaget for fortolkninger og gå kritisk gjennom analyseprosessen. For å tydeliggjøre grunnlaget for analysen er det valgt å presentere noen av rådataene i form av statistikker fra spørreskjema og sitater fra intervjuer. Analysen i denne forskningsstudien ble fordelt og skrevet individuelt av to personer, men det var hele tiden gjennomgang og lesing av hverandres arbeid. Arbeidet ble lest og kommentert av en utenforstående for å få kritiske vurderinger.

5 Resultat og analyse

I dette kapittelet blir empiri fra litteraturstudie, ex post facto studie og delphi-studie lagt frem og analysert i hver sine delkapitler. Videre blir resultatene presentert samlet og analysert som en helhet, hvor funnene trianguleres. Resultatene danner grunnlag for videre diskusjon og konklusjon i oppgaven.

Som beskrevet i foregående kapittel om forskningsdesign og -metodene, blir rammeverket til Manu et al. (2019) brukt som utgangspunkt for faktorlisten som revideres og oppdateres fortløpende i studien. For å oppnå en systematisk presentasjon av empiri, legges de kvalitative resultatene frem etter tematiske kategorier og/eller underkategorier i henhold til faktorlisten. Kvantitative empiri fra spørreskjema blir presentert som stolpediagram for hver av spørsmålene, og analysert. I slutten av delkapittel for hver metode vises hvilke endringer og oppdateringer som var gjort i faktorlisten.

5.1 Litteraturstudie

I første del av datainnsamlingen ble litteraturstudie utført med formål om å undersøke hva forskningsmiljøer sier om tematikken, og å identifisere flest mulig faktorer i prosjekteringsfasen som kan påvirke sikkerheten i utførende fase. Startpunktet for litteraturstudien er den ureviderte faktorlisten som er utformet basert på Manu et al. (2019) sitt studie. Dette kan ses visualisert i figur 7 i starten av metodekapittelet.

I litteraturstudien ble 44 artikler gjennomgått. Relevante funn for prosjekteringen som kan påvirke proaktiv sikkerhetsstyring er kodet inn i eksisterende faktorer i faktorlisten, og nye faktorer blir lagt til. Etter gjennomgangen er fordelingen på relevante funn per hovedtema som vist i tabell 9. Fra en ren kvalitativ tilnærming kan det basert på frekvensen antydes at *kompetanse*, *infrastruktur*, *samhandling og samarbeid* og *systemer* har en vesentlig påvirkningskraft på proaktiv sikkerhetsstyring prosjekteringen. Faktorlisten i sin helhet etter endt litteraturstudie med endringer og oppdateringer kan ses i kapittel 5.1.8.

Tabell 9: Frekvens av de ulike temaene

Tematiske kategorier	Antall ganger nevnt
Kompetanse	43
Samhandling og samarbeid	28
Organisatorisk erfaring	3
Strategi	7
Infrastruktur	35
Systemer	14
Regulering	2

Videre er faktorene innen hvert hovedtema forklart og gjengitt. Frekvenstabellen 9 viser til stor variasjon i hvor mye de ulike temaene omtales. Det er en sammenheng mellom hovedtema med høy frekvens og hvor utdypende de tilhørende faktorer omtales i litteraturstudien. På bakgrunn av at det er mer materiale tilgjengelig, og at det antas at det er en årsak til ulik fokus i litteraturen, er enkelte faktorer fokusert mer på enn andre.

5.1.1 Kompetanse

Hovedtema kompetanse defineres her som elementer som er relatert til enkelt individers kunnskap og erfaring, som støtter opp under ulykkes forebygging i prosjekteringsfasen. Kompetanse er tema i artiklene som oftest blir trukket frem som en viktig faktor for proaktiv sikkerhetsstyring i tidlig fase. Av de 44 dokumentene som ble gjennomgått, ble funn på at kompetanse er en påvirkende faktor kodet i 28 ulike artikler, som utgjør en forekomst på i overkant av 60% av artiklene (Poghosyan et al., 2018; Hardison et al., 2020; Hardison and Hallowell, 2019; Jin et al., 2019; Ibrahim et al., 2019; Din and Gibson Jr, 2019; Yuan et al., 2019; Manu et al., 2019; Mahamadu et al., 2017; Rashid, 2019).

De fleste av artiklene omtaler kompetanse direkte eller omtaler fraværet av kompetanse som et problem. Enkelte artikler viser til spesifikke deler innen kompetanse, mens det i andre artikler fremkommer en mer generell anerkjennelse om at kompetanse er viktig. Et eksempel er Mahamadu et al. (2017) sitt arbeid som viser til at kompetanse er et hoved forutsetning for å oppnå bra sikkerhetsfokus i prosjekteringen.

Videre beskrives de seks faktorene som er relatert til kompetanse, og det belyses hvordan litteraturen viser til at de ulike faktorene påvirker den proaktive sikkerhetsprestasjonen:

- **Prosjekterende sin kunnskap til proaktivt sikkerhetsarbeid**

Med kunnskap menes det informasjon som blir gitt til involverte, eller informasjon de involverte er inneforstått med, som kan støtte arbeidet med proaktiv sikkerhetsstyring i prosjekteringsfasen. Denne faktoren kan knyttes til enkelkretslæring (Schön and Argyris, 1996).

Faktoren er den under hovedtema kompetanse med høyest frekvens. I studien var denne faktoren omtalt i 16 av totalen på 44 artikler, som utgjør rett i underkant av 40%. Det varierer imidlertid på hvilken måte det argumenteres for at kunnskapen er sentral innen tema. I studien fremkommer det tre grupperinger. De ulike grupperingene utgjorde henholdsvis ni, to, og fem artikler.

- 1 - Kunnskap er viktig for utførelse.
- 2 - Kunnskap er viktig for å innføre.
- 3 - Generell HMS og proaktiv sikkerhetskunnskap bør inngå i utdanning.

Jin et al. (2019) viser til at ulykkesforebygging blir hindret som følge av for lite kunnskap om prosesser i den skarpe enden. Dette underbygges også av funn i studien til Dharmapalan et al. (2014), som imidlertid også presiserer at hjelpemiddel som er tilgjengelig for arbeidet er viktig. Goh and Chua (2016) og Toh et al. (2017) har begge undersøkt kunnskapsnivået på tema i Singapore. Begge konkluderer med at nivået er for lavt på tross av at landet har lovpålagte krav til implementering av konseptet sikkerhet gjennom prosjektering. Andre studier som nevner at kunnskapen er viktig for positiv effekt på sikkerhetsprestasjon er Ibrahim et al. (2019), Poghosyan et al. (2020), Xiahou et al. (2018) og Manu et al. (2019).

Artiklene i gruppe to trekker frem at kunnskapsnivå er viktig faktor for å i det hele tatt få sikkerhet gjennom prosjektering inn i bransjen (Tymvios, 2017; Dharmapalan et al., 2014; Gambatese et al., 2017; Edirisinghe et al., 2016). En av forklaringene det blir vist til, er at manglende kunnskap kan ses i sammenheng med frykt for at konseptet vil medføre negativ økonomisk påvirkning (Tymvios, 2017).

I den siste gruppen av artikler omtales behovet for forbedring av kunnskap gjennom utdanning (Toole, 2016; Tymvios and Gambatese, 2016a; Din and Gibson Jr, 2019; Behm et al., 2017; Toh et al., 2017). Toole (2016) viser til et behov for at sikkerhetsarbeid i prosjekteringsfasen innlemmes i byggingeniørens utdanning. López-Arquillos et al. (2015) støtter også dette, og trekker også frem mangel på kunnskap blant arkitekter og andre ingeniører. Funnene tilsier at skoler i Spania i økende grad dekker emner som generell HMS i aktuelle fag, men at det ifølge forfatteren er for lite spesifikt fokus på hva som kan gjøres i tidlig fase i prosjekter (López-Arquillos et al., 2015). Samme forsker viser til dette som et skjult problem da manglende kompetanse på området først blir tydelig når studentene kommer ut i arbeidslivet (López-Arquillos and Rubio-Romero, 2015). I de resterende artiklene foreligger det en mer generell etterlysning om fag eller tema, innenfor sikkerhet gjennom prosjektering, for alle utdannelser som kan relateres til involverte i prosjekteringsfasen (Toole, 2016; Din and Gibson Jr, 2019; Behm et al., 2017; Toh et al., 2017). Kursing og etterutdanning tekkes også frem som løsninger (Tymvios and Gambatese, 2016b; Din and Gibson Jr, 2019; Toh et al., 2017).

- **Prosjekterende sin erfaring med proaktivt sikkerhetsarbeid**

Med erfaring menes det opplevelser, sansning og handling som danner grunnlag for forståelse de involverte kan støtte seg på i arbeidet med proaktiv sikkerhetsstyring i prosjekteringsfasen. Erfaring ble trukket frem som påvirkende faktor, eller fraværet av den fremlagt som et problem, i seks av søketreffene (Hallowell and Hansen, 2016; Poghosyan et al., 2018; Din and Gibson, 2018; Hardison et al., 2020; Xiaer et al., 2011; Rashid, 2019). I artiklene fremkommer det hovedsakelig to ulike typer erfaring som kan være fordelaktig for proaktivt sikkerhetsarbeid i tidlig fase. Den første er tidligere erfaring med implementering av proaktiv sikkerhetsstyring (Manu et al., 2019; Rashid, 2019), og den andre er erfaring fra produksjonsleddet (Poghosyan et al., 2018). Hallowell and Hansen (2016) sine funn tilsier at prosjektering med erfaring fra produksjonsleddet scorer 45% bedre på fareidentifikasjon enn de uten. Dette funnet kan dermed settes i sammenheng med fordelene av å ha personell med slik erfaring tilgjengelig for konsultasjon, gi aktuell personell slik erfaring, samt rekruttering av prosjekterende med slik erfaring for å bedre sikkerhetsprestasjon.

- **Prosjekterende sin egenskap innen proaktivt sikkerhetsarbeid**

Tett relatert til kunnskap og erfaring er det en tredje faktor, egenskaper. Med denne faktoren viser det til hvor flinke personell er til implementering av proaktiv sikkerhetsstyring i praksis (Poghosyan et al., 2020). Med egenskaper forstås det at enkelte uten

erfaring og kunnskap scorer bedre på for eksempel fareidentifikasjon enn andre. Hal-lowell and Hansen (2016) fremlegger i sin artikkel, som tidligere vist til, at egenskapene spesielt nå det kommer til å identifisere farer er tett tilknyttet om vedkommende har erfaring fra den skarpe enden. Denne faktoren kan også knyttes til Behm et al. (2017) og Rashid (2019) sine funn hvor viktigheten av de involvertes “mind-set” nevnes.

- **Prosjekterende sin tilgang på internt eller eksternt HMS-, byggbarhet- og vedlikehold rådgivning**

Rasjonale for faktoren er at tilgang på rådgivning innen HMS, byggbarhet og vedlikehold kan brukes som en ressurs hvis det er tilgjengelig på rett plass til rett tid. Med intern tilgang menes det her i firma, mens med eksternt menes det konsulenter og underentreprenører i prosjektorganisasjonen. Slik rådgiving kan for eksempel støtte prosesser med faridentifikasjon, kvalitetssikring og tilrettelegging for produksjon. Denne faktoren fremkom også som viktig i tre artiklene som ble gjennomgått (Tymvios and Gambatese, 2016b; Hongling et al., 2016; Poghosyan et al., 2020). Tilgang på rådgivning kan også knyttes til en av de andre hovedkategoriene samhandling, som omtales senere. I artikkelen til Tymvios and Gambatese (2016b) fremlegges det at kunnskap om byggeprosesser og aktiviteter kan oppnås ved å samarbeid internt i prosjekt.

- **Tydelig definerte roller for arkitekter og rådgivere på ulike nivå, samt rekruttering av arkitekter og rådgivere til passende stillinger**

Det ble av Poghosyan et al. (2020) vist til at det er viktig med tydelig definerte roller blant de involverte og hensiktsmessig rekruttering til passende stillinger. Dette er en faktor som bare fremkom i én annen artikkel (Rashid, 2019). Rashid (2019) sine funn tilsier at behov for tolkingen av relevant lovverk kan medfører prosjekteringsrelatert sikkerhetsrisiko. Dette kan indirekte underbygge behovet for tydelige roller. Det nevnte studien er imidlertid fra Malaysia og er dermed aktuelt i en annen kontekst hvor konseptet sikkerhet gjennom prosjektering er lovpålagt, og er dermed ikke direkte overførbart til norsk bransje. Aspektet med rekruttering blir imidlertid ikke nevnt i denne artikkelen (Rashid, 2019).

- **Opplæring innen sikkerhet, helse og arbeidsmiljø for aktørene i prosjekteringsfasen**

Når kompetanse omtales som et viktig aspekt er det kanskje naturlig at også faglig utvikling nevnes. To av artiklene synliggjør behovet for dette og argumenterer for at det er hensiktsmessig å iverksette en kontinuerlig læringsprosess (Poghosyan et al., 2020; Mahamadu et al., 2017). Poghosyan et al. (2018) viser til behovet for “*design for occupational safety and health (DfOSH) continuous professional development (CPD)*” på området. Mahamadu et al. (2017) nevner “*human resources development*” som gjennom metoder og strategier kan bidra til en faglig utvikling. Overført til norsk kontekst er faktoren utvidet til å også ta med mer generell SHA opplæring.

- **Generell sikkerhetskompetanse**

Generell sikkerhetskompetanse er også et av punktene som gikk igjen i flere artikler. Av funnene til Hallowell and Hansen (2016) fremkommer signifikant variasjon av fareidentifikasjon prestasjon mellom personer med og uten kjennskap til energi- og barriereperspektivet. Det kan dermed antas at en grunnleggende forståelse for sikkerhetsteori kan ha en positiv effekt på proaktivt sikkerhets fokus i prosjekteringen. Hossain et al. (2017) viser også til sammenhengen mellom generell sikkerhetsforståelse og fareidentifikasjon, i artikkelen er det dog fremstilt som en utfordring om kunnskapen ikke er til stede. Også Xiahou et al. (2018) trekker frem mangel på sikkerhetskunnskap som en utfordring. I denne artikkelen er dette, som tidligere nevnt, relatert til implementering av sikkerhet i prosjektering generelt. Fordi denne faktoren i stor grad overlapper med faktoren som omhandler kunnskap, slås disse sammen.

5.1.2 Samhandling og samarbeid

Samhandling og samarbeid er temaet som er tredje mest nevnt i artiklene som fremkom av litteraturstudien. Når det her vises til samhandling menes det koordinering og gjennomføring av aktiviteter på tvers av grupper i prosjektorganisasjonen. Funnene i artiklene viser til fordelene av spesifikke elementer innen samhandling (Manu et al., 2019; Pirzadeh and Lingard, 2017), eller er mer generelt anerkjenner at samhandling er fordelaktig når målet er å oppnå proaktiv sikkerhetsarbeid i bygg- og anleggsprosjekter (Toh et al., 2017; Xiaer et al., 2011; Mahamadu et al., 2017; Rashid, 2019; Karakhan and Gambatese, 2017a). Manu et al. (2019) trekker i sitt studie frem behovet for fokus på både intern og ekstern samarbeid og presiserer fordelene. Pirzadeh and Lingard (2017) viser til at å forstå sosial interaksjon/informasjonsflyt kan gi en positiv effekt. Videre beskrives de tre faktorene som er relatert til samhandling.

- **Intern samarbeid**

Med intern samarbeid menes det i denne sammenheng arbeid internt i prosjektering, for eksempel samarbeid mellom arkitekter og rådgivende ingeniører. Det var bare Manu et al. (2019) og Pirzadeh and Lingard (2017) som satt dette direkte i sammenheng med proaktiv sikkerhetsprestasjon. Dette kan forklares med at flere eksperter involveres i prosjektering av et bygg eller anlegg, og de arkitektoniske og tekniske løsningene innenfor hvert fagområde vil påvirke hverandre.

- **Ekstern samarbeid**

Med ekstern samarbeid menes det samarbeid på tvers av organisatoriske grenser mellom involverte aktører. Funn viser til at ekstern samarbeid kan medføre positiv påvirkningskraft på proaktiv sikkerhetsprestasjon (Poghosyan et al., 2020; Saunders et al., 2016; Xiahou et al., 2018; Pirzadeh and Lingard, 2017). Når ekstern samarbeid fremkommer i artikler vises det ofte til samarbeid mellom arkitekter/rådgivende ingeniører og entreprenør (Pirzadeh and Lingard, 2017; Saunders et al., 2016, 2017). Andre konkrete faktorer som trekkes frem som påvirkende for sikkerhetsprestasjonen er dialog mellom prosjekterende og byggherre (Tymvios and Gambatese, 2016a,a; Goh and

Chua, 2016; López-Arquillos and Rubio-Romero, 2015; Rashid, 2019). Toh et al. (2017) sine funn som viser til at byggherre og konseptutviklere ble ansett som den mest innflytelsesrike gruppen når det kom til å motivere andre aktører til å utføre preventivt sikkerhetsarbeid i tidlig fase. Det varierer imidlertid hvor stor grad samarbeid det vises til. Rashid (2019) viser til at press på sikkerhet gjennom prosjektering fra byggherre er nødvendig i konteksten i Malaysia. En annen tilnærming er en tilstedeværelse av byggherre i prosjekteringen, med en tydelig agenda om å holde på fokuset om å forebygge ulykker (Goh and Chua, 2016; Saunders et al., 2016).

Xiaer et al. (2011) og Behm et al. (2017) viser til funn som tilsier at samhandling mellom yrkeshygienikere, HMS personell og prosjekterende vil bedre det proaktive sikkerhetsarbeidet. Tymvios and Gambatese (2016b) viser til at samhandling vil være en forutsetning for og effektivt øke forståelse for byggeprosessene blant prosjekterende. Forfatteren antyder da at samhandling vil drive kunnskapsbygging. Samhandling er også satt i sammenheng med infrastruktur og nevnt som en forutsetning for bruk av IKT-ressurser, som blir omtalt senere (Teo et al., 2016; Jin et al., 2019).

- **Forstå sosial interaksjon/informasjonsflyt både internt og eksternt**

I Pirzadeh and Lingard (2017) sin artikkel foreslås det ikke bare å kartlegge informasjonsflyt for å danne seg forståelse, men å kartlegge og følge opp flyten kontinuerlig. Det blir av Pirzadeh and Lingard (2017) anbefalt å spesifikt bruke “social network analysis (SNA)” til dette arbeidet. Videre funn i artikkelen støtter at en slik tilnærming kan hjelpe i arbeidet med implementering av proaktiv sikkerhetsstyring i tidlig fase (Pirzadeh and Lingard, 2017). Eksempler som gis i artikkelen er at en slik kartlegging kan synliggjøre når det er hensiktsmessig å involvere personell med kompetanse fra den skarpe enden (Pirzadeh and Lingard, 2017). Det argumenteres videre for at involvering på rett sted til rett tid er fordelaktig i den kompliserte og dynamiske naturen til prosjekteringen.

5.1.3 Organisatorisk erfaring

Med organisatorisk erfaring vises det til erfaringen organisasjonene som en helhet opparbeider seg over tid. Det er vist til at det er enklere å prestere bra om det på organisatorisk nivå foreligger positive erfaringer som legger føringer for gode prosesser. Organisatorisk erfaring er hovedtemaet med færrest kodete funn. En forklaring er at tema gjerne går hånd i hånd med andre mer konkrete tema som erfaringsdatabase og kompetansesystem. Basert på funn i arbeidet til Manu et al. (2019) ble det utformet en generell faktor relatert til hovedtema.

- **Organisatorisk erfaring med implementering av proaktiv sikkerhetsstyring**

Faktoren kan forklares med organisasjoners praktiske erfaring med implementering av proaktiv sikkerhetsstyring. Et firmas erfaring på området trekkes også frem som vesentlig av Mahamadu et al. (2017), som eneste annen artikkel som nevner element som er relatert til hovedtema.

5.1.4 Strategi

Med strategi menes det overordnede mål og hensikt på organisatorisk nivå i bedriftene som er involvert i prosjekteringsfasen. Strategi er en av hovedtemaene som fremkom i Manu et al. (2019) sitt arbeid. Strategi er blant de temaene som er minst omtalt i litteraturstudien. Det er bare Manu et al. (2019) som nevner strategi spesifikt, men undertema og nærliggende tema ble også nevnt i andre artikler. Videre presenterer faktorene.

- **Toppledelsens engasjement**

Med denne faktoren menes det toppledelsens engasjement spesifikt på tema proaktiv sikkerhetsstyring. Motiverende toppledelse ble for eksempel trukket frem frem av Mahamadu et al. (2017) som en påvirkende faktor. Bakgrunnen for faktoren er at det er anerkjent at toppleres fokus kan påvirke fokus i tilhørende organisasjon.

- **Policy for proaktiv sikkerhetsstyring**

På samme måte som motiverende toppledelse kan organisasjoner påvirke i hvor stor grad tema blir fokusert på. Et slikt organisatoriske standpunkt kan tenkes å støtte for eksempel ledelse med å etterspørre arbeid, samt øvrige ansatte å prioritere sikkerhet ved eventuelle målkonflikter. I litteraturstudien er det bare Manu et al. (2019) som spesifikk nevner bedriftenes politikk.

- **Organisasjonens evne til å ta i bruk innovative løsninger**

Her menes det at de involverte aktørene utnytter relevant forskning og benytter innovative løsningen for å oppnå proaktiv sikkerhetsstyring. Mahamadu et al. (2017) trekker også frem behov for innovasjon og nyttiggjørelse av relevant og tilgjengelig forskning tilknyttet fareidentifikasjon. Xiahou et al. (2018) nevner også forskning, men ser behovet for å forskning på sikkerhetsarbeid relatert til hele prosjekteringsfasen. Hallowell and Hansen (2016) trekker frem mulighetene og behovet for å følge med på ny teknologi som kan nyttiggjøres. I artikkelen anbefales det å blant annet å forske videre på hvilke effekter nyutvikling som 3D printing og virtuell design kan ha på fareidentifisering (Hallowell and Hansen, 2016).

5.1.5 Infrastruktur

Infrastruktur vises det til fysiske og IKT-ressurser som er tilgjengelig. Eksempler er utstyr, kontorområde, programvare og maskinvare. Infrastruktur er det temaet som fremkommer nest mest i litteraturstudien etter kompetanse. Basert på Manu et al. (2019) sitt arbeid er det formulert to faktorer som videre blir gjennomgått.

- **IKT-ressurser**

IKT er informasjon- og kommunikasjonsteknologi. IKT-ressurser er den faktoren som er mest omtalt med over 20 separate artikler som alle. At verktøy og teknologi kan lette arbeidet med å vurdere sikkerhetsrelatert risiko i tidlig fase, nevnes av mange (Hardison and Hallowell, 2019; Hardison et al., 2020; Gambatese et al., 2017; Mahamadu

et al., 2017; Xiahou et al., 2018; Behm et al., 2017; Zhang et al., 2015a; Saunders et al., 2016; Hossain et al., 2017; Mering et al., 2017). Noen av anbefalingene i artiklene er relatert til virtuell fremstilling, databaser og bygningsinformasjonsmodellerin (BIM) (Xiahou et al., 2018). Det er allikevel variasjon i måten både BIM og infrastruktur generelt nevnes. Det som går mest igjen i artiklene er mangel på tilgang på verktøy som støtter proaktivt arbeid (Dharmapalan et al., 2014; Jin et al., 2019; Xiaer et al., 2011), og presentasjon av konkrete programvarer som eksisterer (Teo et al., 2016; Jiang and Feng, 2011; Yuan et al., 2019).

Utfordringen med manglende tilgang på hjelpeverktøy blir nevnt av Xiaer et al. (2011) flere ganger i hans artikkel, Dharmapalan et al. (2014) viser også til det samme. Helt konkret etterlyser forfatteren data og verktøy som kvantitativt kan evaluere hvor sikre byggelementer i en modell er (Dharmapalan et al., 2014). Jin et al. (2019) etterlyser verktøy og prosedyrer for prosjekteringen generelt. Andre artikler viser derimot til at det eksisterer verktøy, men at de i liten grad blir anvendt i praksis (Edirisinghe et al., 2016).

Teo et al. (2016) har testet et konkret BIM-system og viser til at programvaren kan støtte proaktivt sikkerhetsstyring i tidlig fase i BA-prosjekter i Singapore. Videre i artikkelen forklares det at fordelene av slike system er at de legger til rette for samarbeid mellom interessenter i prosjektet, og letter arbeidet med å kontrollere kriterier, fareidentifikasjon og kvalitetskontroll (Teo et al., 2016). Også Yuan et al. (2019) har utviklet en lignende programvare. Andre typer programvare i bruk er ifølge Hongling et al. (2016), Zhang et al. (2015b), Xiaer et al. (2011) og Hossain et al. (2017) programvare for fareidentifikasjon, programvare for læring og trening, samt automatiske regelbaserte sjekkesystem for deling av tegninger og dokumentasjon. Det vises til at automatiserte sjekkesystem for fareidentifikasjon fortsatt har behov for manuell kontroll, men fordelene som fremlegges er effektiviseringen av prosessen og at det letter arbeidet (Zhang et al., 2015b). Også (Hossain et al., 2017) viser til at det finnes slike automatiserte sjekkesystem. Gjennom studier utført av forfatteren ble det konkludert med at slike programvarer var nyttige til fareidentifikasjon, men det trekkes frem at slike programvarer må benyttes i kombinasjon av f.eks. risikoregister for håndtering av restrisiko (Hossain et al., 2017). Det fremkommer også andre artikler som viser til at slike programvarer kan og bør bli enda bedre, og at bør spres i bygg- og anleggsbransjer (Zhang et al., 2015a).

Bruk av 3D-modeller har i en lengre periode blitt fremlagt som fordelaktig innen fareidentifikasjon. Ikke alle stiller seg allikevel ukritiske til at flerdimensjonale fremstillinger nødvendigvis er bedre enn 2D fremstilling, til tross for den høye frekvensen på nyere artikler som omhandler tema. Hardison et al. (2020) fremlegger funn som tilsier at fareidentifikasjonsgraden hos personer som ble gitt byggedesign-informasjon i 2D ikke scorer dårligere enn de som fikk samme informasjon i 3D. Forskeren trekker videre en slutning om at det sammenlignet med andre faktorer som praktisk erfaring fra produksjonsleddet, så spiller fremstillingen liten rolle på fareidentifikasjonsprosessen.

- **Fysiske arbeidsressurser**

Selv om infrastruktur var et tema som ble hyppig nevnt så er det hovedsakelig teknologi som står i fokus i de gjennomgåtte artiklene. Med fysiske arbeidsressurser menes det hensiktsmessige arbeidsstasjoner, tilstrekkelig plass, tilgang på utstyr og material som støtter proaktiv sikkerhetsstyring i tidlig fase (Poghosyan et al., 2020). Dette punktet har bare blitt nevnt i en annen artikkel og hvor forfatteren av den sistnevnte artikkelen er medforfatter (Mahamadu et al., 2017).

5.1.6 System

Med systemer menes det i denne rapporten systematisering av arbeid som støtter proaktiv tilnærming i prosjekteringsfasen. System fremkom som tema i 14 av 44 artiklene som ble gjennomgått. I litteraturgjennomgangen fremkom det i artiklene at det er flere ulike typer systemer som kan ha en positiv effekt på proaktiv sikkerhetsprestasjon. De ulike typer systemer som er identifisert danner faktorene som videre blir gjennomgått.

- **Kvalitetsstyringssystem**

Her menes det systemer, prosesser og prosedyrer for å sørge for kvalitet i prosjektering, samt å fange og rette opp feil. Rasjonale for denne faktoren er at byggetekniske feil, eller endringer i utførelsen kan medføre økt sikkerhetsrelatert risiko. Av de 14 artiklene som trekker frem system, nevnte fire behovet for å sikre kvalitet i bygget eller anlegget som skal produseres (Poghosyan et al., 2020; Upreti et al., 2013; Mahamadu et al., 2017; Rashid, 2019). Rasjonale i artiklene er at man reduserer sikkerhetsrelatert risiko ved å eliminere feil i tegninger og planer. I artiklene fremkom det dermed anbefalinger om både kvalitetsstyring (Mahamadu et al., 2017) og kontroll over prosesser (Rashid, 2019).

- **Risikostyringssystem**

Med denne faktoren vises det til systemer, prosesser og prosedyrer for identifisering og håndtering av farer. Risikostyring er faktoren under tema system som fremkom hyppigst i artiklene. Behovet for risikostyringssystem i prosjekteringsfasen ble etterlyst eller fremlagt som en bidragsyter for å bedre proaktiv sikkerhetsstyring i fem artikler (Jin et al., 2019; Poghosyan et al., 2020; Malekitabar et al., 2016; Mahamadu et al., 2017; Hossain et al., 2017). Elementer som faller under kategorien, er de som har til hensikt å sørge for at fareidentifikasjon gjøres på et tidlig stadium og på en hensiktsmessig måte i prosjekter. Jin et al. (2019) trekker frem behovet for prosedyrer som støtter fareidentifikasjon. Poghosyan et al. (2020) nevner at prosessen må være integrert i de normale arbeidsrutinene i prosjekteringsfasen, mens Mahamadu et al. (2017) og (Hossain et al., 2017) på et mer overordnet nivå trekker frem behovet for fungerende risikostyring og risikosystem.

- **System for å samle og bruke erfaring**

System for å samle og bruke erfaring forklares som systemer, prosesser og prosedyrer som har til hensikt å fasilitere læring (Poghosyan et al., 2020), som videre skal støtte proaktiv sikkerhets arbeid. I artikkelen av Yuan et al. (2019) fremlegges behovet for en “prevention through design knowledge base”. Det er vel og merke uklart om det vises til tacit kunnskap, eller en mer byråkratisk og organisatorisk kunnskapsbase. Fordi det er allmenn kjent at man ivaretar kunnskapen bedre internt om den ikke bare er iboende i enkeltindivider, antas det at forfatteren viser til organisatorisk læring. Om det i artikkelen vises til en kunnskapsbase på et personnivå, kan det allikevel argumenteres for at et erfaringsystem basert på Yuan et al. (2019) sine funn, vil være en påvirkende faktor da systemet vil gjøre denne kunnskapsbasen mer tilgjengelig. Et slikt system er også forenelig med funn i andre artikler Malekitabar et al. (2016); Mahamadu et al. (2017). Malekitabar et al. (2016), (Mahamadu et al., 2017) og Gambatese et al. (2017) viser alle spesifikt til at erfaring fra tidligere prosjekter kan benyttes for å tolke faresignaler tidlig i pågående prosjekter.

- **Systemer for å sikre kompetente leverandører og underleverandører**

Hensikten med den siste formen for system er å sikre kompetente underleverandører, arkitekter, konsulenter etc. Faktoren ble kun nevnt i en artikkel (Poghosyan et al., 2020). Det er noe utydelig om faktoren tas opp med utgangspunkt i et byggherreperspektiv eller prosjekterende sitt perspektiv. For å favne bredest mulig videre i prosjektet tas det utgangspunkt i et byggherreperspektiv når denne faktoren blir omtalt.

5.1.7 Regulering

Regulering er hovedtemaet som ble omtalt minst i de gjennomgåtte artiklene, og ble bare omtalt i to av søketreffene (Rashid, 2019; Behm, 2012). Regulering er ikke et tema i Manu et al. (2019) og faktoren er dermed formulert basert på øvrig litteratur.

- **Regulering og lovgivning**

Faktoren regulering viser til regulering på nasjonalt nivå. Flere land har i en mer preskriptiv lovgivning som setter mer håndfaste handlingsregler for nettopp å ivareta proaktiv tilnærming i tidlig fase i prosjekter. Land som har innført egne lover for tvinge gjennom et fokus er Singapore, Malaysia og Australia (Lingard and Rowlinson, 2004; Rashid, 2019).

Rashid (2019) argumenterer for at tiltak i form av reguleringen er ansett som effektiv, i Malaysia, for å sørge for tilstrekkelig risikostyring i prosjekteringen og tidligere faser. I samme artikkel fremkommer det imidlertid at involverte aktører opplever mangelen på håndhevelse fra myndighetene som en faktor som medfører en ny form for prosjekteringsrelatert sikkerhetsrisiko (Rashid, 2019). Behm (2012) viser til situasjonen i USA og etterlyser et slikt lovverk.

5.1.8 Oppdatering av faktorliste etter endt litteraturstudie

Tabell 11 viser hvilke endringer og oppdateringer som er blitt gjort på faktorlisten i løpet av litteraturstudien. Tabell 10 viser en oversikt over hva de ulike fargekodene står for.

Tabell 10: Fargekodingen som tilhører oppdateringen av faktorlisten

Fagekode	Forklaring
	Faktoren er lagt
	Faktoren er endret/tilpasset
	Faktoren blir fjernet

Tabell 11: Som resultat av litteraturstudien ble følgende endringer gjort på faktorlisten

Tema	Endring	Faktor	Forklaring
Kompetanse		Prosjekterende (arkitekter og rådgivere) sin kunnskap til proaktiv sikkerhetsarbeid	Kunnskap og generell sikkerhetskompetanse slås sammen
		Prosjekterende (arkitekter og rådgivere) sin erfaring med proaktiv sikkerhetsarbeid	Erfaring og egenskaper slås sammen til en faktor.
		Prosjekterende (arkitekter og rådgivere) sin egenskaper	Erfaring og egenskaper slås sammen til en faktor.
		Prosjekterende (arkitekter og rådgivere) sin tilgang på internt eller eksternt HMS-, byggbarhet og vedlikehold rådgivning	
		Tydlig definerte roller og ansvar for aktører på ulike nivå samt rekruttering av personell til passende stillinger i prosjekteringsfasen	Fokus i ansettelsesprosesser ble bare nevnt i en artikkel. Denne delen av faktoren fjernes.
		Opplæring innen sikkerhet helse og arbeidsmiljø for aktørene i prosjekteringsfasen	
		Generell sikkerhetskompetanse	Kunnskap og generell sikkerhetskompetanse slås sammen
Samhandling/ Samarbeid		Intern samarbeid	
		Ekstern samarbeid	
		Forståelse av sosial interaksjon/ informasjonsflyt både internt og eksternt	Flere artikler nevnte elementer som sammenfaller med faktoren
Organisatorisk erfaring		Organisatorisk erfaring med implementering av proaktiv sikkerhetsstyring tidlig i prosjekter	
Strategi		Toppledelses engasjement	
		Politikk for proaktiv sikkerhetsstyring	Fjernet pga. bare et relevant funn
		Org. evne til å ta i bruk innovative løsninger	
Infrastruktur		Fysiske arbeidsressurser	
		IKT-ressurser	
System		Kvalitetsstyringssystem dvs. systemer, prosesser og prosedyrer for gjennomgang av kvalitet for å fange opp og rette opp feil	
		Risikostyringssystem, dev. systemer, prosesser og prosedyrer for identifisering av farer tilknyttet prosjektering som en del av arbeidsmetoden	
		Systemer for å samle og bruke erfaring	
		Systemer for å sikre kompetente leverandører og underleverandører .	
Regulering		Regulering og krav	Flere artikler nevner regelverk. Dette danner grunnlaget for den nye faktoren.

5.2 Ex post facto studie

Etter litteraturstudien ble ex post facto studien gjennomført med både intervjuer og spørreundersøkelser. I studien ble uønsket hendelser i BA-prosjekter med bakenforliggende årsaker som kan knyttes til prosjektering undersøkt. Hensikten var å knytte faktorene funnet i litteraturstudien opp mot reelle hendelser og den norske konteksten, og eventuelt tilføre faktorlisten med nye faktorer. Utgangspunktet for faktorlisten er den reviderte faktorlisten fra litteraturstudien som kan ses i kapittel 5.1.8. I dette kapitlet presenteres empiri fra de kvalitative og kvantitative undersøkelsene i ex post facto studien. Empiri fra intervjuene og spørreundersøkelsene legges frem i hvert sitt delkapittel og tematisk som beskrevet i begynnelsen av kapittel 5.

5.2.1 Kvalitativ empiri

Kvalitativ empiri tar for seg datamaterialene fra intervjuene. I intervjuene tok informantene opp flere kjente faktorer under de ulike hovedtemaene i faktorlisten. Noen temaer og faktorer nevnes imidlertid mer enn andre. Nye funn ble også identifisert etter gjennomgang av transkripsjonene. Disse ble kodet inn i nye faktorer som ble lagt til i faktorlisten, og blir presentert under det aktuelle temaet. Tabell 12 viser frekvensen av de ulike temaene i intervjuene. I kapittel 5.2.3 presenteres en oppdatert faktorliste fra ex post facto studien.

Tabell 12: Frekvens av de ulike temaene

Tematiske kategorier	Antall ganger nevnt
Kompetanse	39
Samhandling og samarbeid	29
Organisatorisk erfaring	0
Strategi	0
Infrastruktur	4
Systemer	41
Regulering	0

Tabellen viser at *kompetanse*, *systemer* og *samhandling/samarbeid* var mest omtalt av informantene. *Infrastruktur* ble noe nevnt, mens de andre temaene ikke ble tatt opp av informantene. Skjevfordelingen av temaene kan forklares med at spørsmålene var veldig åpne, og ledende spørsmål var unngått. Dette betyr nødvendigvis ikke at *strategi*, *organisatorisk erfaring* og *regulering* ikke var viktig eller ikke hadde noen påvirkningskraft, men at de kanskje ikke spilte en så stor rolle i de aktuelle hendelsene som ble undersøkt. Den ujevne fordelingen kan også forklares med at ikke alle faktorer er like synlig og enkle å uttales seg om for eksterne. Dette var forutsett og derfor ble spørreundersøkelse utført som ga informantene mulighet til rangere hvor viktig hver faktor i listen var for det aktuelle hendelsen og på generell basis. Siden det ikke er noe datamaterialer for de sistnevnte temaene, er det heller ingen empiri som presenteres for disse temaene.

Kompetanse

Kompetanse var et tema som ofte ble trukket frem av informantene. Når temaet tas opp har det i hovedsak handlet om prosjekterendes egne kompetanse innen HMS/SHA, byggbarhet og drift eller prosjekterendes tilgang på rådgivning innen disse fagfeltene. Prosjekterendes tilgang til nødvendig støtte og rådgivning innen HMS/SHA, byggbarhet og drift var imidlertid mest omtalt i intervjuene.

- **Prosjekterende sin erfaring med proaktivt sikkerhetsstyring**

Som et funn fra studien som ikke er direkte relatert til en hendelse nevner en informant at han opplever at prosjekterende som har vært med de en stund, leverer ofte gode risikovurderinger med prosjektspesifikk risiko. Det at prosjekterende har erfaring og er vant med å jobbe systematisk med risikovurderinger kan ha bidratt til forståelsen av hvordan deres valg kan påvirke sikkerheten senere i prosjektet.

“Vi bruker jo ofte de samme arkitektene, rådgivere, RIB[red. rådgivende ingeniør bygg] og de samme samarbeidspartnere så det gir jo effekt selvfølgelig. De har jo vært med oss en stund nå og leverer mer eller mindre komplette risikovurderinger med faktisk da de spesielle utfordringene og sånn til bygget de skal sette sammen. Det er nok den prosessen de har vært gjennom. Det at de skjønner at her kan de faktisk gjøre noe.”

- HMS-leder (3)

Det som imidlertid nevnes flest ganger er prosjekterendes erfaring ute på byggeplassen. Flere informanter peker på manglede praktisk kompetanse blant prosjekterende. Rådgivning og innspill fra produksjonsfolk i prosjekteringsfasen kan utfylle den manglede kompetansen, men det gis også uttrykk om at hvis arkitekter og rådgivende ingeniørene har praktiske erfaringer fra byggeplassen ville det bidratt positivt til sikre og byggbare løsninger.

Forslag fra en informant i prosjekteringsfasen var å styrke den byggetekniske kompetansen til prosjekterende gjennom erfaringsoverføring og befaring på byggeplassen. Det at entreprenørene gir tilbakemelding på hva som var bra og ikke, etterlyses. Informanten sier at hvis produksjonen vil at rådgiverne skal være gode på å prosjektere sikre løsninger, må produksjonen gi den innputten de trenger. Det nevnes også som svært lærerikt å ha sett de fysiske bygningskonstruksjonene.

- **Prosjekterende sin tilgang på internt eller eksternt HMS-, byggbarhet og vedlikehold rådgivning**

I forbindelse med fire hendelser nevnes det at det kan være vanskelig for prosjekterende å se for seg og forstå risikoen eller utfordringene som kan oppstå i byggefasen. I granskningen av hendelsen med en betongbjelke som falt under montasje, ble det avdekket at prosjekterende ikke hadde fanget opp flere risikoelementer ved montering av betongbjelken. I flere andre hendelser ble utfordringer oversett av prosjekterende. Dette forklares videre med manglede innsikt i praktiske bygningsprosesser.

“De er aldri med ut og ser utfordringene med det de har tegna. Så de mangler på en måte den praktiske kompetansen som driftsfolk sitter på og kjenner på. Og da er det kanskje vanskelig å tenke seg til hva som er utfordringene.”

- HMS-leder (3)

Som et risikoreducerende tiltak mener flere informanter at det å koble HMS/SHA- og produksjonspersonell tidligere inn i prosjekter, kan være med å løfte opp fokuset på å prosjektere gode løsninger og fange opp utfordringene og farer tidligere i prosjektet. Det er imidlertid ikke vanlig å involvere HMS-, produksjons- og/ eller driftspersonell i prosjekteringsfasen i alle BA-prosjekter. En informant forklarte det slik at HMS-ressurs blir vanligvis involvert tidligere i større prosjekter, mens i små til mellomstore prosjekter kommer ikke HMS-ressursene inn før i utførende fase. To andre informanter sier også at de som er ute på byggeplassen vanligvis ikke er med på å ta avgjørelser eller gir innspill i tidlig fase.

Flere informanter sier at det er fordelaktig om prosjekterende også har kunnskap og/eller erfaring med produksjon, men det presiseres likevel at det ikke er noe som kan forventes. Prosjekterendes kunnskap om praktiske bygningskonstruksjoner og risikostyring har ikke blitt direkte satt i sammenheng med hendelsene. Basert på tolkning av funnene kan det allikevel tyde på at det har vært en påvirkende faktor i fire av de undersøkte hendelsene. Fordi kunnskapsfaktoren i intervjuene i stor grad omtales overlappende med øvrige faktorer presenteres ikke prosjekterendes kunnskap i eget punkt.

- **Tydelig definerte roller for prosjekterende på ulike nivåer**

En informant sier at selv om byggherreforskriften pålegger prosjekterende å gjøre risikovurderinger, er dette vanskelig når de ikke kan så mye om praktisk konstruksjon, og da er det lett å fraskrive ansvar og legge ansvaret på entreprenøren, det kan dermed tyde på at det er behov for tydeligeretydeligere roller. En annen informant mener også at ansvaret til prosjekterende må komme tydelig, og helt fra starten.

“Si til dem at her mener vi at her har de ansvar for å tenke på sikkerhet i produksjonene våre. Og det må vi være tydelig på allerede når vi kjøper inn rådgiverne våre, sånn at de forstår at det er en del av det som er forventet at de skal levere.”

- Prosjekteringsleder (6)

Samhandling og samarbeid

Flere informanter mener at internt og eksternt samarbeid og samhandling er viktig for å prosjektere sikre løsninger. Interaksjon med andre aktører er en forutsetning, da det er flere aktører med forskjellige fagområder som involveres i et BA-prosjekt. Det som imidlertid påvirker sikkerheten, er i hvor stor grad og hvor godt de ulike aktørene klarer å samhandle med hverandre. Når informantene tar opp temaet har det i hovedsak handlet om eksternt sam-

beid. I ex post facto studien ble også tidspunkt for samhandling avdekket som påvirkende faktor for sikkerheten i utførende fase.

- **Internt samarbeid**

Kun en hendelse viser hvordan internt samarbeid kan påvirke sikkerheten i utførende fase. I en hendelse ble en bærevegg svekket etter en etterbestilling, som førte til flere hulltakinger i betongveggen. Dette skjedde da det oppsto feilkommunikasjon og misforståelser mellom to rådgivende ingeniører innenfor hvert sitt fagfelt. De var ikke med i samme prosjekteringsmøte og miskommuniserte gjennom møtereferat. Tegningen som ble levert til byggeplassen var dermed feilaktig godkjent. Dette viser hvor viktig samarbeid og kommunikasjon mellom rådgivende ingeniører og arkitekter er for sikker prosjektering.

- **Eksternt samarbeid**

Undersøkte hendelser viser spesielt hvor viktig samhandling mellom prosjekterende og entreprenør er, og hvordan dette kan påvirke sikkerhetsprestasjonen. De fleste hendelsene viser til hvordan manglete kommunikasjon og samarbeid har vært en av de utløsende årsakene til hendelsene. I hendelsen med brann som startet ved sveisearbeid, sier informanten at utfordringer og ønsker ble tatt opp med prosjekterende, men de endte ikke opp med ønsket eller forsvarlig løsning.

“Det sa jeg tydelig til prosjekterende, at jeg ønsket skrudde forbindelser. Jeg fikk tilbakemelding på at det var helt greit og at jeg skulle få det jeg ville, men når tegningene kom så var det jo sveiseforbindelser. Det er jo hovedgrunnen til at dette skjedde.”

- Produksjonsleder (5)

I en annen hendelse med et rekkverk som falt ned, sier informanten at mye kunne vært løst om prosjekterende hadde bedre kommunikasjon med entreprenøren, men informanten sier samtidig at entreprenøren kunne også tatt initiativ og gitt innspill i dette tilfellet.

“Det kan godt hende vi ikke ville hatt rekkverket på gesimsen men da kan man jo spørre entreprenøren da “skal dere ha rekkverket der eller”, så kan vi si ja eller nei. Jeg tenker at hadde man gjort det da, så hadde mye vært løst. Selvfølgelig kunne vi også tatt initiativ “vi vil ha”, men det er litt sånn høna og egget. Vi må hjelpe hverandre på en måte.”

- Seniorrådgiver HMS (2)

Flere hendelser viser at utfordringer kunne blitt løst og risiko elimineres i prosjektering dersom det var bedre samarbeid og kommunikasjon mellom prosjekterende og entreprenør. Funn viser til at prosjekterende burde ha lagt mer innsats i samhandlingen med entreprenøren, men i andre tilfeller gjelder dette begge veier.

- **Involvering av driftspersonell og produksjonsledere i tidlig fase i prosjekt**

Mange informanter nevner spesielt involvering av driftspersonell og produksjonsledere i prosjektering, for å utfylle den manglende kunnskapen og erfaringen fra byggeplassen. Det ble derfor utformet en egen faktor for dette.

Infrastruktur

Prosjekterendes infrastruktur var lite omtalt i ex post facto studien. Dette kan være grunnet til at de fleste informantene i hovedsak jobber i utførende fase og ikke er så involvert i prosjektering.

- **Informasjon- og kommunikasjonsteknologi ressurser**

I Norge er BIM blitt et vanlig verktøy som brukes i bygg- og anleggsprosjekter. BIM kan gi prosjekterende innsikt i hvordan det er i byggeplassen. På generell basis sier en informant at bruken av BIM den siste tiden har gitt gode diskusjoner. Det at prosjekterende kan se på konkrete detaljer og bygningsdeler gjør at de ser andre utfordringer og farer. En annen informant trekker også frem bruk av virtual reality (VR) og augmented reality (AR) i prosjekteringsfasen for å lettere kunne se hva som er sikkert og usikkert. Informanten nevner spesielt bruk for å få en forståelse av volum og planlegging og vurdering av rekkefølgen av arbeidsprosesser. I hendelsen med arbeidsoperasjonen med vindusinnsetting medførte rekkefølgen på aktiviteten fare for belastningskader for montørene. Informanten sier at dette kunne vært løst både i prosjektering og produksjon. Bruk av VR-utstyr kan eliminere faren tidligere i prosjektet. Det primære bruksområdet til VR-utstyr er imidlertid til salg ovenfor brukere, men informanten sier at det kommer til å brukes mer fremover til prosjektering av løsninger.

System

System er hovedtemaet som er mest omtalt av informantene. Alle faktorer under system var nevnt, men risikostyringssystem og forbedringssystem/erfaringsdatabase var spesielt mye omtalt av informantene.

- **Kvalitetsstyringssystem**

Kvalitetsstyringen har vært manglete eller sviktet i flere hendelser, slik at feil eller avvik i prosjektert løsning ikke ble avdekket før i utførelsen. Under montasje av en betongbjelke har prosjekteringen feilplassert løfteørene. Elementet hang derfor skjevt når de prøvde å løfte det. I en annen hendelse har ikke byggeprogrammet tatt hensyn til plassering av etterstemplingsstøtte, med tanke på driften på byggeplassen. Avvik i prosjektert løsning har ikke vært den direkte årsaken til hendelsene, men de har vært en av de utløsende årsakene for at betongbjelke falt under montasje og etterstemplingsstøtte som falt. I flere andre hendelser ble avvik i løsningene avdekket i arbeidsoperasjonen, noe som har medført ekstra risiko på byggeplassen.

- **Risikostyringsystem**

Risikostyringsystem var hyppigst omtalt i studien. I alle undersøkte tilfeller har det vært en risikovurderingsprosess i prosjekteringsfasen, men i flere hendelser har informantene pekt på dårlig utførte risikovurderinger og håndtering av risiko av prosjekterende. To informanter sier at det er en tung prosess å få prosjekterende og byggherre til å risikovurdere.

“fortsatt sliter vi med å få byggherrer og prosjekterende til å risikovurdere de valgene og risikoene de tar inn i prosjektet [...] Også har vi alltid hatt et dokument hvor de skal gjøre risikovurdering for hvert enkelt fag, men det har vært veldig slett arbeid og ingen har fulgt det opp [...] og det fant vi også ut av når vi gransket at det har vært gjort forholdsvis slett jobb da.”

- Seniorrådgiver HMS & kvalitet (4)

Granskningen av en betongbjelke som falt ned og person som falt gjennom en utsparring, viste at prosjekterende ikke har gjort alle nødvendige risikovurderinger. I andre hendelser ble avvik formidlet til prosjekterende, men informantene sier at de likevel ikke har fått tilstrekkelige løsninger på plass.

- **Forbedringssystem/erfaringsdatabase**

Flere informanter har gitt uttrykk om at erfaringer og læringer fra tidligere hendelser kan komme til nytte i senere prosjekter. I hendelsen hvor ett rekkverk falt ned, har informanten på eget initiativ tatt læringen fra denne hendelsen videre til andre prosjekter. Det som imidlertid er utfordrende, er å ta i bruk erfaringene og læringene fra tidligere hendelser på en lett og effektiv måte. Begge entreprenørvirksomhetene som informantene representerer har system for å samle hendelser og avvik, men de har ikke en felles erfarings- og læringsplattform som brukes av alle aktører, eller løsning hvor relevante læringer lett kan trekkes ut for det aktuelle prosjektet.

“Vi har jo et avvikssystem, der vi skal rapportere om avvik med mulige feil slik at vi kan lære av det, men prosjekterende bruker jo ikke det. Og hvis de finner en feil så retter de det bare opp, og da har vi ikke muligheten til å kunne dele erfaringene [...] Bestefall så har de det i hodet, de som er med oss til neste prosjekt, men det sitter jo mange andre som ikke aner om det har blitt gjort en feil som har blitt retta opp.”

- HMS-leder (3)

En annen informant viser til en intern løsning hvor de prøver å samle erfaring i en sjekklister de bruker som grunnlag for risikoregister.

“Jeg vet ikke om det er den perfekte måten å gjøre det på. For denne sjekklister er litt stor, veldig generell, fordi den skal passe til alle prosjektene våre. Så det kan fort bli litt kjedelig å jobbe med, men den tar jo inn over seg alle erfaringer vi har i prosjektene. Så det er et dokument som oppdateres basert på ulykker som skjer, eller nesten ulykker og erfaringer fra prosjekt.”

- Prosjekteringsleder (6)

Funnene viser til at erfaringer og læringer gjerne blir presentert muntlig videre i andre prosjekter og brukt for å utarbeide sjekklister for prosjekterende. Den muntlige videreføringen forutsetter imidlertid at erfarne personell tar det opp i neste prosjekt, og sjekklisten kan være stor og generell slik at det kan være tungt å gå gjennom.

- **System for håndtering av endring**

System for håndtering av endring ble lagt til som en ny faktor i ex post facto studien, og forklares som prosesser og prosedyrer for å håndtere endringer i planer på en forsvarlig måte. Denne faktoren har utgangspunkt i funn fra tre hendelser, hvor det viste seg at et slikt system ville vært til støtte når endringer skjer. I hendelsen hvor en brann startet ved sveisearbeid sier informanten at en endring i hvem som utførte arbeidet kan være en medvirkende årsak til brannen. I en annen hendelse ble en betongvegg svekket da en endring og tilleggsbestilling medførte flere hulltakinger på betongveggen.

“Når det skjer endringer i opprinnelig planlagt prosjektert løsning så er vi for dårlige til å ta en “stopp”. Vi involverer ikke eller for lite prosjekterende, noe som medfører at vi ofte finner en for lettvinnt løsning. Ofte medfører slike løsninger en høy risiko og det skjer alvorlige hendelser.”

- HMS-leder (3)

5.2.2 Kvantitativ empiri

Kvantitativ empiri presenterer datamaterialene fra spørreskjema. Intervjuene er veldig styrt av hendelsene og ikke alle informanter har erfaring fra prosjekteringsfasen. Det har derfor blitt utformet et spørreskjema for å få informantenes synspunkt på faktorer som enten ikke var relevante for de aktuelle hendelse, eller som informantene ikke kommer på. Den kvantitative empirien sammen med den kvalitative empirien er grunnlaget for oppdateringen av faktorlisten på slutten av ex post facto studien. Videre blir de kvantitative funnene også brukt i analysen som går på tvers av de ulike metodene. Spørreskjema er utformet med utgangspunkt i faktorlisten fra litteraturstudien og funn fra ex post facto intervjuene. Spørreskjemaet hadde følgende spørsmål:

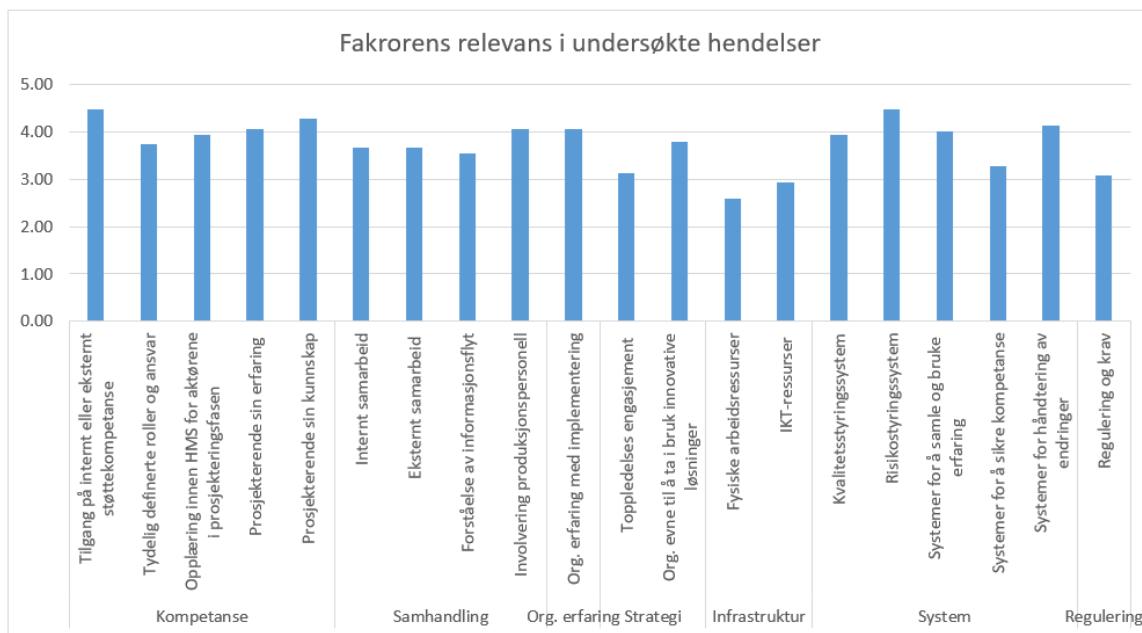
Spørsmål 1: Hvor sannsynlig anser du at <faktor> i prosjekteringsfasen kunne ha påvirket bakenforliggende årsak positivt i hendelsen x?

Spørsmål 2: Hvor sannsynlig anser du at <faktor> i prosjekteringsfasen påvirker sikkerhetsprestasjon i utførende fase?

Spørsmål 3: Her ønsker vi at du rangerer hovedtemaene fra 1-7 i boksene. 1 er viktigst og 7 er minst viktig slik du ser det.

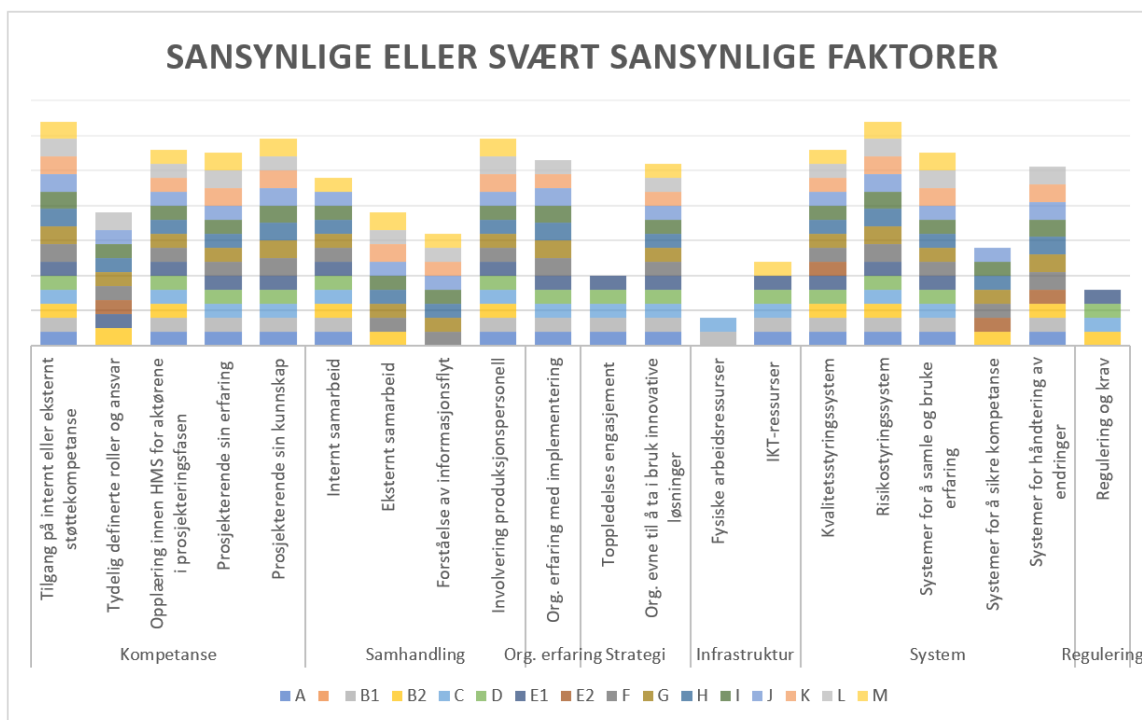
Svar på spørsmål 1

Det første spørsmålet i spørreskjemaet kartlegger i hvor stor grad informantene mener faktorene i faktorlisten påvirker undersøkte hendelser. Svarene er fremstilt i stolpediagram som kan ses i figur 14. I figuren fremstilles faktorer med tilhørende hovedtema og aritmetisk gjennomsnitt av score fra alle respondentene sine svar. På dette spørsmålet var svaralternativene 1= ikke sannsynlig, 2 = Noe sannsynlig, 3= Verken/eller, 4 = Sannsynlig, 5= Svært sannsynlig. På grunn av lite intuitive svaralternativer er det usikkert om informantene mener 3 som mer eller mindre viktig en “noe sannsynlig” når de krysset av i spørreskjema. Det er antatt at respondentene har svart med utgangspunkt i at 1 er “ikke sannsynlig” og 5 “svært sannsynlig”, og da er det naturlig at 3 er bedre enn 2. For å være helt sikker på at feilen ikke medfører feilaktig bedre fremstilling av funn, er data tolket slik at bare en score på 4 “sannsynlig” eller 5 “svært sannsynlig” er positivt svar fra informant.



Figur 14: Gjennomsnittsverdi av svar på spørsmål om hvor sannsynlig faktorene har påvirket hendelsene.

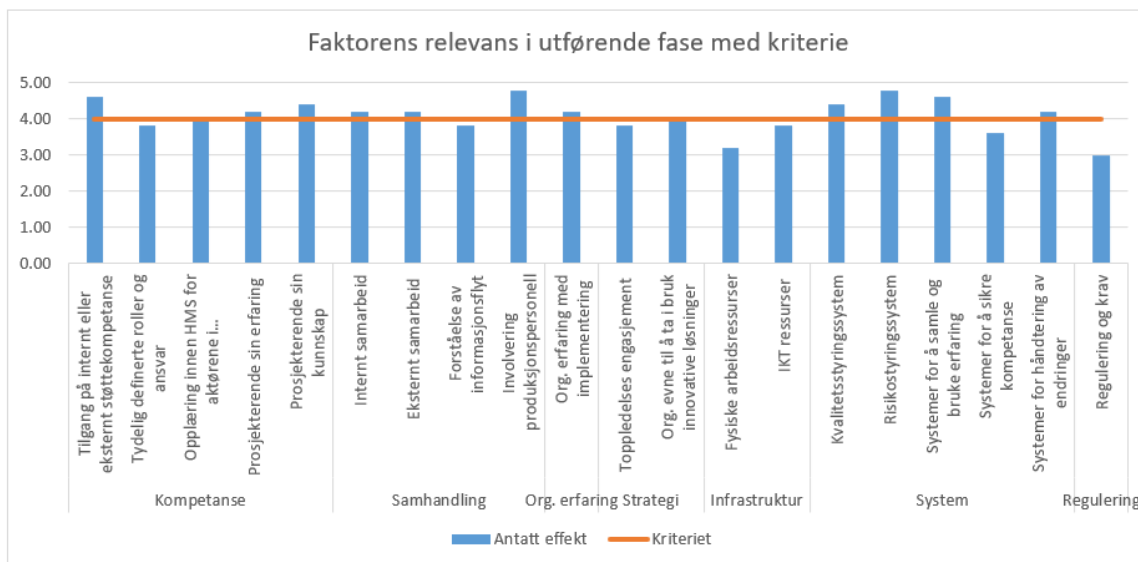
Videre er funnene fremstilt og organisert etter de ulike hendelsene i figur 15. I denne figuren er det kun inkludert svar som tilsvarer 4 eller 5, sannsynlig og svært sannsynlig at faktoren kunne ha påvirket bakenforliggende årsak til hendelsen. Høyden på søylene indikerer antall hendelser hvor dette er tilfellet.



Figur 15: Faktorer som er sannsynlig eller svært sannsynlig at har påvirket en hendelse

Svar på spørsmål 2

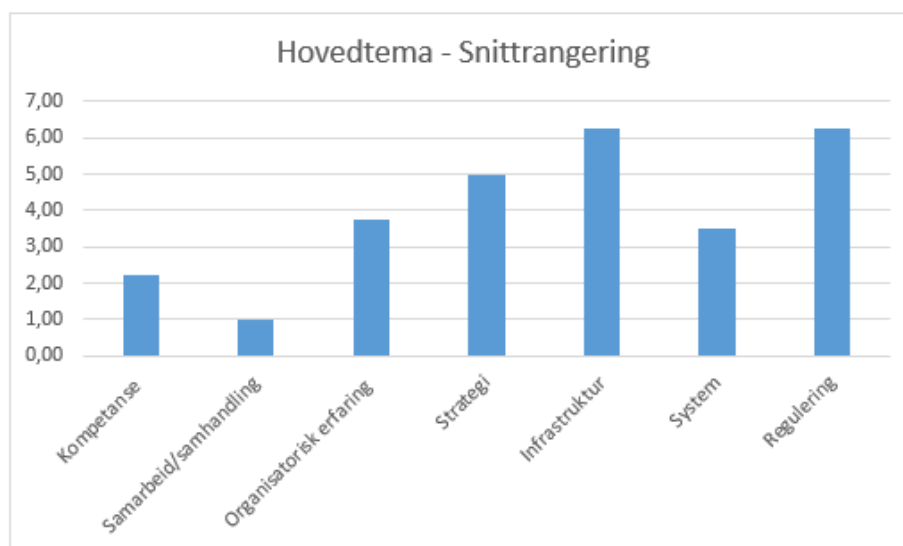
Det 2. spørsmålet i spørreskjemaet kartlegger i hvor stor grad informantene mener faktorene i faktorlisten påvirker sikkerhetsprestasjonene i utførende fase generelt. Svarene er fremstilt som i spørsmål en og kan ses i figur 16.



Figur 16: Faktorens relevans på generell basis med kriteriet

Svar på spørsmål 3

I siste spørsmålet rangerer informantene hovedtemaene fra 1 til 7, hvor 1 var viktigst og 7 minst viktig. Gjennomsnittsverdien for rangeringen kan ses i figur 17. Merk at det i denne grafen er tema med lav score som er rangert som viktigst.



Figur 17: Aritmetisk gjennomsnitt basert på rangering av hovedtema av informantene i ex post facto studien.

5.2.3 Oppdatering av faktorliste etter endt ex post facto studie

Tabell 14 viser hvilke endringer og oppdateringer som er blitt gjort på faktorlisten i løpet av ex post facto studien. Tabell 13 viser en oversikt over hva de ulike fargekodene står for.

Tabell 13: Fargekodingen som tilhører oppdateringen av faktorlisten

Fagekode	Forklaring
	Faktoren er lagt
	Faktoren er endret/tilpasset
	Faktoren blir fjernet

Tabell 14: Som resultat av ex post facto studie ble følgende endringer gjort på faktorlisten

Tema	Endring	Faktor	Forklaring
Kompetanse		Prosjekterende (arkitekter og rådgivere) sin kunnskap til proaktiv sikkerhetsarbeid	
		Prosjekterende (arkitekter og rådgivere) sin erfaring med proaktiv sikkerhetsarbeid	
		Prosjekterende (arkitekter og rådgivere) sin tilgang på internt eller eksternt HMS-, byggarbeid og vedlikehold rådgivning	
		Tydelig definerte roller og ansvar for aktører på ulike nivå	
		Opplæring innen sikkerhet, helse og arbeidsmiljø for aktørene i prosjekteringsfasen	
Samhandling/ Samarbeid		Intern samarbeid	
		Ekstern samarbeid	
		Involvering av produksjonsledere i tidlig fase i prosjekt	I samtlige av intervjuene trekkes involvering av produksjonsledere og personer med on-site fagkompetanse frem som veldig viktig.
		Forståelse av sosial interaksjon/informasjonsflyt både internt og eksternt	
Organisatorisk erfaring		Organisatorisk erfaring med implementering av proaktiv sikkerhetsstyring tidlig i prosjekter	
Strategi		Toppledelses engasjement	
		Org. evne til å ta i bruk innovative løsninger	
Infrastruktur		Fysiske arbeidsressurser	
		IKT-ressurser	
System		Kvalitetsstyringssystem, dvs. systemer, prosesser og prosedyrer for gjennomgang av kvalitet for å fange opp og rette opp feil	
		Risikostyringssystem, dvs. systemer, prosesser og prosedyrer for identifisering av farer tilknyttet prosjektering som en del av arbeidsmetoden	
		Systemer for å samle og bruke erfaring	
		Systemer for å sikre kompetente leverandører og underleverandører	
		Systemer for håndtering av endringer i prosjektet	I forbindelse med flere av hendelsene ble ikke sene endringer fulgt opp på en tilstrekkelig måte.
Regulering		Regulering og krav	

5.3 Delphi-studie

Etter ex post facto studien ble delphi-studien gjennomført med både intervjuer og spørreundersøkelser. Hensikten var å kvalitetssikre tidligere funn, identifisere eventuelle nye funn, samt danne hovedgrunnlaget for å utforme spesifikke forbedringsforslag. Utgangspunktet for faktorlisten er den reviderte faktorlisten fra ex post facto studien som kan ses i kapittel 5.2.3. Fremstillingen av resultatene er todelt med en kvalitativ og en kvantitativ del. Resultatene fra spørreskjema kan ses i det kvantitative avsnittet. Funn fra gruppeintervjuene kan ses i det kvalitative avsnittet.

5.3.1 Kvantitativ empiri

Gjennom utsendelsen av spørreskjema, ble respondentene bedt om å svare på tre spørsmål.

Spørsmål 1: Hvor sannsynlig anser du at <faktor> i prosjekteringsfasen påvirker sikkerhetsprestasjon i utførende fase?

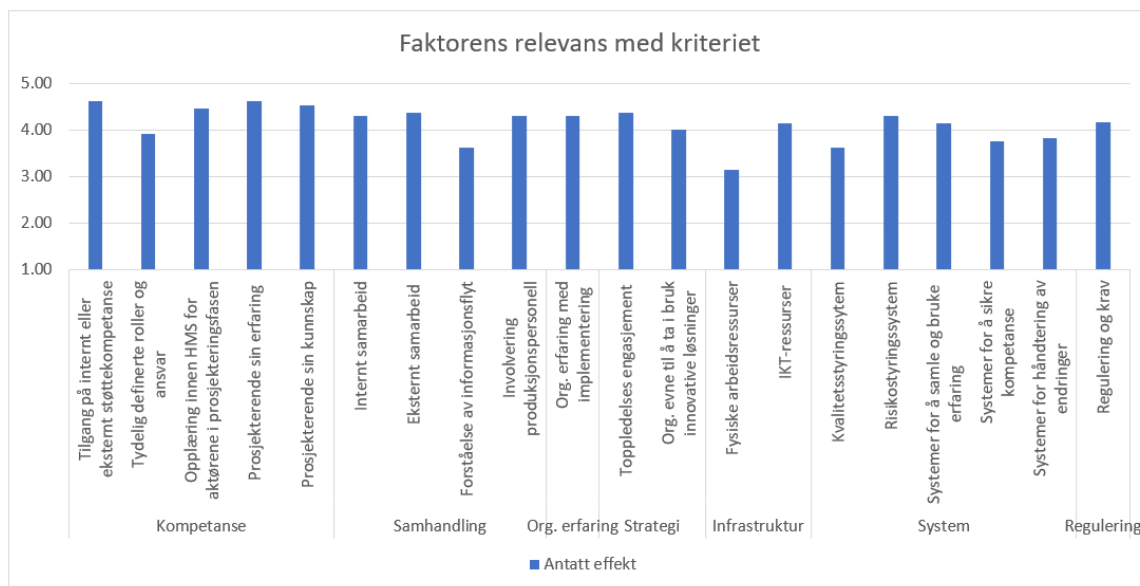
Spørsmål 2: Hvor mye blir <faktoren> fokusert på for å bedre sikkerhetsprestasjon i dag, slik du ser det? (I prosjekteringsfasen)

Spørsmål 3: Her ønsker vi at du rangerer hovedtemaene fra 1-7 i boksene. 1 er viktigst og 7 er minst viktig slik du ser det.

Videre blir svarene på de ulike spørsmålene presentert, før det kommer en kort analyse av svarene fra et bredere perspektiv.

Svar på spørsmål 1

Svarene på det første spørsmålet er fremstilt i stolpediagrammet som kan ses i figur 18. I figuren fremkommer faktorer med tilhørende hovedtema og aritmetisk gjennomsnitt av score fra alle respondentene sine svar. På dette spørsmålet var svaralternativene 1= ikke sannsynlig, 2 = Noe sannsynlig, 3= Verken/eller, 4 = Sannsynlig, 5= Svært sannsynlig. Som forklart i ex post facto studien er svaralternativene lite intuitive, samme forhåndsregel er tatt her.



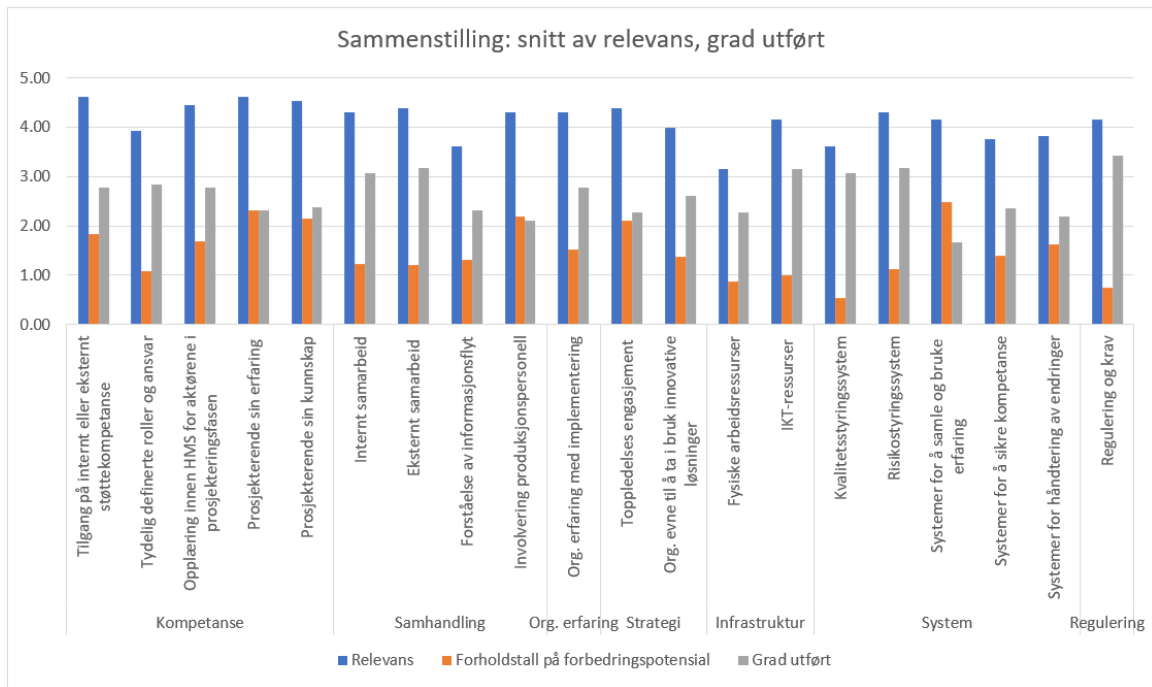
Figur 18: Gjennomsnittsverdi av svar på spørsmål om hvor sannsynlig det er at de aktuelle faktorene påvirker proaktivt sikkerhetsarbeid i prosjekteringsfasen positivt

Svar på spørsmål 2

I spørsmål 2 ble respondentene bedt om å krysse av for hvor stor grad de ulike faktorene står i fokus i praksis. Svarene fra spørreskjema kan ses som de grå søylene i figur 19. Svarene vil være subjektive og påvirket av individuelle tolkninger, samt påvirket av hvilken organisasjon og normalpraksis informantene kommer ifra. Det er dermed stor usikkerhet forbundet med de tall-satte verdiene. På grunn av usikkerheten skal ikke verdiene brukes videre til annet enn å danne et forholdstall for å synliggjøre hvor det kan være mest hensiktsmessig å sette inn forbedringstiltak. Forbedringspotensialet er kvantifisert på følgende måte:

$$Faktorensrelevans(spm.1) - Gradutfrt(spm.2)$$

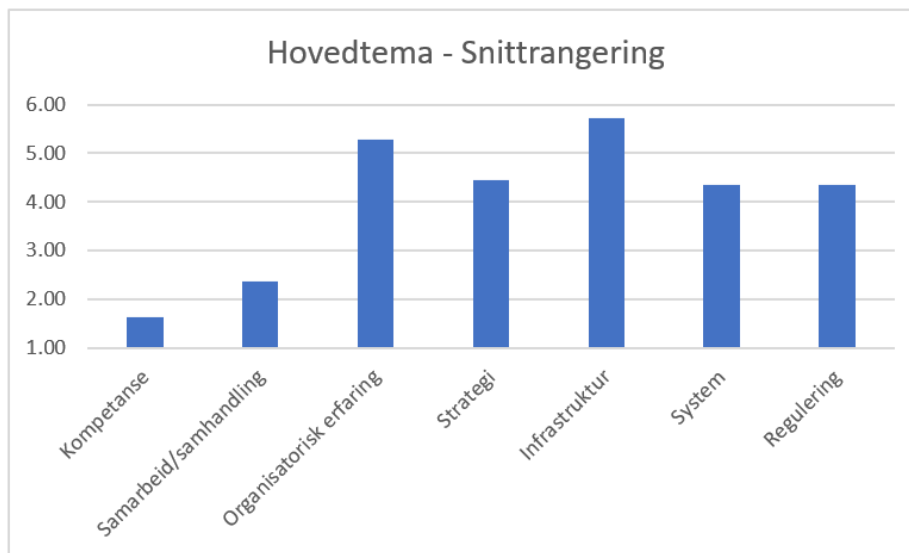
Forbedringspotensialet kan ses som de oransje søylene, i figur 19. Jo høyere verdier er, jo høyere antas forbedringspotensialet å være. Denne verdien danner grunnlaget for utvelgelse av spesifikke faktorer til diskusjonene om spesifikke forbedringstiltak i gruppeintervjuene.



Figur 19: Sammenstilling av faktorene sin relevans, grad av utførelse og antatt forbedringspotensial

Svar på spørsmål 3

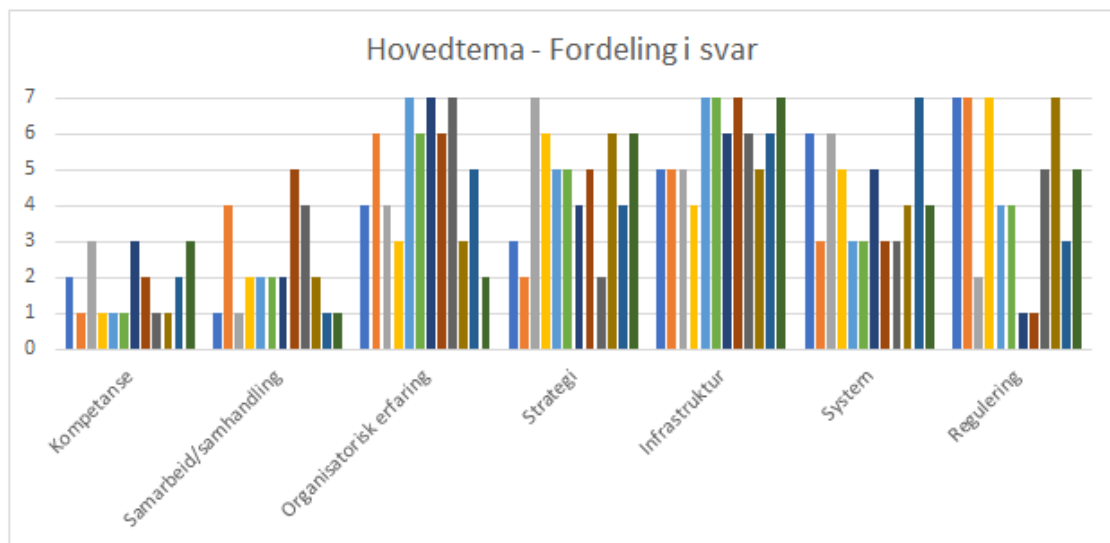
I det siste spørsmålet i spørreskjema ble respondentene bedt om å rangere hovedtema fra 1 til 7 hvor 1 var viktigst og 7 minst viktig. Gjennomsnittsverdien for rangeringen kan ses i figur 20. Når man studerer snittverdiene fremkommer det at *kompetanse* og *samhandling/samarbeid* scorer høyest. *System*, *strategi* og *regulering* scorer middels, *organisatorisk erfaring* og *infrastruktur* lavest.



Figur 20: Aritmetisk gjennomsnitt basert på rangering av hovedtema

Fordi det er anvendt aritmetisk middelværdi, fremkommer det ikke av verdiene hvor samlede svarene er. Dette er forsøkt synliggjort i figur 21. Når man ser på enkelt svarene, kan det antas at det er stor enighet rundt temaene kompetanse og samhandling som begge ligger samlet på lave verdier. Det blir også synlig når man ser på denne figuren at andre tema har tydelig større spenn i svarene. Ser man bort fra minimum og maksimum svar, for å eliminere eventuelle enkelte ytterpunkter, kom følgende frem; organisatorisk erfaring har en differanse på 4, strategi en differanse på 4 og regulering en differanse på 7.

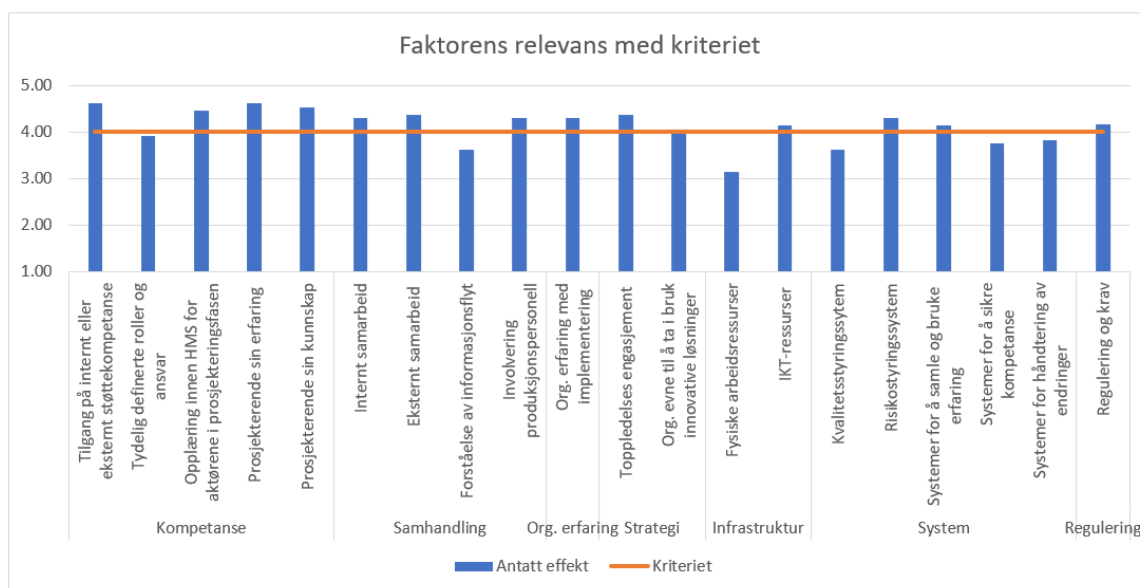
Det er mye usikkerhet tilknyttet enkeltindividens svar, spesielt så tidlig i metode-prosessen. Det går dermed ikke videre inn på atypiske svar på individnivå før i den kvalitative delen.



Figur 21: Fordeling av svar på spørsmål om å rangere viktigheten av hovedtema tema

Delkonklusjon

Basert på de kvantitative resultatene konkluderes det midlertidig med at 14 av de 20 faktorene har elementer som potensiellest kan bidra positivt til sikkerhetsprestasjon i utførende fase, se figur 22.



Figur 22: Faktorens relevans med kriteriet for konklusjon

Følgende faktorer faller nedenfor kriteriet at faktoren er ansett som sannsynlig å gi positiv effekt på sikkerhetsprestasjonen i utførende fase:

- Tydelig definerte roller og ansvar
- Forståelse av informasjonsflyt
- Fysiske arbeidsressurser
- Kvalitetsstyringssystem
- Systemer for å sikre kompetanse
- Systemer for håndtering av endringer

De seks nevnte faktorene blir videre delt inn i to grupper. De det tilsynelatende er enighet rundt, og dem det er antatt uenighet rundt. Vurderingen om det er enighet eller uenighet er tatt på bakgrunn av differansen mellom minimum og maksimum svar i de ulike gruppene. Kriteriet for uenighet er 2, som også ble brukt utforming av intervjuguiden for å velge ut faktorer med uenighet som skulle diskuteres i gruppene. Grupperingen kan ses i figur 15.

Tabell 15: Gruppering av faktorer som faller under kriteriet

Gruppe	Faktorer
Enighet	Forståelse av informasjonsflyt
Uenighet	Tydelig definerte roller og ansvar Fysiske arbeidsressurser Kvalitetsstyringssystem Systemer for å sikre kompetanse Systemer for håndtering av endringer

Faktorene med antatt enighet om at har lite relevans blir fjernet fra faktorlisten, de med uenighet rundt blir diskutert sammen med kvalitativ empiri.

5.3.2 Kvalitativ empiri

I dette avsnittet blir funn fra gruppeintervjuene presentert. Diskusjonene ble styrt av intervjuguiden som var basert på å trekke frem atypiske svar i spørreskjema. Man kan derfor ikke trekke paralleller mellom hvor mange ganger en faktor ble nevnt, og hvor viktig informantene synes den aktuelle faktoren er. Det er imidlertid interessant å se at det relatert til hovedtemaene, var enkelte elementer som ble trukket frem i samtlige av gruppediskusjonene.

De kvalitative funnene det blir fokusert på er:

- Hovedtemaene, for å belyse hvilke elementer som var omtalt som de viktigste.
- De fem faktorene (tydelig definerte roller og ansvar, fysiske arbeidsressurser, kvalitetsstyringssystem, system for å sikre kompetanse, system for håndtering av endringer), som det er uenighet rundt og havnet under kriteriet i den kvantitative delen. Dette for å belyse eventuelle endrede meninger etter gruppediskusjonene. Den samlede vurderinger danner videre grunnlag for å bestemme om faktoren skal fjernes eller stå i faktorlisten.

Kompetanse

Kompetanse er et av hovedtemaene med utelukkende positivt innstilte diskusjoner. I de tilfellene hvor kompetanse ble et tema var det hovedsakelig for å komme frem til hvilken av faktorene som var ansett som viktigst, og hvordan kompetanse påvirker andre temaer og faktorer. Unntaket er faktoren tydelige roller og ansvar, som ligger under kriteriet for om faktoren er sannsynlig å utgjøre en positiv forskjell. Denne faktoren ble diskutert i tre av gruppene på bakgrunn av at informantene uttrykte ulike meninger i spørreskjema. Bortsett fra den nevnte faktoren som gjennomgås etterfølgende, tilsier både kvalitative og kvantitative resultatene at både tema og øvrige faktorene er ansett som at de kan ha en positiv påvirkning på sikkerhetsprestasjon. Det gjøres dermed ingen andre endringer innen tema kompetanse.

Faktoren *tydelig definerte roller og ansvar* er blant faktorene som må ses nærmere på basert på de kvantitative funnene. I de gruppesamtalene hvor denne faktoren var et diskusjonstema ble faktoren fort relatert til en annen faktor, prosjekterende sin kunnskap. En av informantene eksemplifiserer at det i rådgiverfirma vedkommende kommer fra eksisterer mange systemer og rutiner som sier noe om roller og ansvar. Vedkommende presiserer at utfordringen gjerne heller er forståelsen av rollene og ansvaret. Det antydes videre at tydelig fordelte roller og ansvar er lite verdt, om de ansvarlige ikke forstår viktigheten av for eksempel å få risikovurderingen tidlig inn i prosjektet. Informanten foreslår derfor generell kompetanseheving for å bedre forståelse av roller og ansvar. En annen informant i samme gruppe, som representerer byggherrer som aktør, er enig og viser videre til at de jobber med å velge koordinator prosjektering (KP) på bakgrunn av engasjement for SHA-arbeid. Videre trekkes det frem av en tredje informant at KP-ene gjerne kommer inn sent og at fokuset da fort blir å skynde seg med å få på plass risikovurderingen. Det tolkes som at utfordringen gjerne ikke bare er tydelighet og kompetanse, men også tidspunkt og ressursbruk som ofte er påvirket av byggherre.

Basert på relevante funn og avgrensingen til oppgaven, faller utfordringene tilknyttet faktoren tilsynelatende utenfor fokus, og dermed fjernes faktoren. Det oppfordres allikevel til at prosjekteringen etterspør økt fokus og forsøker å hjelpe byggherrene, om byggherren ikke gir prosjekterende rom for å fylle de rollene prosjekterende mener er nødvendig for de aktuelle prosjektene.

Samhandling og samarbeid

Samhandling og samarbeid er et hovedtema som hovedsakelig er trukket frem i diskusjonene som viktig, bortsett fra faktoren *forståelse av sosial interaksjon/informasjonsflyt både internt og ekstern*, som ble fjernet i den kvantitative delen. Mellom de tre resterende faktorene intern-, ekstern samarbeid/samhandling og involvering av produksjonsledere i tidlig fase i prosjekter, er det tilsynelatende ekstern samarbeid/samhandling som anses som mest viktig. Et godt eksempel på innstilling til samhandling og samhandling blant de prosjekterende informantene, er denne uttalelsen:

Noen deler av byggeprosjektene handler det mye om hvor flink du er selv, hvor god du er på ditt fagområde,[...] Akkurat med sikkerhet så er det nok sånn at det er summen av alle sin kompetanse som avgjør hvor langt du kommer. [...] Der som jeg tror vi kan hente mest, for arkitekt vertfall, er samarbeid med entreprenør. [...] Men der er det mange ledd, vi har ofte bra samarbeid med de som leder disse prosjektene, prosjektlederne og de som har anskaffa prosjektet. Og så opplever vi at vi i liten grad får møte, og ha møte med de som faktisk skal bære dette vinduet eller montere denne trappa. Noen ganger så tror jeg det er tilfeldighetene og andre ganger så glemmer vi å spørre, og så er det nok av og til at prosjektlederen hos entreprenøren helst ikke vil at vi skal snakke med de også. Ikke fordi de ikke ønsker arbeiderne sine godt, men fordi endringer i prosjekt er knytta til nye sikkerhetsvurderinger forsinker alt mulig annet. Og det tror jeg det er mye å hente på, samarbeid, komme tidlig inn, møte base [red.leder for et arbeidslag], få med seg håndverkere [...], lage forum med en gang.

- Arkitekt, daglig leder (15)

Samarbeid med byggherren ble også trukket frem i flere sammenhenger, men pga. avgrensingen går dette ikke inn på i resultatdelen. Det blir derfor ikke opprettet et eget tema på byggherre. Påvirkningskraften de kan ha som aktør blir allikevel trukket frem i diskusjonen. Fordi involvering av produksjonspersonell overlapper med ekstern samarbeid, slås disse to faktorene sammen. På bakgrunn av både den kvantitative og kvalitative funnene blir det videre ikke gjort endringer på de resterende faktorene, som ligger under samarbeid/samhandling i faktorlisten.

Organisatorisk erfaring

Det var ingen som satt organisatorisk erfaring som det viktigste tema, men det er allikevel nok variasjonen i gruppen til at dette temaet ble diskutert i tre av de fire ekspertgruppene. Flere av informantene viste til at det er ønskelig at de som er involverte i prosjektene er vant til gitte prosesser slik at det blir lettere å etterspørre for eksempel risikovurderinger. En informant argumenterer med følgende.

Så det at du har kolleger og medarbeidere som er vant til å gå den faste løypa, så tror jeg man vinner på det da. Derfor satte jeg den relativt høyt egentlig. Jeg ser jo det når jeg jobber med, nå er vi ikke så veldig stort firma, men det å jobbe med kolleger på andre kontorsteder f. eks. gir ofte andre utfordringer enn å jobbe med kolleger jeg ser til daglig.

- Seniorrådgiver HMS/SHA (8)

I en annen gruppe argumenteres det imidlertid med at dette ikke nødvendigvis er så viktig. Basert på erfaring fra eget firma så opplever en informant at det er enklere å veilede om medarbeiderne har vært gjennom samme prosess før. Dette er vel og merke nærme grensen mellom individuell erfaring og organisatorisk erfaring. Den siste gruppen holdes diskusjonen på et mer abstrakt og overordnet nivå, og trekker inn begrepet kultur. En av de andre i samme ekspertgruppe er enig i dette og viser til god effekt av arbeid med kultur, spesielt i utførende fase. Informanten foreslår videre forbedring gjennom fokus på sikkerhetskultur, men rettet mot prosjekterende og ledelsen.

Men jeg tenkte på organisatorisk erfaring som en slags kultur. Altså hvis du har vært i en organisasjon[...], der det er en godt utviklet kultur bygd opp både på kompetanse, regulering og samarbeid og litt av hvert, at du på en måte da lærer mye av å jobbe i en organisasjon. Og å få til det ligger det en innsats bak. Men det har jeg tro på. Både i prosjektene og i firma.

- Arkitekt, daglig leder (15)

Det er imidlertid ikke alle som er enige i at organisatorisk erfaring har noe spesielt for seg. En informant presiserer at erfaring ikke nødvendigvis betyr at det er gjort riktig tidligere. Det blir da i samme diskusjon lagt til fra en av de andre informantene, at å ta med seg de gode erfaringene må være en forutsetning. Videre blir det uttalt at når man oppnår dette, så er organisatorisk erfaring veldig bra. Tilsynelatende er det enighet om at temaet ikke er blant de viktigste og det foreligger noen uenigheter, men tema tolkes allikevel som relevant og kan utgjøre en positiv effekt på proaktiv sikkerhetsstyring.

Strategi

Temaet strategi ble et diskusjonstema i to av ekspertgruppene, pga. uenighet i svar på spørreskjema. Tema består av to faktorer organisasjonens evne til å ta i bruk innovative løsninger og toppledelsens engasjement. I de to gruppene nevnte fem av seks informanter viktigheten av motiverende ledere på øverste nivå, den andre faktoren ble ikke nevnt. Eksempelvis nevner en informant følgende.

Jeg tenker at akkurat det med ledelsen engasjement, det sier jo litt hva vi får lov til å prioritere og sånt. Strategi altså hvilke kompetanse og kunnskap de ansatte skal ha, så hvis de ikke har det så må de jo sendes på kurs da.

- Rådgiver SHA (9)

Flere av informantene er imidlertid inne på at denne faktoren er viktigere jo lenger opp i prosjektorganisasjonen man kommer. En av informantene viser til at byggherren er den som kanskje har mest påvirkningskraft. Byggherre sin rolle faller utenfor problemstillingen og begrensningene i oppgaven.

Jeg har ikke rangert den så høyt hos meg, men jeg la til en kommentar i svare mitt om at jeg er veldig opptatt av å ha en byggherre som er aktiv og engasjert og prioriterer SHA. Og jeg mener at i hvert fall i enkelte prosjekt som [bedriftsnavn] har vært engasjert i, så er det[red. engasjert byggherre] kanskje mer viktig enn at toppledelsen vår er det.

- Seniorrådgiver HMS (18)

Det er flere som knytter faktoren til byggherren sin rolle, som en form for topplerer i prosjektorganisasjonen, istedenfor topplerer i egen bedrift.

Jeg ser i egen organisasjon at jo mindre trykk man har fra ledelse eller styre i utbyggingselskaper jo mindre trykk blir det nedover i organisasjonen. Så for å få et godt trykk i fra et byggherreperspektiv, så er det viktig at man har tydelig strategi og en målsetning for hvor man vil med SHA-arbeidet. Så når man har det så er det enklere for et styre eller ledelse å etterspørre om det ble levert på det.

- Fagansvarlig SHA (16)

Informanten som representerer byggherre er også enig i dette, og har på bakgrunn av erfaring av effekten ledelsens engasjement og involvering kan ha, rangert strategi som nr. 2. Den siste av de seks deltakerne er ikke like enig i at strategi nødvendigvis er så viktig og antyder at strategi fort kan bli ord foran handling, men anerkjenner at det er viktig å ha en rød tråd å jobbe etter. Byggherren sin rolle er ikke bare nevnt i forbindelse med strategi, men også mange av de andre hovedtemaene. Det er uttrykt bekymring fra en informant fra byggherresiden om at det i intervjuene legges for mye ansvar over på dem. Informanten trekker frem at spesielt engangsbyggherre da kan få utfordringer. Det antydes videre at mange av de små allerede sliter nok i dag med å ha oversikt over hva som er forventet av dem.

Faktoren innovative løsninger har fra den kvantitative delen en snittverdi på 4,00 som er akkurat på grensen til hva som basert på kriteriet skal vurderes å fjernes. Engasjement på organisatorisk/strategisk nivå for å være innovativ innenfor proaktiv sikkerhetsstyring, ble heller ikke nevnt i noen av diskusjonene om hvorfor strategi var viktig. Det bestemmes dermed at faktoren skal fjernes basert på en samlet vurdering.

Infrastruktur

Infrastruktur ble diskutert i tre av de fire gruppene. Fysiske ressurser er en av faktorene som det er tilknyttet usikkerhet rundt viktigheten av, som vist til i den kvantitative delen. Allikevel er det IKT-ressurser som ble nevnt flest ganger i diskusjonene på tross av at det ikke var et konkret diskusjonspunkt i noen av intervjuguidene. IKT-ressursene ble dermed altså nevnt i forbindelse med andre diskusjonstema, elementer som fremkom var 3D-modellering, BIM og digitalisering. Flere informanter trekker frem IKT i forbindelse med fareidentifiseringen i tidlig fase. En informant trekker en annen fordel av IKT-ressurser på denne måten:

Når det gjelder system så tror jeg mye av bakgrunnene for at systemene er litt sånn passive, litt lite aktive, har en enorm mulighet gjennom digitalisering, for å få de mer interaktive. At du får erfaringsoverføringen tilbake i systemet, og at du har lettere tilgang til systemene[...] Den kunnskapen som ligger nedgravd i systemene og måten du bruker dem på, og sjekker deg ut på, tror jeg kan bli mye mer tilgjengelig ved bruk av teknologi.

- Arkitekt, daglig leder (15)

Som nevnt er også fysiske resurser en av faktorene under infrastruktur. Det var imidlertid tilsynelatende forvirring rundt hva som var ment med fysiske arbeidsressurser, og mange informanter har tolket faktoren annerledes enn definisjonen i oppgaven. Eksempelvis sier en informant:

Ja jeg har jo gitt den en ganske høy score. Jeg skal bare se på spørsmålet igjen. Jeg vektla vel egentlig, litt, en del rundt utstyr som støtter proaktivt sikkerhetsarbeid i prosjekteringsfasen. Og i det legger jeg både arbeidsplattformer, verktøy, risikovurderingsverktøy, styringssystem, altså styringsverktøy for å få videreføre risiko i de forskjellige leddene i prosjektene.

- Fagansvarlig SHA (16)

En annen deltaker viser til at avvikende positive svar på spørsmålet kan skyldes at det er tatt utgangspunkt i den utførendefasen.

Det kan jo ha litt med å gjøre hvordan vi har tolket spørsmålet, fysiske arbeidsressurser for eksempel. Det er jo klart hvis man ser på fysiske ressurser for prosjekteringen så er det kanskje ikke så utslagsgivende for sikkerhet for utførelse. Men hvis vi tolker det som fysiske ressurser for utførende så vil det ha mye større innvirkning på sikkerheten i utførende fase som jeg ser det.

- Sivilingeniør, veiplanlegger (17)

Dette støttes også av andre, en av de viser til at hvor man jobber er mindre viktig enn kommunikasjonskanalene som brukes til arbeidet. Når dette i diskusjonene var avklart var alle gruppene som hadde diskusjonene tilsynelatende enig i at fysiske faktorer trolig ikke utgjør en så stor påvirkende faktor. De gruppene som ikke diskuterte denne faktoren var, basert på spørreskjema, også tilsynelatende enig i dette.

System

System er en av hovedtemaene som har er rangert høyest. Basert på den kvantitative analysen er det risikostyringssystem og system for å samle erfaring som kommer best ut. Det samme ser man igjen etter gruppediskusjonene. Alle er imidlertid ikke bare positivt innstilt til systemer. En informant trekker frem at system er en god støtte, men det eksisterer fallgruver med systemer. En fare med systemer som informanter nevner, er at man begynner å sjekke seg gjennom uten å egentlig forså hva man driver med. Dette forklares som en effekt av at arbeidsoppgaven “å utfylle listen” er viktige enn å forstå hensikten. Dette er et klassisk eksempel på det sprikende forholdet til systemer som er sett i studie. Noen er optimistiske og trekker frem eksempler med systemer som brukes for å styre prosessene, slik at man tar høyde for uforutsette ting. Mens andre argumenterer med eksemplene man ser gang på gang, at systemene gjør arbeidet for byråkratisk. Informantene er allikevel samstemte på at enkelte systemer må være på plass.

Tilsynelatende er informantene samstemte i at risikostyringssystem og erfaringssystem er nødvendig. Fordelen av resterende systemtyper er dog mer diskutert. Systemene det er tilknyttet uenighet rundt kan ses i punktlisten som følger:

- **Kvalitetstyringssystem**

Denne faktoren slo ut på kriteriet for uenighet i tre av gruppene, og deltakerne ble bedt om å si hva de tenkte om faktoren. En av informantene sier at vedkommende synes at denne faktoren er veldig viktig, men presiserer at man ikke skal ha systemer på systemer. videre sies følgende:

Men det å ha en beskrivelse av den prosessen som du skal gjennom. Det er det jeg tenker på som et kvalitetsstyringssystem da. Det har jeg veldig tro på. Alle tingene du skal gjennom før du kan si at du har prosjektert ferdig.

- Rådgiver SHA (9)

En annen informant i gruppen er enig, og viser til egen erfaring fra hendelser hvor det er identifisert svikt i kvalitetssikring av prosjekteringen. Basert på diskusjonene er også informantene i de andre gruppene tilsynelatende positivt innstilt til faktoren, selv om den ikke scorer høyt. Det konkluderes dermed med at den lave svar-scoren skyldes at informantene har forsøkt å differensiere de ulike faktorene.

- **System for å sikre kompetanse**

I diskusjonene rundt denne faktoren er det hovedsakelig bare fremkommet motargumentasjon. Det som går igjen, er at et slik system vil være vanskelig å få hensiktsmessig. Eksempler på det er som følgende:

Det finnes jo egentlig sånn skjema [...] der du skal signere på at du følger interkontrollforskriften. Og det er jo ingen som ikke signerer og sier nei den følger vi ikke. Ikke sant. Så hvis svaret automatisk er “ja, dette har vi gode systemer for”, så tenker jeg at svaret er litt sånn unødvendig, eller spørsmål er egentlig unødvendig da.

- Seniorrådgiver HMS/SHA (8)

I en annen gruppe ble følgende nevnt av en informant som representerer byggherre.

Og det er det ofte vanskelig å vite altså. For en leverandør så kan du få egentlig ganske bra score, men det er veldig personavhengig hvordan prosjektet som settes opp, og hvilke ressurser og bemanning man har, og hvilke kompetanser man har på prosjekt [...] hvilke entreprisemodeller man velger, også videre. [...] Der er jeg har litt sånn, jeg er litt blanda på akkurat den delen[red.faktoren] der, jeg tror ikke et sånn knallskarpt innkjøpsregister vil kunne hjelpe oss så veldig mye.

- Fagansvarlig SHA (16)

Uttalelsene og diskusjonene i de andre gruppene støtter dette. På bakgrunn av argumentasjon og lav score i spørreskjema fjernes denne faktoren.

• Systemer for håndtering av endringer

Denne faktoren ble formulert på bakgrunn av ex post facto studien, hvor det framkom at flere av de undersøkte hendelsene var tilknyttet endringer. Denne faktoren ble diskutert i to av gruppene.

Altså jeg tenkte på prosjektering når jeg tenker på systemer for håndtering av endring. Og sånn vi opplever det som sitter i prosjekteringsgrupper, så er det jo en dynamisk prosess hele tiden. Det trenger ikke nødvendigvis ett system for min del da.

- Seniorrådgiver HMS/SHA (8)

En av de andre deltakerne i samme diskusjon svarer at de tenker på samme måte, og presiserer at et slikt system potensielt forstyrrer mer enn det hjelper.

I den andre gruppa tok en av informantene selv opp koblingen mellom dårlig håndterte endringer og sikkerhetsrelatert risiko. Videre ble det sagt at dette er noe prosjekterende må bli bedre på. Også her indikeres det at dette er en del av den vanlige prosessen av prosjekteringsfasen, og at eget system ikke er veien å gå. Faktoren fjernes dermed på bakgrunn av uttalelsene, samt at det basert på spørreskjema er antatt at også resterende informanter er kritiske til faktoren.

Regulering

Regulering var et tema i alle de fire gruppene, og ved flere tilfeller ble det større diskusjoner. Årsaken til at regulering ble tatt opp er at det i alle gruppene var stor uenighet om hvor viktig regulering er i forhold til øvrige hovedtema i spørsmål 3 i spørreskjema. Spennet i svarene gikk helt fra mest viktig til minst viktig.

Jeg rangerte på en måte ikke det jeg synes var viktigst, jeg satte nemlig regulering som nr. 1. Og grunnen til det er at hvis vi ikke har noen bestemmelser og reguleringer, så tenker jeg da sklir det ut. Det må være noen bestemmelser for hva som skal ligge i bunnen[...]jeg tror ikke de andre[red.hovedtemaene] kommer på plass før myndighetene sier noe om dette her. For det er jo så mye penger med i bildet, hard konkurranse, alle leverer det laveste tilbudet, det er jo rådgiverfirmaer nå som underpriser teamene sine så grasalt

- Rådgiver SHA - (9)

Videre svare en informant:

Ja, jeg er veldig enig i det. Jeg satte den litt langt ned. For jeg føler at den er litt på plass, og det er mere etterlevelsen. Og derfor havner den litt ned, ikke at den ikke er viktig. Men i prioriteringa her så valgte jeg kanskje å prioritere litt ut ifra hva som er viktig å gjøre noe med, som vi ikke har på plass.

- Rådgiver SHA (7)

Rådgiver SHA (9) ville da også plassert regulering langt ned på listen. Denne diskusjonen var nærmest identisk i flere av gruppene. Samtlige informanter er enige i at reguleringen er grunnleggende og svært viktig, men at den har lite forbedringspotensial, bortsett fra at det sporadisk ble nevnt at rollene og ansvar i tidlig fase kunne vært tydeligere. Det var bare en informant som antydte at større endringer i lovverket kunne vært fordelaktig, og viser til en mer tydeligere dansk forskrift.

Viktigheten av regulering er også nevnt i forbindelse med størrelse på prosjektet. Den ene informanten viser til at det i store prosjekter trolig vil være sterk egeninteresse hos mange interessenter at sikkerheten er på topp. Det vises videre til at det da gjerne er de mindre prosjektene som har behov for regulering. På bakgrunn av dette tolkes det som at variasjonene skyldes at noen informanter fokusere på forbedringspotensial. Selv om reguleringen rageres minst viktig, konkluderes det med at det allikevel er enighet om at tema er viktig.

5.3.3 Forbedringspunkter

Gruppene ble også bedt om å nevne konkrete forbedringspunkter for faktorene med mest forbedringspotensial innen temaene gruppene syntes var viktigst. Fordi forbedringsforslagene blir utformet med utgangspunkt i funn fra de andre metodene, kan den ferdig reviderte listen ses i oppsummeringskapittel 5.4.4 i tabell 20.

5.3.4 Endringer i faktorliste etter endt delphi-studien

Tabell 17 viser hvilke endringer og oppdateringer som er blitt gjort på faktorlisten i løpet av delphi-studien. Tabell 16 viser en oversikt over hva de ulike fargekodene står for.

Tabell 16: Fargekodingen som tilhører oppdateringen av faktorlisten

Fagekode	Forklaring
	Faktoren er lagt
	Faktoren er endret/tilpasset
	Faktoren blir fjernet

Tabell 17: Som resultat av Delphi-studien ble følgende endringer gjort på faktorlisten

Tema	Endring	Faktor	Forklaring
Kompetanse		Prosjekterende (arkitekter og rådgivere) sin kunnskap til proaktiv sikkerhetsarbeid	
		Prosjekterende (arkitekter og rådgivere) sin erfaring med proaktiv sikkerhetsarbeid	
		Prosjekterende (arkitekter og rådgivere) sin tilgang på internt eller eksternt HMS-, byggbarhet og vedlikehold rådgivning	
		Tydelig definerte roller og ansvar for aktører på ulike nivå	Konkluderes med at utydelige roller ikke er en stor utfordring blant de prosjekterende
		Opplæring innen sikkerhet, helse og arbeidsmiljø for aktørene i prosjekteringsfasen	
Samhandling/ Samarbeid		Intern samarbeid	
		Ekstern samarbeid	
		Involvering av produksjonsledere i tidlig fase i prosjekt	Driftpersonell fjernes fra faktoren for å unngå forvirring
		Forståelse av sosial interaksjon/informasjonsflyt både internt og eksternt	Fjernes på bakgrunn av spørreskjema
		Tidspunkt for involvering	
Organisatorisk erfaring		Organisatorisk erfaring med implementering av proaktiv sikkerhetsstyring tidlig i prosjekter	
Strategi		Organisasjonens toppledelses engasjement ovenfor fokus på proaktiv sikkerhetsstyring i prosjekteringsfasen	
		Organisasjonens evne til å ta i bruk innovativeløsninger for å forbedre sikkerhetsarbeid i tidlig fase	Fjernes på bakgrunn av tilsynelatende liten relevans basert på intervjuene, og lav verdi etter spørreskjema
Infrastruktur		Fysiske arbeidsressurser, dvs. hensiktsmessigarbeidsplass, arbeidsmiljø og utstyr som støtter proaktivt sikkerhetsarbeid i prosjekteringsfasen	Fjernes på bakgrunn av tilsynelatende liten relevans basert på intervjuene, og lav verdi etter spørreskjema
		IKT-ressurser, som støtter proaktivt sikkerhetsarbeid og kommunikasjon eller deling av designinformasjon	
System		Kvalitetsstyringssystem, dvs. systemer, prosesser og prosedyrer for gjennomgang av kvalitet for å fange opp og rette opp feil	
		Risikostyringssystem, dvs. systemer, prosesser og prosedyrer for identifisering av farer tilknyttet prosjektering som en del av arbeidsmetoden	
		Systemer for å samle og bruke erfaring	
		Systemer for å sikre kompetente leverandører og underleverandører	Fjernes på bakgrunn av tilsynelatende liten relevans basert på intervjuene, og lav verdi etter spørreskjema
		Systemer for håndtering av endringer i prosjektet	Fjernes på bakgrunn av tilsynelatende liten relevans basert på intervjuene, og lav verdi etter spørreskjema
Regulering		Regulering og krav	

5.4 Oppsummering

Som en avslutning på resultat kapittelet kommer det en oppsummering hvor funnene blir satt sammen på tvers av metodene.

5.4.1 Ulikt fokus på hovedtema

Det er vist at det er ulikt fokus på hovedtemaene i metodene. Dette kan forklares med at det tas utgangspunkt i ulike interesser med ulikt fokus på hovedtemaene på tvers av metodene. Variasjonene er fremstilt i tabell 18.

Tabell 18: Rangering av topp tre i de ulike metodene

Datakilde	Rangering		
	1. plass	2. plass	3.plass
Litteraturstudie	Kompetanse	Infrastruktur	Samhandling/Samarbeid
Ex post studie	Samhandling/Samarbeid	Kompetanse	System
Delphi-studie	Kompetanse	Samhandling/Samarbeid	System

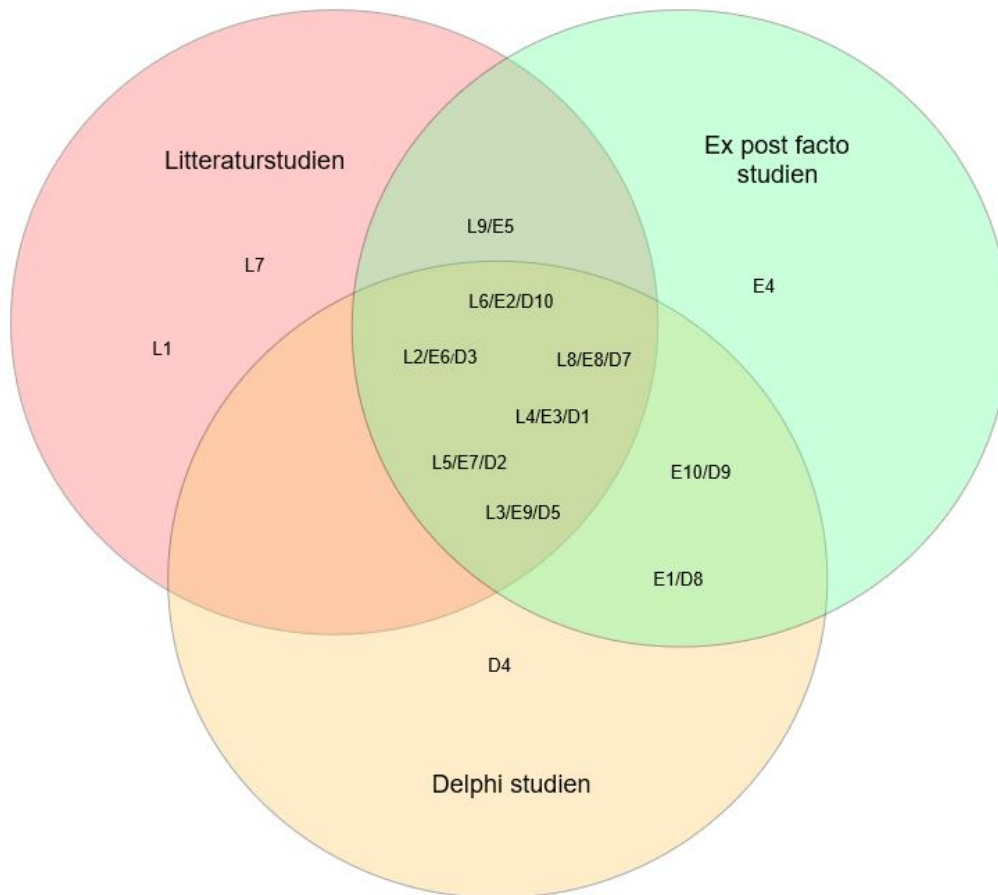
Top tre tema fra ex post studien og delphi-studien er de samme, sett bort fra rekkefølgen. Informantene fremsto også stort sett enige i både faktorer, viktigheten av fokuset på SHA tidlig og at bransjen har et forbedringspotensial. Som det fremkommer av tabellen, er topp tre fra litteraturstudien avvikende fra de to andre metodene. Litteraturstudien tar kun for seg artikler forfattet i andre land og forskningsmiljø. Det store fokuset på infrastruktur kan være særegent for forskere, eller mer relevant i andre land. Fokuset kan også være påvirket av trender i ulike forskningsmiljø.

5.4.2 Faktorene som går igjen

For å fremstille faktorene som går igjen er det benyttet venndiagram. Gjennom å triangulere funnene ønskes det å synliggjøre styrken av forskningsdesignet. I tabell 19 som kan ses under, er topp 10 faktorer fra de ulike metodene fremstilt. Tall bak faktorene i litteraturstudie viser antall artikler som omtaler faktoren, og tall bak faktorene i ex post facto studie og delphi-studie viser gjennomsnittsverdi av svar på faktorens relevans på generell basis i BA-prosjekter. Trianguleringen kan ses i figur 23. Funn basert på frekvens fra de kvalitative delene blir ikke tatt med. Årsaken er at de gir et feilaktig bilde, da frekvensen av nevnte faktorer ble påvirket av styrte diskusjonstema og bakenforliggende årsaker til de undersøkte hendelsene.

Tabell 19: Topp 10 faktorer basert på funn fra de ulike metodene

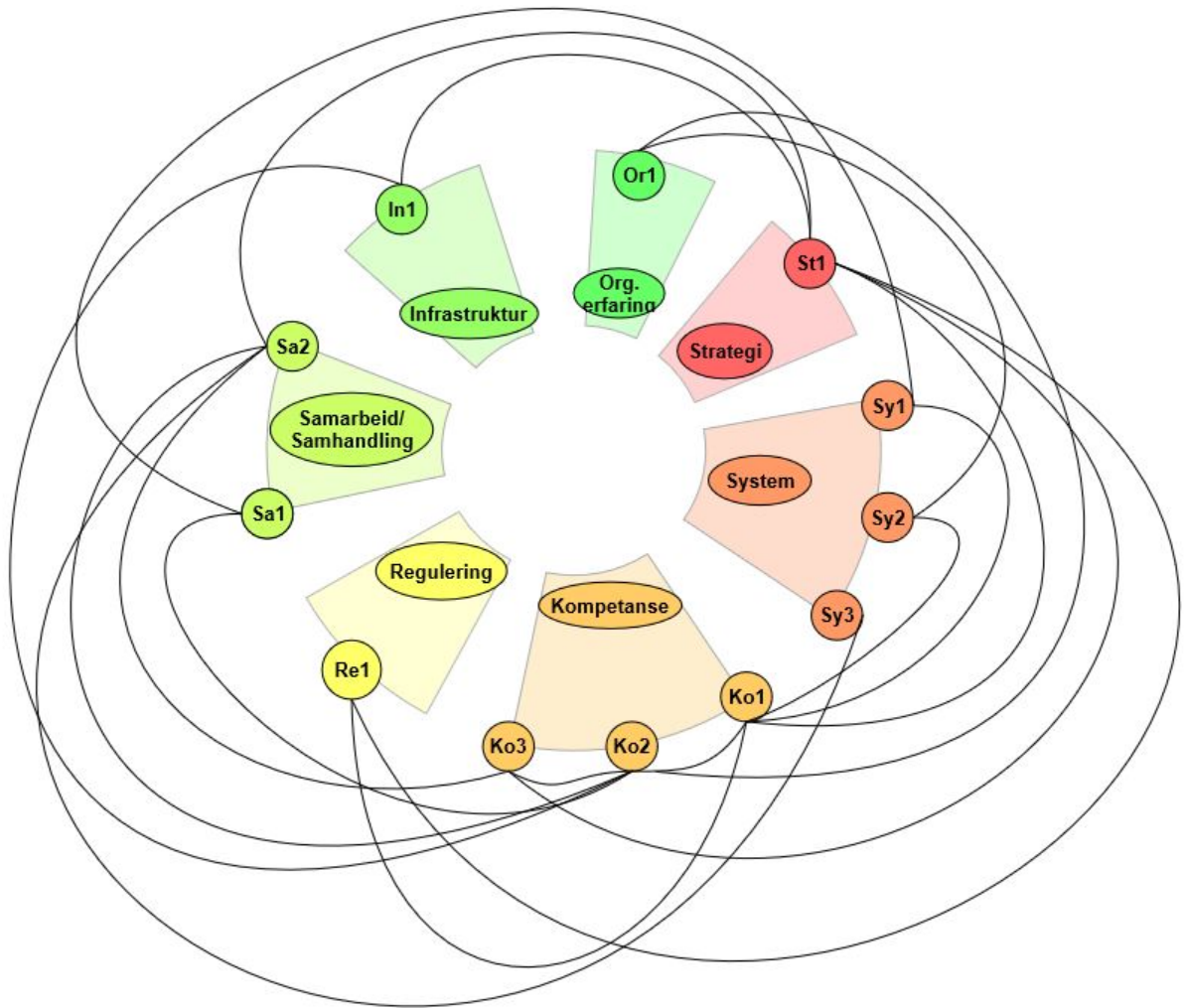
Topp 10 faktorer fra litteraturstudie	Topp 10 faktorer fra ex post facto studie	Topp 10 faktorer fra delphi-studie
L1 - IKT-ressurser, som støtter proaktivt sikkerhetsarbeid og kommunikasjon eller deling av designinformasjon- 19	E1 - Involvering av driftspersonell og produksjonsledere i tidlig fase i prosjekt - 4.8	D1 - Prosjekterende (arkitekter og rådgivere) sin tilgang på internt eller eksternt HMS-, byggbarhet og vedlikehold rådgivning - 4.62
L2 - Prosjekterende (arkitekter og rådgivere) sin kunnskap til proaktivt sikkerhetsarbeid - 16	E2 - Risikostyringssystem, dvs. systemer, prosesser og prosedyrer for identifisering av farer tilknyttet prosjektering som en del av arbeidsmetoden - 4.8	D2 - Prosjekterende (arkitekter og rådgivere) sin erfaring med proaktivt sikkerhetsarbeid - 4.62
L3 - Ekstern samarbeid - 11	E3 - Prosjekterende (arkitekter og rådgivere) sin tilgang på internt eller eksternt HMS-, byggbarhet og vedlikehold rådgivning - 4.6	D3 - Prosjekterende (arkitekter og rådgivere) sin kunnskap til proaktivt sikkerhetsarbeid - 4.54
L4 - Prosjekterende (arkitekter og rådgivere) sin tilgang på internt eller eksternt HMS-, byggbarhet og vedlikehold rådgivning - 5	E4 - Systemer for å samle og bruke erfaring - 4.6	D4 - Opplæring innen sikkerhet, helse og arbeidsmiljø for aktørene i prosjekteringsfasen - 4.46
L5- Prosjekterende (arkitekter og rådgivere) sin erfaring med proaktivt sikkerhetsarbeid - 5	E5 - Kvalitetsstyringssystem, dvs. systemer, prosesser og prosedyrer for gjennomgang av kvalitet for å fange opp og rette opp feil - 4.4	D5 - Ekstern samarbeid - 4.38
L6- Risikostyringssystem, dvs. systemer, prosesser og prosedyrer for identifisering av farer tilknyttet prosjektering som en del av arbeidsmetoden - 5	E6- Prosjekterende (arkitekter og rådgivere) sin kunnskap til proaktivt sikkerhetsarbeid - 4.4	D6 - Toppledelses engasjement - 4.38
L7 - Prosjekterende (arkitekter og rådgivere) sin egenskaper med proaktivt sikkerhetsarbeid - 4	E7 - Prosjekterende (arkitekter og rådgivere) sin erfaring med proaktivt sikkerhetsarbeid - 4.2	D7 - Intern samarbeid - 4.31
L8 - Intern samarbeid - 4	E8 - Intern samarbeid - 4.2	D8 - Involvering av driftspersonell og produksjonsledere i tidlig fase i prosjekt - 4.31
L9 - Kvalitetsstyringssystem, dvs. systemer, prosesser og prosedyrer for gjennomgang av kvalitet for å fange opp og rette opp feil - 4	E9 - Ekstern samarbeid - 4.2	D9 - Organisatorisk erfaring med implementering av proaktiv sikkerhetsstyring tidlig i prosjekter - 4.31
L10 - Prosjekterende (arkitekter og rådgivere) sin erfaring med proaktivt sikkerhetsarbeid - 3	E10 - Organisatorisk erfaring med implementering av proaktiv sikkerhetsstyring tidlig i prosjekter - 4.2	D10 - Risikostyringssystem, dvs. systemer, prosesser og prosedyrer for identifisering av farer tilknyttet prosjektering som en del av arbeidsmetoden - 4.31



Figur 23: Triangulering

5.4.3 Komplexitet

Funn fra alle de gjennomførte metodene tilsier at proaktivt sikkerhetsfokus i prosjekteringen er et komplekst tema å undersøke. Dette er forsøkt visualisert med figur 24. I figuren er det trukket en linje når et tema/faktor i diskusjonene eller intervjuene, er satt i sammenheng med et annet tema/faktor. Figuren er utformet med utgangspunkt i egne tolkninger av funn, og hensikten er først og fremst å synliggjøre at faktorene kan antas å være koblet. For å skalere ned figuren er det brukt koding for faktorene. Kodene viser til faktorene i den rekkefølgen de er satt opp i den ferdig reviderte faktorlisten, som kan ses i tabell 20 på neste side. Funnene tilsier at sammenkoblede faktorer gjerne kan påvirke hverandre. I tillegg er det antatt at enkelte faktorer kan påvirke uten å bli påvirket selv, altså koblet en vei. Det hadde derfor vært hensiktsmessig å definere retning på påvirkning ved bruk av piler. For å unngå at figuren blir vanskeligere å lese ble ikke dette gjort, men forholdene mellom faktorene blir definert i teksten som etterfølger figuren.



Figur 24: Koblinger innen tema

Organisatorisk erfaring

Bedriftens organisatoriske erfaring med proaktiv sikkerhetsstyring har basert på diskusjonen blitt koblet til hvilke systemer som eksistere i firma. Denne koblingen antas å gå begge veier. Hovedtema er også relatert til hvor mye erfaring enkeltpersoner bygger seg opp, da hovedsakelig påvirkning fra organisatorisk erfaring og til individuell erfaring.

Strategi

Strategi og toppledelsens engasjement er i de fleste tilfellene relatert til ressurser når de i diskusjoner er satt i sammenheng med andre faktorer. Motiverende toppledelse antas at kan påvirke både spesifikk kunnskap og generell HMS-kunnskap. Det er også kommunisert at toppledelsen kan påvirke hvor mye rom det gis for ekstern samarbeid og ressurser til IKT. Samtlige av koblingen vil være fra strategi og til de andre faktorene, bortsett fra kunnskap som er blitt kommunisert som en forutsetning for at toppledelsen skal innse nytteverdien. En siste faktor er regulering, da det fremkom at det er vanskelig å få firma til å bruke ressurser om det ikke er krevd gjennom lovverk.

System

System er allerede trukket frem i sammenheng med toppledelsen engasjement. System for å samle erfaring kan ses i sammenheng med ekstern samarbeid, da prosjekterende er avhengig av entreprenør informerer om dårlig prosjekterte løsninger eller hendelser som kan spores tilbake til tidlig prosjektfase. Det er også kommunisert at gode systemer som tvinger prosjekterende gjennom gode prosesser kan være med på å bygge individuell erfaring. Systemene bør da gjerne være interaktive.

Kompetanse

Faktorene under kompetanse kan gjerne ses på som grunnleggende, og de er tilsynelatende relatert til flest faktorer. Dette kan forklares med at kunnskap eller erfaring er forutsetning for at de andre faktorene skal være hensiktsmessige, eller at de andre faktorene fasiliterer kunnskap og erfaring.

Regulering

Det er antatt at det er lite i prosjekteringen som kan påvirke regulering og lovverk. Faktoren er bare koblet til toppledelsens engasjement, bakgrunnen for dette er at den kan legge føringer for organisasjonene. Regulering kan også kobles med kunnskap da regulering direkte kan påvirke hvilke kunnskap som er krevd, samt at det er kommunisert i diskusjonene at det kreves til en viss grad kunnskap for å tolke lovverket.

Samarbeid/Samhandling

Samarbeid og samhandling er som tidligere nevnt koblet med kompetanse, system og strategi.

Infrastruktur

Infrastruktur er som nevnt koblet til strategi og kompetanse. I tillegg fremkom det i litteraturstudien at IKT-ressurser kan lette risikostyringsarbeidet, og i diskusjonene generelt med system for å gjøre systemene mer interaktive.

5.4.4 Ferdigrevidert faktorliste med forbedringsforslag

Basert på funn i dette forskningsarbeidet ble det formulert en liste med forbedringspotensial som kan ses i tabell 20. Forbedringsforslagene er satt sammen med tilhørende faktorer og tema, samt fargekodet etter forbedringspotensialet som kan ses som verdi i den andre kolonnen. Bakgrunnen for høye forholdstall som representerer forbedringspotensial skyldes angivelig høy sannsynlighet for at faktoren kan påvirke positivt, og lav verdi på hvor mye faktoren fokuseres på i bransjen i dag (med proaktiv sikkerhetsstyring som formål). Sammen med forslagene er det lagt inn bokstavkoder som viser til hvilken datakilde anbefalingene stammer fra. Forbedringsforslag med (L) kommer litteraturstudien, (E) kommer fra ex post facto studien og likedan (D) fra delphi-studien. Her er alle foreslåtte handlinger tatt med, og ikke alle er like gjennomførbare. Enkelte forslag faller også utenfor prosjekterende sin antatte bestemmelsesområde.

Tabell 20: Forbedringsforslag organisert etter tema og faktor

Tema	Faktorene med mest forbedringspotensial	Faktor	Forbedringsforslag
Kompetanse	2,15	Prosjekterende (arkitekter og rådgivere) sin kunnskap til proaktiv sikkerhetsarbeid	Skole undervisning (L)(E)(D) En til en samtale med nye om viktigheten (D) Etterutdanning og kursing (L)(E)(D)
	2,31	Prosjekterende (arkitekter og rådgivere) sin erfaring med proaktiv sikkerhetsarbeid	Befaring på byggeplass (E)(D)
	1,69	Opplæring innen sikkerhet, helse og arbeidsmiljø for aktørene i prosjekteringsfasen	Spesifikk SHA kursing (D)
Samhandling/ Samarbeid	1,08	Intern samarbeid, dvs. mellom arkitekter og rådgivende ingeniører	Bedriftene kan etterstrebe å bli attraktiv arbeidsgiver for å trekke personell med erfaring som kan støtte proaktivt sikkerhetsarbeid internt (D)
	1,22	Ekstern samarbeid, dvs. mellom byggherre, prosjekterende og entreprenør	Initiativ til involvering (E)(D) Kommunisere ønske om samhandlingsmodeller(D)
Organisatorisk erfaring	1,53	Organisatorisk erfaring med implementering av proaktiv sikkerhetsstyring tidlig i prosjekter	Ingen konkrete forbedringsforslag fremkom av funn
Strategi	2,03	Organisasjonens toppledelses engasjement ovenfor fokus på proaktiv sikkerhetsstyring i prosjekteringsfasen	Økt bransje fokus generelt, gjerne ta med prosjekterende sitt bidrag i priser og utdelinger eller ha egne priser for dette (D)
Infrastruktur	1,23	IKT-ressurser (inkludert maskinvare og programvare), som støtter proaktivt sikkerhetsarbeid og kommunikasjon eller deling av designinformasjon	Kartlegge og informere om fordeler ved tilgjengelige IKT-ressurser (L)
System	0,92	Kvalitetsstyringssystem, dvs. systemer, prosesser og prosedyrer forgjennomgang av kvalitet for å fange opp og rette opp feil	Ingen konkrete forbedringsforslag fremkom av funn
	0,47	Risikostyringssystem, dvs. systemer, prosesser og prosedyrer for identifisering av farer tilknyttet prosjektering som en del av arbeidsmetoden	Stille interne krav til å utføre risikovurderinger før prosjektet settes i gang. Med hensikt om å fremprovosere et tidlig fokus(D) Bruke f. eks. byggbarhetsanalyser som utgangspunkt for risikovurderinger, når det er hensiktsmessig (D)
	1,49	Systemer for å samle og bruke erfaring	Stille interne krav til å fylle ut variant av erfaringslogg (D) Krav om å leses seg opp på evt. eksisterende erfaring fra lignende prosjekt før oppstart (D)
Regulering	0,75	Regulering og krav	Tydeligere regelverk på tidlig involvering, gjerne pressiser i kommentar om at det er her man kan gjøre større endringer uten store økonomiske konsekvenser (D) En mer presis BHF, for eksempel Danmark sitt lovverk (D)

6 Diskusjon

Funnene fra de ulike metodene blir diskutert i analysen. Fokuset videre i diskusjonenskapittelet blir dermed løftet til å se på et større bilde. Her blir hovedtrekkene fra funnene og analysen sett sammen med erfaringer fra bransjen og sikkerhetsteorier. Formålet med diskusjonen er å danne grunnlag til å besvare problemstillingen med konklusjoner som både er fornuftige og ikke minst forenelige med den norske bransjekonteksten.

6.1 Wicked problem

Som vist i analysen er proaktivt sikkerhetsarbeid i bygg- og anleggsbransjen og prosjekteringsfasen et komplekst tema. Dette er utgangspunktet for å undersøke om det kan foreligge wicked problems. Bakgrunnen for mistanken er hovedsakelig fra funn i artikler som hyppig tar opp utfordringer med implementering av sikkerhetsrelaterte tiltak og initiativer i prosjekteringen på organisatoriske nivå. I den første delen diskuteres om det foreligger wicked problem. Etterpå blir eventuelle strategiske løsninger diskutert. Det er tatt utgangspunkt i Rittel and Webber (1973) sine 10 karakteristikk. En kort oversikt kan ses i tabell 21.

Tabell 21: Rittel and Webber (1973) sine karakteristikk sett opp mot prosjekterende

Rittel og Webers 10 karakteristikk	Indikasjon på wicked problem
Ingen definitiv formulering	I artikler trekkes det frem utfordringer tilknyttet å gjøre sikkerhetsrelaterte endringer i bedrifter og prosjekteringsfasen på tross av at tema er forsket på over flere år.
Ingen "stoppe kriterier"	Bransjen er i konstant bevegelse og konteksten for prosjekter vil være ulik. Selv om en "løsning" eller tilnærming er hensiktsmessig i prosjekteringen i et prosjekt, vil funn fra studien og tiltakene ikke nødvendigvis fungere i alle prosjekter.
Løsninger kan ikke ses på som sanne eller usanne, men gode eller dårlige	I intervjuene fremkom det at prosjekteringen sitt bidra til sikkerhet, av og til er bra, og andre ganger ikke fullt så bra. Allikevel er det utfordrende å ta med seg læringen og de gode erfaringene, på tross av at det er anerkjent at prestasjonen svinger.
Ingen umiddelbar og ingen endelig test av en løsning	—
Hvert forsøk på å løse et wicked problem må ses på som en "one-shot operation"	Problemet går på kryss av mange organisatoriske- og kulturelle grenser, og en forandring krever trolig en kollektivt handling. Uten resultater vil det bli ressurskrevende å holde på dyre sikkerhetstiltak. Bedriftene sklir da antagelig tilbake.
Det finnes ingen "tallrike" sett med potensielle løsninger eller hensiktsmessige konkrete tilnærminger	Tema det er snakk om er antatt å i stor grad være påvirket av såkalte myke faktorer. Dette i kombinasjon med organisatorisk kompleksitet indikerer få til ingen enkle løsninger.
Hvert Wicked problem er unikt	—
Wicked problem kan se som et symptom på et annet problem	At man ikke klarer å øke fokus på å arbeide med sikkerhet i tidlig fase, kan ses på som et symptom på dårlig informasjonsflyt.
Symptomer på et wicked problem, kan være forklart på mange måter	Eksempler: Samhandlings-, organisatoriske-, kulturelle-, management-, reguleringsproblemer
Ingen rett til å ta feil	Om det ikke skjer en endring er det bare et tidsspørsmål før man får fatale konsekvenser, igjen.

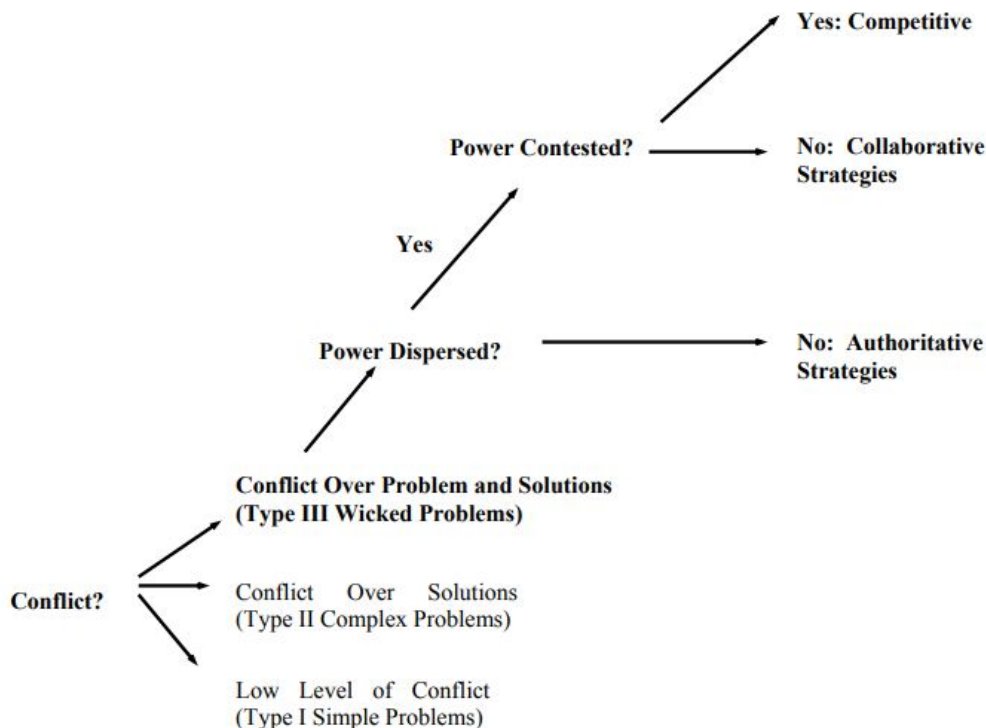
Basert på tabellen kan følgende elementer antas å skape hovedutfordringene; mange organisatoriske grenser, mange interessenter, flere nivå, konsekvensen ligger hos noen andre, kompleksitet i arbeidsmetode (Pirzadeh and Lingard, 2017), multi-disiplinære prosesser (Pirzadeh and Lingard, 2017), økonomiske press og ansvar som er fordelt på mange. Flere av de antatte hovedutfordringene har likhetstrekk med utfordringer i samfunnssikkerhet i norsk kontekst, hvor wicked problems i større grad er undersøkt. Almklov et al. (2018) viser til problemer med samhandling, og trekker frem ulike kulturer og et stort antall grenser som utfordringer. I samfunnssikkerhet i likhet med bygg- og anleggsbransjen, vises det også til at sikkerheten skapes i nettverk hvor ulike profesjoner fra ulike fagfelt sammen skaper verdier og kultur (Almklov et al., 2018).

Prosjekteringen består av multi-disiplinære prosesser, som medfører høy kompleksitet (Pirzadeh and Lingard, 2017). Med kompleksiteten medfølger det gjerne metoder og teknikker for å gjennomføre arbeidsoppgavene. For å håndtere dette på en god måte blir ofte de involverte i høy grad er spesialiserte, da får man flere involverte og man sitter i en klassisk silo-organisering med personell som gjerne blir gode på sitt begrensede arbeidsområde (Pirzadeh and Lingard, 2017). Dette medfører videre at ansvar allerede er fragmentert. I bygg- og anleggsbransjen er det ulike aktører som må finne hverandre, helt fra internt i hos de ulike aktørene til aktørene seg imellom. Noe som også gjenspeiles i organisering i samfunnssikkerheten.

Almklov et al. (2018) viser til at kulturelle grenser hemmer samhandling. Grensen er også forklart at kan også medføre utfordringer når det kommer til power struggles, kommunikasjonssvikt og endringsledelse (Almklov et al., 2018). En av Rittel and Webber (1973) sine karakteristikk poengterer at ingen wicked problems er like. Det må dermed undersøkes om det i det hele tatt vil ha noe nytteverdi å forsøke å overføre funn fra samfunnsvitenskapen. Er imidlertid mange av karakteristikken like kan det kanskje argumenteres for at utfordringen i bygg- og anleggsbransjen skyldes et mer grunnleggende problem, og at det er snakk om det samme problemet innen samhandlingen når det kommer til samfunnssikkerheten i Norge. Et slik eksempel kan være å opprettholde informasjonsdeling og samhandling i segmenterte organisasjoner. Det kan se ut som, basert på kriteriene til Rittel and Webber (1973) og tabellen, at det blir en utfordring å gjøre endringer på bransjenivå. Dette blir videre antatt at det er mulig at det eksisterer wicked problems relatert til tema. Morrow et al. (2015) trekker frem i sitt arbeid at konseptet sikkerhet gjennom prosjektering, som er nærliggende proaktiv sikkerhetsstyring, har i en rekke land blitt satt fokus på i snart 20 år, uten synlig progresjon innen HMS-prestasjon på bransjenivå (Morrow et al., 2015). Dette beviser derimot verken at det nødvendigvis er et wicked problem, og heller ikke at det er uløselig om det foreligger et problem. Relevante artikler som nevner problem med implementering av lignende tilnærminger i prosjekteringsfasen trekker hovedsakelig frem mer overfladiske utfordringer som mangel på kompetanse (Pirzadeh and Lingard, 2017; Dharmapalan et al., 2014; Poghosyan et al., 2018; Dharmapalan et al., 2014; Pirzadeh and Lingard, 2017). Samtidig, som tidligere nevnt, viser (Ghaderi and Kasirossafar, 2011) sitt studie til funn som tilsier 33% reduksjon i hendelser som følge av implementering av konseptet i bygg- og anleggsbransjen i Iran. Det kan dermed se ut til at eventuelle endringer i prosjekteringsfasen kan bli utfordrende.

Hensiktsmessig strategi for å løse problemet

Om man skal prøve å løse et wicked problem foreslår Roberts (2000) strategiene som ble omtalt i teorikapittel 3.3, og som kan ses i figur 25. Første steget i Roberts (2000) sin prosess for å identifisere hensiktsmessig strategi er å finne ut hvilken type konflikt det er snakk om.



Figur 25: Strategier for å løse wicked problems (Roberts, 2000)

Konflikt angående problem og løsning?

Basert på intervjuene er det enighet om at noe må gjøres, fordi det foreligger et potensial som ikke blir utnyttet. Bortsett fra det, er det en rekke uenigheter om både hva som er problemet og hva som er fornuftige løsningsforslag. Uenigheten kan grupperes etter om det er funn basert på dialog med entreprenør, prosjekterende eller byggherre. Basert på tolkninger av det som ble sagt under intervjuene angående økt fokus på proaktiv sikkerhetsstyring i tidlig fase kan det, satt litt på spissen, trekkes noe grove linjer. Entreprenørene viser til samhandling og kommuniserer at de ønsker å bli involvert tidligere, og sikter gjerne til kompetanse som en utfordring i prosjekteringen. Prosjekterende ingeniører og rådgivere viser til tidspress, økonomisk press, og peker på byggherre. Byggherrene har i mindre grad vært representert i studien, men de få deltakerne har vist til kunnskap både internt og hos prosjekteringen, og etterlyser at dette er noe konsulentfirma bør selge inn som ytelse. Også basert på Roberts (2000) sitt beslutnings-tre klassifiseres problemet som et wicked problem.

Er makten spredt?

Videre i beslutningstreet kommer spørsmålet, hvordan er makten fordelt på interessentene? Dette er kanskje det mest utfordrende spørsmålet å besvare, alt etter hvordan det tolkes. Først tolkes det som at det er snakk om makten til å ta beslutninger som påvirker problemet. Når det kommer til beslutninger som påvirker sikkerheten i utførende fase, så er byggherreforskriften tydelig på at dette er alle involverte sitt ansvar. Dermed kan det argumenteres for at prosjekterende har makt. Tradisjonelt sitter byggherre med makten, selv om den reelle makten kan delegeres videre. Som det ble kommunisert av en konsulent i en av ekspertgruppe diskusjonene, *byggherren får det byggherren spør om*. Byggherren har også kontroll over ressursene som legges i hvert enkelt prosjekt. Byggherre er imidlertid i mange tilfeller helt avhengig av å få solgt, og innretter seg etter hva kundene forventer angående pris og design etc. Sån sett har da også forbruker makt. Det ble eksplisitt presisert i en av delphi-studie diskusjonene, at spesielt de mindre byggherrene trolig vil slite med ansvar for tidlig proaktivt sikkerhetsfokus. Det antas dermed at makten er spredt.

Er det konkurranse for makt mellom interessenter?

Ikke bare prosjekteringen, men hele bygg- og anleggsbransjen er presset på pris. Det tolkes som at å vinne en anbudsrunder vil medfølge makt, og dermed at det i aller høyeste grad er konkurranse for å oppnå makt involvert. I henhold til modellen sitter en da igjen med en konkurrerende strategi. Denne strategien kan understøttes av øvrige funn. Fra delphi-studien fremkom nevnte utsagn som tilsier at en autoritær strategi kan fort bli for ressurskrevende for spesielt mindre byggherre. Samtidig fremkom det i litteraturstudien en artikkel som viser til at samhandlings-strategi trolig ikke blir hensiktsmessig da det krever urealistisk mengde tid og energi av interessentene å komme frem til mulige løsninger (Edirisinghe et al., 2016). Dermed er konkurrerende-strategi siste hensiktsmessige løsning.

6.2 Byggherrens påvirkningskraft

Fokuset i denne forskningsstudien er på prosjekterende og hvordan de kan påvirke sikkerheten i utførende fase, men det som imidlertid går igjen i datainnsamlingen er byggherrens påvirkningskraft. Faktorer relatert til byggherren var identifisert i denne forskningsstudien, men for å holde oppgaven innenfor avgrensning og tidsrammene ble ikke disse faktorene undersøkt nærmere eller presentert som en del av resultatet og analysen. Byggherrens påvirkningskraft tas likevel med i diskusjonen da funnene relatert til byggherren er interessante, og kan i stor grad knyttes opp mot wicked problems. Byggherren spiller også en stor rolle i sikkerhetsarbeidet med tanke på at byggherren er prosjekteieren, finansierer prosjektet og legger grunnlag for organiseringen av et BA-prosjekt.

Både intern samhandling i prosjektering og ekstern samhandling med andre aktører, nevnes som viktige tiltak for å identifisere risiko og utfordringer tidlig i et BA-prosjekt. Tidspunktet for samhandlingen med andre aktører har også vist seg å være svært viktig. Flere informanter har gitt uttrykk om at det hadde påvirket sikkerhetsprestasjonen positivt om ekstern samhandlingen skjedde allerede i prosjektutviklingsfasen eller i forprosjekteringsfasen. Dette støttes også av flere litteraturer som viser at samhandling mellom prosjekterende og entre-

prenør i tidlig fase påvirker sikkerheten positivt (Lingard and Rowlinson, 2004; Guo et al., 2015; Osipova and Eriksson, 2009). På tross av enighet blant informantene og kunnskapen er det som beskrevet i foregående kapittel flere wicked problems innenfor samhandling. Gode omstendigheter og tidspunkt for samhandling er imidlertid noe byggherren kan legge til rette for. Hvordan prosjektet organiseres og når de ulike aktørene involveres er avhengig av byggherrens valg av entreprisform og kontraheringsmåte (Albrechtsen et al., 2015). Informanter fra ex post facto studien og delphi-studien nevnte at tidlig samhandling mellom de ulike aktørene er avhengig av valg av entreprisform. Ekstern samhandling i tidlig fase er vanskeligere dersom det ikke er total- eller samspillsentreprise. Entrepriseformen påvirker dermed i stor grad samarbeid på kryss av organisasjoner, som er en av de hyppigste omtalte faktorene.

I en hendelse i ex post facto studien sier informanten at det var lettere å kommunisere sikkerhet med byggherren fordi det var et "in-house" prosjekt, hvor byggherre og entreprenør tilhører samme bedrift. I andre bygg kan fokuset være å få solgt det lettest mulig. Leilighetsbygg er ofte allerede solgt før detaljprosjekteringen og før entreprenøren kommer inn i prosjektet. Sluttproduktet må stemme overens med hvordan det så ut når bygget ble solgt, noe som kan legge begrensninger på større endringer. Endringer i plantegninger underveis i prosjektet er dermed vanskelig. Det som kommer frem i intervjuer i ex post facto studien, er at entreprenøren eller HMS/SHA-rådgivere kommer for sent inn i prosjektet til at de kan eliminere risiko og utfordringer i tidlig fase. Byggherren kan imidlertid trekke inn entreprenøren allerede i prosjektutviklingen eller i forprosjekteringen.

Det som også har blitt nevnt av flere informanter er hvordan det kan påvirke positivt om byggherren motiverer og fremmer sikkerhetsfokus i prosjektorganisasjonen. Dette er fordi byggherren som står for anskaffelsen og finansiering i prosjektene. Den finansielle makten og eierskapet som byggherren har gjør at de som oftest får det de vil. Som en konsulent sa i gruppeintervju i delphi-studie, *man gjør det byggherren vil ha*. Byggherren kan dermed legge til rette for tidlig samhandling, samarbeid og informasjonsdeling, for et godt utgangspunkt for sikkerhetsarbeidet, og legge inn flere ressurser til sikkerhet. Det kan være utfordrende om sikkerhet ikke er godt innarbeidet i kontrakter, og krav fra byggherren ikke er forenelig med sikkerhetsarbeidet.

Med tanke på den store påvirkningskraften byggherren har, er det kanskje lettest for bransjen om byggherren tar en større del av ansvaret for å oppnå tidligere og mer fokus på sikkerhet i prosjekter. Dette kan imidlertid være vanskelig for små byggherrer eller engangsbyggherrer som mangler erfaring. Dette ble også omtalt av en informant fra byggherresiden i delphi-studien. Informanten sier at de er en flerbyggherre med mange ansatte og prosjektledere, men også de må få prosjekterende sin støtte og råd relatert til sikkerhet i byggekonseptet og i de første tegningene. Videre sier informanten at det kan være enda mer krevende for engangsbyggherrer som har lite erfaring med byggeprosjekter og -prosesser. Prosjekterende må derfor også ta ansvar og lede byggherrene, men informanten sier samtidig at det kan være vanskelig å ta større ansvar for sikkerhetsarbeidet når de er presset på pris.

6.3 Målkonflikt

Mye av det som omtales i foregående delkapitler indikerer at det er målkonflikter mellom de ulike aktørene. Som Rasmussen (1997) sin migrasjonsmodell viser er det tre akseptgrenser som aktørene må forholde seg til; grense for økonomisk sammenbrudd, grense for funksjonelt akseptabelt atferd og grense for uakseptabel arbeidsbelastning. Alle virksomheter som involveres i et BA-prosjekt opererer innenfor økonomiske rammer, og de aller fleste virksomheter er helt avhengig av fortjeneste. Dersom ressursene som legges i prosjektet er høyere enn inntjening eller går over budsjettet, kan de private virksomhetene gå konkurs og de offentlige virksomhetene overskrider budsjettene. Det er dette som Rasmussen (1997) omtaler som grense for økonomisk sammenbrudd. Sikkerhetsstyring i BA-prosjekter er ressurskrevende, men nødvendig og lovpålagt. En ulykke vil som oftest være mye mer økonomisk belastende for virksomhetene (Arbeidstilsynet, 2018), dermed er sikkerhetsstyring også et viktig tiltak for at den finansielle akseptgrensen ikke krysses. Alle aktører har ansvar for risiko de bringer inn i prosjektet, men å arbeide sikkert kan ta tid og kan oppleves som ekstraarbeid. Dette omtaler Rasmussen (1997) som grense for uakseptabel arbeidsbelastning. I forhold til sikkerhet kan det være vanskelig å identifisere det Rasmussen (1997) omtaler som funksjonelt akseptabel atferd eller akseptabel risiko. Akseptgrensene har ulike konsekvenser dersom de krysses og aktørene må finne en god balanse for at grensene ikke krysses.

Målkonfliktene mellom aktørene kom tydelig frem i intervjuene, spesielt i delphi-studien hvor det var gruppediskusjon med informanter som representerte ulike aktører og virksomheter. Private virksomheter drives ofte ut fra ønsker om maksimal profitt, og offentlige virksomheter innenfor begrensede budsjetter. Funnene i intervjuer og gruppediskusjoner indikerer at sikkerhetsansvaret i mange tilfeller skyves lenger ut i prosjektet og til entreprenøren. I flere undersøkte hendelser har entreprenøren vært i dialog med prosjekterende om utfordringer og farer i arbeidsoperasjon, men likevel ikke fått tilstrekkelige løsninger. Dette kan forklares med motstridende mål om sikkerhet og økonomi. Sikkerhetsarbeidet kan føre til forsinkelser og økte kostnader. En prosjekterende informant sier at noen ganger så føler de at de står mellom byggherre og entreprenør. Byggherren vil ha "fine" bygg og leveranse innenfor tids- og finansiell rammer, og entreprenøren vil ha bedre og sikrere løsninger. En annen informant sier også at entreprenøren kommer med ønsker og ber om endringer, men det er ikke entreprenøren som betaler regningen. Andre informanter har også uttrykt at prosjekterende i noen tilfeller vil gjøre mer for å forebygge ulykker i utførende fase, men forhindres av krav fra byggherren. Som nevnt er det byggherren som finansierer prosjektet. Byggherrens valg og krav er dermed ikke lett å endre på dersom byggherren står fast ved det. Risikostyring kan også for noen føles som arbeid som går utover deres egentlig oppgaver. Flere informanter har opplevd at utfordringer og risiko overføres til entreprenøren, fordi prosjekterende mener dette ikke er deres oppgaver eller ansvar og at det er "lettere" for entreprenøren å gjøre noe med.

6.4 Prosjekterende sitt bidrag (les. Samfunnsansvar)

Gjennom studien er det blitt klart at det også i Norge foreligger et potensial hos prosjekterende for å sørge for god byggeteknisk kvalitet og fareidentifikasjon. I arbeidet foreslås det at det i prosjekteringen fokuseres på øvre halvdel i tiltakshierarkiet, eliminasjon og substitusjon, fremfor at fare skal håndteres i den nedre delen av hierarkiet i utførende fase. Når det er sagt så er ikke formålet å eliminere all fare, men det kommer vi tilbake til senere i diskusjonen.

Prosjekterende står her derfor ovenfor flere dilemma. Som vist til understøtter funn at enkelte prosjekter blir satt i gang med lite ressurser for sikkerhet. Det er gjerne de mindre prosjektene og engangsbyggherrene som trekkes frem i lyset som de som fort kan bli skadelidende. I de tilfellene hvor det i liten grad legges til rette for å møte krav i henhold til lovverket, blir det vist til i diskusjonene at prosjekterende må ta et samfunnsansvar. Fordi konsekvensene innenfor tema potensielt kan være fatale, menes det med dette at bedrifter skal på frivillig basis etterstrebe å bli bedre på sikkerhet enn å bare overholde lover og regler. Bakgrunnen for dette er at samfunnsansvar er kjent for å lønne seg i det store bilde. Måten prosjekterende kan bidra til dette på er å informere byggherrene om at det er behov for mer ressurser enn det bes om før kontrakt er inngått, i de tilfeller hvor det er aktuelt. Det ble forklart i diskusjonen at dette kan resultere i at man mister prosjektet fordi man ikke klarer å konkurrere med pris. Enkelte virksomheter som var representert i studien har allerede tatt et slikt standpunkt, og er villig til å ta sjansen for å gjøre en forskjell.

Gjennom proaktive sikkerhetsfokus foreslås det ikke bare å møte dagens krav, men å strekke seg enda lenger. Fokuset vil medføre mer arbeid som må spres ut på flere i prosjekteringen. Om arbeidet falt på HMS/SHA rådgivere ville antageligvis dette blitt mottatt med glede, da de allerede sitter på kompetansen og får en ny tjeneste de kan selge til byggherre. Utfordringen blir imidlertid at det proaktive sikkerhetsbidraget det er snakk om blir fordelt mer utover blant de spesifiserte fagområdene. Det vil kreve villighet og endring. Det er da trolig at arbeidsoppgavene til HMS/SHA rådgivere blir mer støttende en hva det kan se ut til at det er i dag.

En slik endring kan trolig medbringe enda mer forvirring rundt ansvar. Av studien fremkom forskjellen mellom gjentakende kjent risiko og prosjekt spesifikk risiko som et moment som medfører mye forvirring. Fordi det ikke er faglig korrekt å omtale risiko som kjent, blir ordet fare brukt bevisst videre i diskusjonen. Årsaken til forvirringen er at lovverket bare krever at prosjektspesifikke farer blir håndtert i tidlig fase, og såkalte gjentakende kjente fare kan ses bort ifra. Om man i prosjekteringsfasen da begynner å endre på løsninger for å eliminere farer relatert til prosjekteringsbeslutninger, som for eksempel medfører ubekvemme arbeidsstillinger eller krevende arbeid i høyden, så har vi beveget oss inn i de såkalte gjentakende kjente farene. Og det er nettopp dette som etterlyses i oppgaven. At når man har muligheten og det ikke medfører signifikant økonomiske konsekvenser, finner en annen løsning. Dette vil imidlertid kreve kunnskap, samhandling og god informasjonsflyt. Utfordring med en slik tilnærming er at man da er inni definisjonen for gjentakende kjent fare. De ulike gruppene farer er klassifisert slik for å unngå store og tunge risikoregister som ikke blir anvendt.

Når man da er inne på tema om å ta avgjørelser om prosjektering, så ønskes det å trekke frem igjen utsagnet fra delphi-studien om risikostyring: “Noen ganger hører risikoen hjemme i huset. Det er interessant å se hvor elegant man kan løse det om faren får omsorg og oppmerksomhet. Plutselig er det den tryggeste operasjonen på byggeplassen”. Basert på dette utsagnet er det naturlig når man velger å “ta vare” på farer i prosjektering, så må man ha et system for å også fange opp denne risikoen. Her er det da plutselig snakk om “gjentagende kjent fare” igjen, som deltakerne i utførende fase i utgangspunktet har ansvar for. Da har man ikke lenger et ryddig system for hva som skal inn i risikoregisteret lenger. En mulighet vil være å sette av en egen seksjon i risikoregisteret med prosjekteringsselementer som trenger “ekstra omsorg”, men dette vil kreve kunnskap og hele risikoregisteret blir mer tungvint, noe som på ingen måte er ønskelig.

Slike dramatiske endringsforslag vil eventuelt kreve at deltakerne er klar for endring, om det skal være mulig å realisere. I studien fremkom det at deltakerne er positivt innstilt og enig i at det er et potensial i prosjekteringsfasen som bør utnyttes. Informantene var imidlertid på tidspunktet ikke klar over hvor stort inngrep som blir foreslått. På en annen side så var også deltakerne fra prosjekteringsfasen hovedsakelig HMS/SHA rådgivere. Det er trolig at stillingen gjør at de er mer positivt innstilte enn andre. Innstillingen til andre spesialiserte personell i fasen er det dermed vanskelig å si noe om.

6.5 Faktorene og Heinzberg

Det er fokusert på å kartlegge hvilke faktorer som kan påvirke sikkerhetsprestasjonen, og forsøkt å få en indikasjon på hvilke som er de viktigste. Hvordan de ulike faktorene eventuelt påvirker hverandre eller sikkerhetsprestasjon, er ikke undersøkt. Fordi det er enkelte faktorer som trekkes frem i gjentatte hendelser og faktorer kan kobles med hverandre, er det mistanke om at hver enkel faktor kan påvirke på ulik måte. Nærmere bestemt at enkelte faktorer er grunnleggende elementer som må være på plass, mens andre faktorer som IKT-ressurser er mindre relevante om behovet for det grunnleggende ikke er møtt. For referanse til funn se ex post facto resultatene i kapittel 5.2, og kompleksiteten i kapittel 5.4.3.

Herzbergs tofaktorteori er en motivasjonsteori som hyppig blir vist til innen fagfelt som organisasjonspsykologi. Motivasjonsteorien fremlegger gruppering av to typer faktorer som påvirker motivasjon (Furnham, 2012). Hygienefaktorer (h-faktorer) som er elementære og skaper negativ effekt om de ikke er til stede, og motivasjonsfaktorer (m-faktorer) som er antatt å påvirke positivt så lenge h-faktorene er innfridd. I teorien er det fremstilt en tenkt scala fra misnøye til tilfredshet, hvor h-faktorene påvirker den negative siden og stopper på midtpunktet mens m-faktorene stimulerer tilfredshet (Furnham, 2012).

Med Herzberg sin teori som inspirasjon, forsøkes det å gruppere faktorene i hvilke som bør fokuseres på først. Det antas videre at det finnes et skille mellom de to grupperingene. M-faktorene har liten effekt før h-faktorene er på plass, og h-faktorene blir “mettet” og gir mindre effekt når de grunnleggende behovene er møtt. Grupperingen kan ses i tabell 22. Grupperingen er basert på egen tolkning og indirekte funn, det er dermed tilknyttet stor usikkerhet rundt tabell 22.

Tabell 22: Gruppering av faktorene

Grunnleggende faktorer Kontrollspørsmål: Antatt selvstendig faktor?	Prestasjonshevede faktorer Kontrollspørsmål: Antatt i stor grad avhengig av andre faktorer? (avhengig av <faktor>)
Prosjekterende sin kunnskap til proaktiv sikkerhetsarbeid	Prosjekterende sin erfaring med proaktiv sikkerhetsarbeid (ekstern samarbeid)
Opplæring innen sikkerhet, helse og arbeidsmiljø for aktørene i prosjekteringsfasen	Ekstern samarbeid, dvs. mellom byggherre, prosjekterende og entreprenør (kunnskap og ledelse)
Intern samarbeid, dvs. mellom arkitekter og rådgivende ingeniører	IKT-ressurser, som støtter proaktivt sikkerhetsarbeid og kommunikasjon eller deling av designinformasjon (kunnskap og ledelse)
Organisatorisk erfaring med implementering av proaktiv sikkerhetsstyring tidlig i prosjekter	Risikostyringssystem, dvs. systemer, prosesser og prosedyrer for identifisering av farer tilknyttet prosjektering som en del av arbeidsmetoden (kunnskap)
Toppledelses engasjement	Risikostyringssystem, dvs. systemer, prosesser og prosedyrer for identifisering av farer tilknyttet prosjektering som en del av arbeidsmetoden (kunnskap)
Kvalitetsstyringssystem dvs. systemer, prosesser og prosedyrer for gjennomgang av kvalitet for å fange opp og rette opp feil	Systemer for å samle og bruke erfaring (kunnskap og ekstern samarbeid)
Regulering og krav	Systemer for å samle og bruke erfaring (kunnskap og ekstern samarbeid)

7 Konklusjon

Funn i litteraturstudie, ex post facto studie og delphi-studie har vist at det er en klar sammenheng mellom prosjektering og ulykker i utførende fase i BA-prosjekter. Funnene indikerer at det er flere faktorer i tidlig fase som kan bidra til å forhindre ulykker i utførende fase. Det er da tydelig at prosjekterende har mulighet til å påvirke sikkerhetsprestasjon senere i prosjektet. Basert på tolkning av funnene er også prosjekterende enig i at de har et potensial for ulykkesforebygging som i liten grad blir brukt. Studien har svart på følgende problemstilling:

Hva er prosjekterendes viktigste bidrag til risikostyring i BA-prosjekter?

Problemstillingen er videre brutt ned i tre forskningsspørsmål som er kan ses under. For å besvare problemstillingen på en oversiktlig måte, blir de mer konkretiserte forskningsspørsmålene besvart.

Hva slags påvirkningskraft har prosjekterende på sikkerheten i BA-prosjekter?

Prosjekteringen kan påvirke sikkerheten i utførende fasen gjennom beslutninger som blir tatt. Funn fra litteraturstudien viser til at opp mot 50% av ulykker kan spores tilbake til prosjekteringen. Funn fra ex post facto studien viser også til klar sammenheng mellom prosjektering og sikkerhet i produksjon. Prosjekterende som aktør blir involvert tidlig i prosjekt, og funn tilsier at de da sitter i en god posisjon for å gjøre lite økonomisk belastende endringer. Det anbefales at prosjekterende har tidlig fokus på fareidentifikasjon. Det foreslås at det i prosjekteringen fokuseres på eliminasjon og substitusjon av farer. Samt at risiko tilknyttet prosjekteringselementer som besluttes å leve med, tas vare på i enda større grad enn hva funn tilsier blir i dag.

Hvordan påvirker aktivitetene i prosjekteringsfasen sikkerheten i utførende fase?

Undersøkte hendelser i ex post facto studien har bakenforliggende årsaker som kan knyttes til prosjektering. Flere faktorer i prosjekteringsfasen går igjen i de ulike hendelsene. De ulike aktivitetene og valgene som tas i prosjekteringsfasen påvirker sikkerheten i utførende fase på ulike måter. Av funnene i denne forskningsstudien er det i hovedsak tre aktiviteter i prosjekteringsfasen som kan påvirke enten byggearbeidernes sikkerhet og/eller helse.

- Tekniske konstruksjoner og beregninger
Feil i tekniske konstruksjoner og beregninger fører til økt sikkerhetsrisiko. Hendelser kan utløses direkte av konstruksjon- og beregningsfeil, f.eks. ved feilberegning av kapasitet på bærebjelke som gjør at bygg faller, eller indirekte som vist i en av hendelsene hvor prosjekterende feilplasserte løfteklukkene som førte til økt risiko og ekstra tiltak.
- Risikostyring
Manglede risikostyring eller svikt i å identifisere risiko og utfordringer, fører til at risiko som kan elimineres i prosjekteringsfasen overføres til utførende fase. For eksempel kunne alle hendelsene med fall gjennom utsparring kunne vært forhindrede med enkle tiltak i prosjektering.

- Byggeprogram/fremdriftsplan

Byggeprogram som ikke tar hensyn til drift i utførende fase kan påvirke byggearbeidernes helse og sikkerhet. I hendelsen med vindusinnsetting var det risiko for belastningsskader på grunn av rekkefølgen på arbeidsprosessene.

Hva kan gjøres bedre i prosjekteringsfasen for å øke sikkerhetsprestasjonen i prosjekter?

I arbeidet er det identifisert en liste med faktorer som er sannsynlig at påvirker sikkerheten i utførendefase. Denne listen kan brukes til utviklingsarbeid i bedrifter eller som støtte i utvelgelse av leverandører, når sikkerhet brukes som et konkurransekriterium i utvelgelsesprosessen. Det er kommet frem til tolv faktorer fordelt på syv hovedtemaer hvor kompetanse, samhandling/samarbeid og system er hovedtemaene som antas å være de viktigste.

Innen tema kompetanse er det kunnskap, erfaring og opplæring innen SHA blant de faktorene som er antatt å være sannsynlige at kan påvirke forebyggende sikkerhetsarbeid. Blant de tre nevnte faktorene er det prosjekterende sin erfaring, både med forebyggende sikkerhetsarbeid og prosesser fra utførende fase som er identifisert med størst forbedringspotensial. Tema samhandling/samarbeid er rangert som andre viktigste hovedtema. Samhandling/-samarbeid er videre delt inn i to faktorer som kan støtte tidlig sikkerhetsfareforebygging, intern samarbeid og eksternt samarbeid. Med intern samarbeid menes det internt i prosjekteringsgruppen. Med eksternt samarbeid menes det samarbeid med bedrifter eller aktører utenfor prosjekteringsfasen. Faktoren eksternt samarbeid er den innen tema med antatt høyeste forbedringspotensial. Eksempel fra funn i studien er forelden av støtte fra personer med praktisk byggekompetanse til identifisering, eliminering eller substituering av farer. System er hovedtema som er antatt tredje viktigst og det består av tre faktorer, system for kvalitetsstyring, risikostyring og samling av erfaring. Systemene kan sørge for god byggeteknisk kvalitet i produktet, identifisering av farer, styring av risiko og samling av erfaring.

Med organisatorisk erfaring vises det til erfaringen organisasjonene som en helhet opparbeider seg over tid. Det er vist til at det er enklere å prestere bra om det på organisatorisk nivå foreligger positive erfaringer som legger føringer for gode prosesser. Strategi består av faktoren toppledelsens engasjement og bakgrunnen for denne faktoren er påvirkningskraften øverste ledelse har, spesielt høyere oppe i prosjekthierarkiet. Innen tema infrastruktur er faktoren IKT-resurser identifisert som et element som kan påvirke proaktiv sikkerhetsstyring. I funnene er det gjerne BIM-modeller eller programvarer som støtter fareidentifisering, som trekkes hyppigst frem. Det siste hovedtema er regulering, blant faktorene med lavest forbedringspotensial, funn tilsier at reguleringen gjennom byggherreforskriften er hensiktsmessig og at det er mindre behov for endring her, men at den likevel er svært viktig for tematikken i studien. Ferdig revidert faktorliste med tilhørende konkrete forbedringsforslag kan ses i tabell 20 i kapittel 5.4.4.

7.1 Bidrag til eksisterende forskning og problemløsning i bransjen

Arbeidstilsynet etterlyser innsats for å forebygge ulykker og skader i bygg- og anleggsbransjen. Denne studien kan støtte og å gi innsikt i ny kunnskap til forskning innen sentrale tema tilknyttet det etterlyste arbeid.

Funn i ex post facto studien og delphi studien samsvarer godt med internasjonal og norsk forskning . De mest essensielle funnene i denne studien som støttes av eksisterende forskning, er at det er behov for tidlig fokus på sikkerhet i BA-prosjekter, prosjekterende kan påvirke sikkerheten i utførende fase og det er utfordringer med risikostyring i tidlige prosjektfaser. Litteraturstudien som undersøkte utenlandske studier og forskningsmiljøer, indikerer at flere ulykker kan knyttes til prosjektering. Lingard and Rowlinson (2004) og Manu et al. (2017) sine studier knytter prosjektering som en påvirkende faktor til ulykker i utførende fase. Funn i denne studien viser til det samme. Karakhan and Gambatese (2017a) viser imidlertid at prosjekterende ikke alltid tar hensyn til sikkerheten på byggeplassen, dette er antatt å også være tilfellet i den norske bransjen basert på funn i denne studien.

Norske studier har også lignende funn. SIBA-prosjektet er et norsk forskningsprosjekt som startet for å utvikle kunnskap, metoder og verktøy for å ivareta sikkerheten i BA-prosjekter. En studie om proaktivt sikkerhetsstyring i bygg- og anleggsbransjen som ble skrevet i forbindelse med SIBA-prosjektet, viser viktigheten av å gjøre gode risikovurderinger i tidlig fase for å forebygge ulykker i utførende fase (Albrechtsen et al., 2016). Studien fremhever at valg av arkitektoniske eller tekniske løsninger kan påvirke sikkerheten senere i prosjektet. Også her avdekket funn at tidlige risikovurderinger ofte i liten grad tar hensyn til sikkerheten i utførende fase.

Et funn fra utenlandske studier som skiller seg ut fra funn i denne studien er fokuset på IKT-ressurser. I litteraturstudien var faktoren IKT-ressurser mest omtalt. IKT-ressurser er også omtalt i denne studien og informantene har rangert faktoren som sannsynlig å påvirke sikkerheten, men andre faktorer er satt mer i fokus av informantene.

Studien støttet funnene til (Manu et al., 2019) som i sin helhet er prøvd opp mot den norske bransjen. Blant funnene i studien er det spesielt viktigheten av kompetanse og samhandling som er fremtredende. De to hovedtemaene har blitt rangert høyt i alle datakildene. Arbeidet kan dermed også trekkes frem som støttende for forskning som bygger på at samhandling eller kompetanse er viktige aspekter i forebyggende sikkerhetsarbeid i tidlig fase. Eksempler på aktuell forskning er arbeidet i SIBA og Albrechtsen et al. (2020) sine tidlige fase indikatorer. Funnene støtter også igangsatte engasjement som *SfS BA - Samarbeid for Sikkerhet i bygg og anlegg* og *RIF- Rådgivende Ingeniørers Forening* sitt arbeid med å samle kunnskapsdatabase og kursing. Samhandling er videre analysert i lys av wicked problem og funn støtter Wong et al. (2007) sin forskning på wicked problem i bygg- og anleggsbransje i utland.

7.2 Videre arbeid

I studien er det identifisert kunnskapshull både i dette arbeidet og blant forskningen på tema. I arbeidet er det usikkerhet rundt hvordan faktorene påvirker hverandre og hvilke som bør prioriteres først, det kunne dermed være fordelaktig og undersøkt alle mulige faktorene.

Når det kommer til kunnskapshull innen publisert forskning, så er det funnet lite relevante litteratur som går direkte på rolle og påvirkningskraft byggherre har på proaktiv sikkerhetsstyring. Med de viktige hovedtemaene samhandling og kunnskap som utgangspunkt, er det også identifisert tilsynelatende store kunnskapshull. Det er ukjent hvor kunnskapsnivået blant prosjekterende er i dag, det er ukjent hvilke type kunnskap som er mest nødvendig og det er ukjent hvor mye kunnskap som er nødvendig. Når det kommer til samhandling så er det kanskje spesielt informasjonsflyten og hvordan den kan bedres på tvers av organisatoriske grenser i tidlig fase, som ville vært av mest nytte for bransjen å få mer kjennskap til.

Referanser

Albrechtsen, E., Tinmannsvik, R. K., and Wasilkiewicz, K. (2015). *Sentrale begreper for sikkerhetsstyring i bygg og anlegg*. Tilgjengelig fra: https://sikkerhetba.files.wordpress.com/2015/11/siba-begrepsnotat_februar-2015.pdf. (Hentet: 10.11.2019).

Albrechtsen, E., Wasilkiewicz, K., and Tinmannsvik, R. K. (2016). *Styring av ulykkesrisiko i BA-prosjekter*. Tilgjengelig fra: <https://sikkerhetba.files.wordpress.com/2015/11/siba-notat-styring-av-ulykkesrisiko-i-ba-prosjekter.pdf>. (Hentet: 29.06.2020).

Albrechtsen, E., Winge, S., Nyeng, H., and Jaros, M. (2020). *Hva kjennetegner tidlige faser i prosjekter som oppnår gode sikkerhetsresultater i produksjon?* Tilgjengelig fra: <https://www.prosjektnorge.no/ny-rapport-hva-kjennetegner-tidlige-faser-i-prosjekter-som-oppnar-gode-sikkerhetsresultater-i-produksjon>. (Hentet: 20.06.2020).

Almklov, P. G., Antonsen, S., Bye, R., and Øren, A. (2018). Organizational culture and societal safety: Collaborating across boundaries. *Safety science*, 110:89–99.

Arbeidsmiljøloven (2006). *Lov om arbeidsmiljø, arbeidstid og stillingsvern mv.(LOV-1977-02-04-4)*. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2005-06-17-62?q=aml>. (Hentet: 26.09.2019).

Arbeidstilsynet (2013). *Tilstandsanalyse i bygg og anlegg*. Tilgjengelig fra: <https://www.arbeidstilsynet.no/globalassets/om-oss/forskning-og-rapporter/kompass-tema-rapporter/2013/kompass-tema-nr-4-2013-tilstandsanalyse-i-bygg-og-anlegg.pdf>. (Hentet: 25.03.2020).

Arbeidstilsynet (2018). *Ny rapport om bygg og anlegg: Innvandrere i håndverksyrker skades fire ganger oftere enn norske*. Tilgjengelig fra: <https://www.arbeidstilsynet.no/nyheter/ny-rapport-om-bygg-og-anlegg/>. (Hentet: 27.06.2020).

Arbeidstilsynet (2019). *Samarbeid for sikkerhet i bygg og anlegg: Ulykker i bygg og anlegg – Rapport 2019*. Tilgjengelig fra: <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>. (Hentet: 11.03.2020).

Arbeidstilsynet (2020). *29 arbeidsskadedødsfall i 2019*. Tilgjengelig fra: <https://www.arbeidstilsynet.no/nyheter/29-arbeidsskadedodsfall-i-2019/>. (Hentet: 29.03.2020).

Behm, M. (2005). Linking construction fatalities to the design for construction safety concept. *Safety science*, 43(8):589–611.

Behm, M. (2012). Safe design suggestions for vegetated roofs. *Journal of construction engineering and management*, 138(8):999–1003.

Behm, M., Culvenor, J., and Genn, K. (2017). Safe design: A source for innovation in

- the built environment. *Practice Periodical on Structural Design and Construction*, 22(4):04017024.
- Bourke, C. (2012). *Work Health and Safety (Safe Design of Structures Code of Practice) Approval 2012*. Tilgjengelig fra: <https://www.legislation.act.gov.au/DownloadFile/ni/2012-433/current/PDF/2012-433.PDF>. (Hentet: 28.09.2019).
- Bygg21 (2015). *Veileder for fasenormen «Neste Steg»*. Tilgjengelig fra: <https://www.bygg21.no/contentassets/32bef76f835c48fca3303376f63878db/veileder-for-stegstandard-ver-1-2-med-logoer-201116.pdf>. (Hentet: 10.11.2019).
- Byggherreforskriften (2010). *Forskrift om sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge- eller anleggsplasser .(LOV-1977-02-04-4)*. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2009-08-03-1028>. (Hentet: 28.09.2019).
- Campbell Collaboration (2018). *Assessing and addressing bias in systematic reviews*. Tilgjengelig fra: http://meta-evidence.co.uk/assessing-and-addressing-bias-in-systematic-reviews/?fbclid=IwAR1iw4C03bCIMWaXhlLgGY0SeNXX-yER3Ofgq-YsepfoP9sWsnZr_GpE-Ew. (Hentet: 16.12.2019).
- Centre for Workforce Intelligence (2016). *Pilot Study Experiences in Belgium Using Horizon Scanning and the Delphi Method as Part of a National Review of the General Practitioner Workforce*. Tilgjengelig fra: <http://portal.healthworkforce.eu/wp-content/uploads/2016/06/EU-JA-HWPF-WP6-D061-User-guidelines-on-qualitative-methods.pdf>, note = (Hentet: 14.04.2020),.
- Churchman, C. (1967). West (1967). wicked problems. *Management Science*, 14(4):141–2.
- Corbin, J. and Strauss, A. (2014). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory*. Sage publications.
- Dharmapalan, V., Gambatese, J. A., Fradella, J., and Moghaddam Vahed, A. (2014). Quantification and assessment of safety risk in the design of multistory buildings. *Journal of Construction Engineering and Management*, 141(4):04014090.
- Difi (2019). *Kontrakt mellom byggherre og entreprenør*. Tilgjengelig fra: <https://www.anskaffelser.no/hva-skal-du-kjope/bygg-anlegg-og-eiendom-bae/kontrakter/kontrakt-mellom-byggherre-og-entreprenor>. (Hentet: 12.11.2019).
- Din, Z. U. and Gibson, G. E. (2018). Leveraging pedagogical innovation for prevention through design education: Lessons learned from serious game development. In *Construction Research Congress 2018*, pages 706–716.
- Din, Z. U. and Gibson Jr, G. E. (2019). Serious games for learning prevention through design concepts: An experimental study. *Safety science*, 115:176–187.
- Direktoratet for byggkvalitet (2019). *Tilsyn, vedlegg 3.2.5 Entreprisereformer*. Tilgjen-

- gelig fra: <https://dibk.no/saksbehandling/kommunalt-tilsyn/temaveiledninger/tilsyn/del-3--vedlegg/vedlegg-3.2/3.2.5.-entrepriseformer/>. (Hentet: 12.11.2019).
- Direktoratet for Byggkvalitet (2020). *Tilsyn, Vedlegg 3.2. Prosjekteringsprosessen*. Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/Templates/DIBK/Pages/Veiledninger/Print/PrintChapter.aspx?chapterId=29198>. (Hentet: 01.05.2020).
- Dolven, A. S. (2009). *hovedentreprenør* i store norske leksikon. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/hovedentrepren%C3%B8r>. (Hentet: 29.04.2020).
- Driscoll, T. R., Harrison, J. E., Bradley, C., and Newson, R. S. (2008). The role of design issues in work-related fatal injury in australia. *Journal of Safety Research*, 39(2):209 – 214. Prevention through Design.
- Edirisinghe, R., Stranieri, A., and Blismas, N. (2016). Information visualisation for the wicked problem of safe construction design. *Architectural Engineering and Design Management*, 12(4):296–310.
- Ekström, D., Rempling, R., and Plos, M. (2019). Integrated project team performance in early design stages—performance indicators influencing effectiveness in bridge design. *Architectural Engineering and Design Management*, pages 1–18.
- Emuze, F. and Julian Smallwood, J. (2014). Collaborative working in south african construction: contractors’ perspectives. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 12(3):294–306.
- Folkehelseinstituttet (2019). *Skadebildet i Norge. Fordeling etter utvalgte temaområder*. Tilgjengelig fra: https://www.fhi.no/globalassets/dokumenterfiler/rapporter/2019/skadebildet-i-norge_rapport_2019.pdf. (Hentet: 29.03.2020).
- Fung, M. Y. and Helle, K. N. (2019). *Helhetlig risikostyring i bygg- og anleggsprosjekter*. Trondheim: Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU). Upublisert manuskript.
- Furnham, A. (2012). *The psychology of behaviour at work: The individual in the organization*. Psychology Press.
- Gambatese, J. A., Behm, M., and Rajendran, S. (2008). Design’s role in construction accident causality and prevention: Perspectives from an expert panel. *Safety science*, 46(4):675–691.
- Gambatese, J. A., Gibb, A. G., Brace, C., and Tymvios, N. (2017). Motivation for prevention through design: experiential perspectives and practice. *Practice Periodical on Structural Design and Construction*, 22(4):04017017.
- Ghaderi, R. and Kasirossafar, M. (2011). Construction safety in design process. In *AEI 2011: Building Integration Solutions*, pages 464–471.
- Gibson, J. J. (1961). The contribution of experimental psychology to the formulation of the

- problem of safety—a brief for basic research. *Behavioral approaches to accident research*, 1(61):77–89.
- Goh, Y. M. and Chua, S. (2016). Knowledge, attitude and practices for design for safety: A study on civil & structural engineers. *Accident Analysis & Prevention*, 93:260–266.
- Grønmo, S. (2020a). *kvalitativ metode i Store norske leksikon*. Tilgjengelig fra: https://snl.no/kvalitativ_metode. (Hentet: 11.05.2020).
- Grønmo, S. (2020b). *kvalitativ metode i Store norske leksikon*. Tilgjengelig fra: https://snl.no/kvantitativ_metode. (Hentet: 11.05.2020).
- Guo, B. H., Yiu, T. W., and González, V. A. (2015). Identifying behaviour patterns of construction safety using system archetypes. *Accident Analysis & Prevention*, 80:125–141.
- Haddon, W. (1980). The basic strategies for reducing damage from hazards of all kinds. *Hazard prevention*, 16(1):8–12.
- Hallowell, M. R. and Hansen, D. (2016). Measuring and improving designer hazard recognition skill: Critical competency to enable prevention through design. *Safety science*, 82:254–263.
- Hardison, D. and Hallowell, M. (2019). Construction hazard prevention through design: Review of perspectives, evidence, and future objective research agenda. *Safety Science*, 120:517–526.
- Hardison, D., Hallowell, M., and Littlejohn, R. (2020). Does the format of design information affect hazard recognition performance in construction hazard prevention through design reviews? *Safety science*, 121:191–200.
- Head, B. W. and Alford, J. (2015). Wicked problems: Implications for public policy and management. *Administration & society*, 47(6):711–739.
- Hongling, G., Yantao, Y., Weisheng, Z., and Yan, L. (2016). Bim and safety rules based automated identification of unsafe design factors in construction. *Procedia Engineering*, 164:467–472.
- Hossain, M. A., Abbott, E. L., and Chua, D. K. (2017). Design for safety knowledge-based bim-integrated risk register system. In *9th International Structural Engineering and Construction Conference: Resilient Structures and Sustainable Construction, ISEC 2017*. ISEC Press.
- Ibrahim, C. C., Belayutham, S., Azmi, E., and Hussain, A. (2019). Exploring the knowledge of prevention through design (ptd) among malaysian civil & structural designers. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, volume 615, page 012031. IOP Publishing.

- Institute, P. M. and Institute, A. N. S. (2008). A guide to the project management body of knowledge. Project Management Institute.
- Internkontrollforskriften (1997). *Forskrift om systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter.* (FOR-2017-06-09-719). Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/1996-12-06-1127>. (Hentet: 27.09.2019).
- Jacobsen, D. (2015). *Hvordan gjennomføre undersøkelser?: innføring i samfunnsvitenskapelig metode*. Cappelen Damm akademisk.
- Jiang, Q. and Feng, X. (2011). Intelligent stability design of large underground hydraulic caverns: Chinese method and practice. *Energies*, 4(10):1542–1562.
- Jin, Z., Gambatese, J., Liu, D., and Dharmapalan, V. (2019). Using 4d bim to assess construction risks during the design phase. *Engineering, Construction and Architectural Management*.
- Karakhan, A. A. and Gambatese, J. A. (2017a). Integrating worker health and safety into sustainable design and construction: designer and constructor perspectives. *Journal of Construction Engineering and Management*, 143(9):04017069.
- Karakhan, A. A. and Gambatese, J. A. (2017b). Safety innovation and integration in high-performance designs: Benefits, motivations, and obstacles. *Practice Periodical on Structural Design and Construction*, 22(4):04017018.
- Kjellén, U. and Albrechtsen, E. (2017). Prevention of accidents and unwanted occurrences : theory, methods, and tools in safety management.
- Kongsvik, T., Albrechtsen, E., Antonsen, S., Herrera, I. A., Hovden, J., and Schiefloe, P. M. (2018). *Sikkeret i arbeidslivet*. Fagbokforlaget.
- Kothari, C. R. (2004). *Research methodology: Methods and techniques*. New Age International.
- Kvale, S. and Brinkmann, S. (2009). Det kvalitative forskningsintervju (2. utg.). *Oslo: Gyldendal akademisk*.
- Li, H., Lu, M., Hsu, S.-C., Gray, M., and Huang, T. (2015). Proactive behavior-based safety management for construction safety improvement. *Safety science*, 75:107–117.
- Lingard, H. and Rowlinson, S. (2004). *Occupational health and safety in construction project management*. Routledge.
- Lingard, H. and Wakefield, R. R. (2019). *Integrating Work Health and Safety Into Construction Project Management*. Wiley Online Library.
- López-Arquillos, A., Rubio-Romero, J., and Martínez-Aires, M. (2015). Prevention through design (ptd). the importance of the concept in engineering and architecture university courses. *Safety science*, 73:8–14.

- López-Arquillos, A. and Rubio-Romero, J. C. (2015). Proposed indicators of prevention through design in construction projects. *Revista de la Construcción*, 14(2):58–64.
- Lundberg, J., Rollenhagen, C., and Hollnagel, E. (2009). What-you-look-for-is-what-you-find—the consequences of underlying accident models in eight accident investigation manuals. *Safety science*, 47(10):1297–1311.
- Mahamadu, A.-M., Manu, P., Poghosyan, A., Mahdjoubi, L., Gibb, A., and Behm, M. (2017). Organisational attributes that determine design for occupational safety and health capability.
- Malekitabar, H., Ardeshir, A., Sebt, M. H., and Stouffs, R. (2016). Construction safety risk drivers: A bim approach. *Safety science*, 82:445–455.
- Manu, P., Mahdjoubi, L., Gibb, A., and Behm, M. (2017). New tool will help civil engineers meet cdm requirements to design for safety. In *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Civil Engineering*, volume 170, pages 55–55. Thomas Telford Ltd.
- Manu, P., Poghosyan, A., Mahamadu, A.-M., Mahdjoubi, L., Gibb, A., Behm, M., and Akinade, O. O. (2019). Design for occupational safety and health: key attributes for organisational capability. *Engineering, Construction and Architectural Management*.
- Mering, M., Aminudin, E., Chai, C., Zakaria, R., Tan, C., Lee, Y., and Redzuan, A. (2017). Adoption of building information modelling in project planning risk management.
- Morrow, S., Cameron, I., and Hare, B. (2015). The effects of framing on the development of the design engineer: Framing health and safety in design. *Architectural Engineering and Design Management*, 11(5):338–359.
- Nnadi-Okolo, E. E. (1990). *Health research design and methodology*. CRC Press.
- Osipova, E. and Eriksson, P.-E. (2009). The effects of procurement procedures on joint risk management. In *Annual ARCOM Conference: 07/09/2009-09/09/2009*, pages 1305–1314. Association of Researchers in Construction Management.
- Pidgeon, N. and O’Leary, M. (2000). Man-made disasters: why technology and organizations (sometimes) fail. *Safety science*, 34(1-3):15–30.
- Pirzadeh, P. and Lingard, H. (2017). Exploring the dynamic social interactions that underpin work health and safety related design decision-making. In *33rd Annual ARCOM Conference*, pages 176–185. Association of Researchers in Construction Management.
- Poghosyan, A., Manu, P., Mahamadu, A.-M., Akinade, O., Mahdjoubi, L., Gibb, A., and Behm, M. (2020). A web-based design for occupational safety and health capability maturity indicator. *Safety science*, 122:104516.
- Poghosyan, A., Manu, P., Mahdjoubi, L., Gibb, A. G., Behm, M., and Mahamadu, A.-M. (2018). Design for safety implementation factors: a literature review. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 16(5):783–797.

- Rashid, Z.Z.A, A. H. E. A. Y. N. B. N. (2019). Risk management on design works in malaysia. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, Volume 8(Issue 5s):96–104.
- Rasmussen, J. (1997). Risk management in a dynamic society: a modelling problem. *Safety Science*, 27(2):183 – 213.
- Rausand, M. (2011). *Risk assessment: theory, methods, and applications*, volume 115. John Wiley & Sons.
- Reason, J. (1990). The contribution of latent human failures to the breakdown of complex systems. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. B, Biological Sciences*, 327(1241):475–484.
- Regjeringen (2009). *Forskrift om sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge- eller anleggsplasser (byggherreforskriften)*. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/forskrift-om-sikkerhet-helse-og-arbeidsm/id572423/>. (Hentet: 28.09.2019).
- Regjeringen (2018). *Arbeidsmiljøloven*. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/tema/arbeidsliv/arbeidsmiljo-og-sikkerhet/innsikt/arbeidsmiljolooven/id447107/>. (Hentet: 26.09.2019).
- Rittel, H. W. and Webber, M. M. (1973). Dilemmas in a general theory of planning. *Policy sciences*, 4(2):155–169.
- Roberts, N. (2000). Wicked problems and network approaches to resolution. *International public management review*, 1(1):1–19.
- Rosness, R., Blakstad, H. C., and Forseth, U. (2009). Rammebetingelsers betydning for storulykkesrisiko og arbeidsmiljørisko : en litteraturstudie. SINTEF A11777.
- Rosness, R., Guttormsen, G., Steiro, T., Tinmannsvik, R. K., Herrera, I. A., and Wærø, I. (2010). Organisational accidents and resilient organisations: Six perspectives revision 2. *Trondheim: SINTEF Industrial Management*.
- Sager, T. and Samset, K. (2019). *Fremsynsmetoder*. Tilgjengelig fra: https://www.ntnu.no/documents/1261860271/1262010610/CONCEPT_tema_nr9+Komplett+webversjon.pdf/022216d4-c222-4fd6-9818-6334c4ec7bcb?version=1.0. (Hentet: 14.04.2020).
- Saunders, L. W., Kleiner, B. M., McCoy, A. P., Ellis, K. P., Smith-Jackson, T., and Wernz, C. (2017). Developing an inter-organizational safety climate instrument for the construction industry. *Safety science*, 98:17–24.
- Saunders, L. W., McCoy, A. P., Kleiner, B. M., Lingard, H., Cooke, T., Mills, T., Blismas, N., and Wakefield, R. (2016). International benchmarking for performance improvement in construction safety and health. *Benchmarking: An International Journal*.

- Schön, D. and Argyris, C. (1996). Organizational learning ii: Theory, method and practice. *Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company.*
- Tabish, S. and Jha, K. (2015). Success factors for safety performance in public construction projects. *Indian Concrete Journal.*
- Teo, A. L. E., Ofori, G., Tjandra, I. K., Kim, H., et al. (2016). Design for safety: theoretical framework of the safety aspect of bim system to determine the safety index. *Construction Economics and Building*, 16(4):1.
- Thagaard, T. (2018). Systematikk og innlevelse: en innføring i kvalitative metoder.
- Thue, J. V. (2019). *underentreprenør* i store norske leksikon. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/underentrepren%C3%B8r>. (Hentet: 29.04.2020).
- Tjora, A. (2012). Kvalitative forskningsmetoder i praksis. 2. utgave. *Oslo: Gyldendal norsk forlag AS.*
- Toh, Y. Z., Goh, Y. M., and Guo, B. H. (2017). Knowledge, attitude, and practice of design for safety: multiple stakeholders in the singapore construction industry. *Journal of Construction Engineering and Management*, 143(5):04016131.
- Toole, T. (2016). The need for prevention through design in civil engineering curricula. *ASCE Annual Conference and Exposition.*
- Tymvios, N. (2017). Design resources for incorporating ptd. *Practice Periodical on Structural Design and Construction*, 22(4):04017020.
- Tymvios, N. and Gambatese, J. A. (2016a). Direction for generating interest for design for construction worker safety—a delphi study. *Journal of Construction Engineering and Management*, 142(8):04016024.
- Tymvios, N. and Gambatese, J. A. (2016b). Perceptions about design for construction worker safety: Viewpoints from contractors, designers, and university facility owners. *Journal of Construction Engineering and Management*, 142(2):04015078.
- Upreti, K., Dev, A., Prasad, T., and Pundarikaksha, B. (2013). Safety issues with reciprocating compressor design, operating practices and maintenance. In *ASME Turbo Expo 2013: Turbine Technical Conference and Exposition*. American Society of Mechanical Engineers Digital Collection.
- Utførelsesforskriften (2013). *Forskrift om utførelse av arbeid, bruk av arbeidsutstyr og tilhørende tekniske krav (forskrift om utførelse av arbeid)*. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2011-12-06-1357>. (Hentet: 03.05.2020).
- Westgaard, H., Arge, K., and Moe, K. (2010). *PROSJEKTERINGSPLANLEGGING OG PROSJEKTERINGSLEDELSE*. Tilgjengelig fra: <https://www.sintef.no/globalassets/upload/prosjekteringsplanlegging-og-ledelse.pdf>. (Hentet: 16.04.2020).

- Westrum, R. (1993). Cultures with requisite imagination. In *Verification and validation of complex systems: Human factors issues*, pages 401–416. Springer.
- Wong, F. W., Lam, P. T., Chan, E. H., and Shen, L. (2007). A study of measures to improve constructability. *International Journal of Quality & Reliability Management*.
- Xiaer, X., Dib, H., Yuan, J., Tang, Y., and Li, Q. (2011). Design for safety (dfs) and building information modeling (bim): a review. *Journal of Management in Engineering*.
- Xiahou, X., Yuan, J., Li, Q., and Skibniewski, M. J. (2018). Validating dfs concept in lifecycle subway projects in china based on incident case analysis and network analysis. *Journal of Civil Engineering and Management*, 24(1):53–66.
- Yin, R. (2013). *Case Study Research: Design and Methods*. SAGE Publications.
- Yuan, J., Li, X., Xiahou, X., Tymvios, N., Zhou, Z., and Li, Q. (2019). Accident prevention through design (ptd): Integration of building information modeling and ptd knowledge base. *Automation in Construction*, 102:86–104.
- Zhang, S., Boukamp, F., and Teizer, J. (2015a). Ontology-based semantic modeling of construction safety knowledge: Towards automated safety planning for job hazard analysis (jha). *Automation in Construction*, 52:29–41.
- Zhang, S., Sulankivi, K., Kiviniemi, M., Romo, I., Eastman, C. M., and Teizer, J. (2015b). Bim-based fall hazard identification and prevention in construction safety planning. *Safety science*, 72:31–45.

A Vedlegg: Søkeprotokoll

Bakgrunn for søk	Søk etter artikler om sikkerhet gjennomprosjektering, som omtaler faktorer som påvirker sikkerhetsprestasjonen i utførende fase.
Forsknings spørsmål som skal besvares	<ul style="list-style-type: none"> • Hva slags påvirkningskraft har prosjekterende på sikkerheten i BA-prosjekter? • Hvordan påvirker aktivitetene i prosjekteringsfasen sikkerheten i utførende fase? • Hva kan gjøres bedre i prosjekteringsfasen for å øke sikkerhetsprestasjonen i prosjekter?
Søkeord	<p>Søkeord:</p> <ul style="list-style-type: none"> • safety in design • design for occupational safety and health • prevention through design • safe design • design risk management • design for safety
Metode	<ul style="list-style-type: none"> • Åpene søk • Snowballing
Utvelgelses prosedyre	<ul style="list-style-type: none"> • Søk • Filtrering • Klassifisering • Opprettelse av nytt dokument • Lesing, organisering av data, koding og evt. reklassifisering
Søk og -kriterier	<ul style="list-style-type: none"> • Søket gjøres fra Elsevier databasen, med scopus som søkemonitor • Søkes filtreres mtp. språk (engelsk) og alder(max 10 år gamle).
Filtering av søketreff	<p>Manuell filtrering av søketreff basert på antagelser om artikkelen omdanner alle følgende punkter:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sikkerhet i prosjektering i bygg- og anleggsbransjen. • Faktor i prosjekteringsfasen som påvirker sikkerhetsprestasjon i utførende fase.
Klassifisering	<p>Klassifisering av funn:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 - Vurdert til ikke relevant: Skal fjernes 2 - Vurdert til semirelevant: Sammendrag skal leses. 3 - Vurdert som veldig relevant: Om tiden tillater det, skal alle relevante deler leses. <p>danner grunnlag for snowballing.</p>
Organisering av data	Data organiseres og kodes basert på tema som er valgt med utgangspunkt i forskningsspørsmål.
Kvalitetsvurdering	<p>Vurdering basert på:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resitering • Forfatters omdømme • Publikasjon medium

B Vedlegg: Informasjonsskriv

Vil du delta i forskningsprosjektet

”Sikkerhet i design i bygg- og anleggsprosjekter”?

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å forbedre sikkerhetsprestasjonen i bygg- og anleggsprosjekter med utgangspunkt i prosjekteringsfasen. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

Formål

Forskningsprosjektet er en masteroppgave som utføres av to studenter. Bygg- og anleggsbransjen er fortsatt en næring som er mye utsatt for arbeidsulykker. I prosjektoppgaven, som ble utført før masteroppgaven, om helhetlig risikostyring i bygg- og anleggsprosjekter, indikerer det at prosjekterende kan ha en stor påvirkningskraft på sikkerheten i utførende fase. I denne masteroppgaven skal det videre undersøkes hva prosjekterendes viktigste bidrag for sikkerhet i utførende fase er.

Hensikten med oppgaven er å synliggjøre prosjekterendes rolle i arbeidet for å sikre arbeid i utførende fasen i bygg- og anleggsprosjekter, med hovedfokus på konseptet sikkerhet i prosjekteringen ("safety in design") og norsk kontekst. Videre ønskes det å komme med konkrete anbefalinger til hvordan dette arbeidet kan forbedres.

Forskningsspørsmål:

- Hva slags påvirkningskraft har prosjekterende på sikkerheten i prosjekter?
- Hvilke faktorer i prosjekteringsfasen påvirker sikkerhetsprestasjonen i utførende fase?
- Hva kan gjøres bedre i prosjekteringsfasen?

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Ansvarlig institusjon:

- Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet (NTNU)
- Institutt for industriell økonomi og teknologiledelse (IØT)

Utføres av følgende masterstudenter i helse, miljø og sikkerhet vårsemesteret 2020:

- Mei Yain Fung
- Karina Ness Helle

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

For å svare på problemstillingen/forskningsspørsmålene er det ønskelig å samle inn data/informasjon fra byggherre, prosjekterende og entreprenør. Dette er for å belyse hvordan hver aktør ser på sikkerhetsarbeidet i prosjekteringsfasen, og hvordan de mener valgene som tas i prosjekterings-/designfasen påvirker sikkerheten i utførende fase.

Representanter fra byggherre, prosjekterende og entreprenør som jobber med eller har tilknytning til sikkerhetsarbeidet i bygg- og anleggsprosjekter vil bli spurt om å delta i dette forskningsprosjektet.

Hva innebærer det for deg å delta?

Følgende metoder skal benyttes i dette forskningsprosjektet for datainnsamling:

- Case-studie
 - Et bygg- og anleggsprosjekt behandles som en case. Det blir utført intervju med prosjektdeltaker som presenterer casen. Spørsmål stilles rundt casen, med formål å belyse hvordan sikkerhetsarbeidet er blitt utført i gjeldende prosjekt. Dette vil ta ca. 1 time. I etterkant blir det sendt ut et spørreskjema.
- Intervju med ekspertgruppe
 - En gruppe med fagpersoner som jobber i ulike faser/deler av bygg- og anleggsprosjekter inviteres til et gruppeintervju. I forkant blir det sendt ut et spørreskjema. Funnene fra skjema pluss relevante temaer om sikkerhetsarbeidet i prosjekter trekkes frem for en åpen diskusjon mellom aktørene. Dette til ca. ta 1 time.
- Spørreskjema.
 - Om det er nok tid blir det sendt ut et spørreskjema, det blir sendt inn en ny søknad om dette blir aktuelt. Spørreskjema sendes til aktuelle personer som jobber med eller blir påvirket av sikkerhetsarbeidet i bygg- og anleggsprosjekter. Dette er for å validere informasjon/data som er funnet i de to foregående metoder. Dette vil ca. 10-20 minutter.

Hvis du velger å delta i prosjektet, innebærer det at du deltar i case-studie, intervju med ekspertgruppe og/eller spørreskjema.

Personopplysninger som samles inn i case-studie og intervju med ekspertgruppe, er prosjektdeltakernes virksomhets rolle i bransjen, stilling og lyd. Opplysningene registreres som notater (på papir og/eller elektronisk) og lydopptak.

Det er frivillig å delta

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

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrevet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket.

Følgende personer/institusjon har tilgang til samlet personopplysninger:

- Student-/prosjektgruppe
- Veileder
- Institutt for industriell økonomi og teknologiledelse (IØT), NTNU

Persondeltakernes stilling og virksomhetens rolle i bransjen, vil bli brukt i masteroppgaven som blir publisert i NTNU Open etter sensur. Prosjektdeltakerne vil ikke kunne gjenkjennes i publikasjonen.

Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?

Prosjektet skal etter planen avsluttes 11.juni.2020. Prosjektdeltakernes stilling og virksomhetstilhørighet vi bli brukt i masteroppgaven og publisert etter sensur. Lydopptak slettes ved prosjektslutt.

Dine rettigheter

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

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

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra [*sett inn navn på behandlingsansvarlig institusjon*] har NSD – Norsk senter for forskningsdata AS vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

Hvor kan jeg finne ut mer?

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

- Student-/Prosjektgruppe:
Mei Yain Fung, epost: meiyf@stud.ntnu.no, tlf: 95056656
Karina Ness Helle, epost: karinanh@stud.ntnu.no, tlf: 93844284
- Veileder for masteroppgaven:
Eirik Albrechtsen, epost: eirik.albrechtsen@ntnu.no, tlf: 91884358
- NSD – Norsk senter for forskningsdata AS, på epost (personverntjenester@nsd.no) eller telefon: 55 58 21 17.

Med vennlig hilsen

Veileder
Eirik Albrechtsen

Student-/prosjektgruppe
Mei Yain Fung, Karina Ness Helle

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet *sikkerhet i design i bygg- og anleggsprosjekter*, og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i case-studie hvor det blir gjennomført et intervju
- å delta i gruppeintervju
- å delta i spørreskjema

Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet 11.juni.2020

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

C Vedlegg: Intervjuguide - Ex post facto studie

Intervjuguide- Ex post facto studie

Intervju med:	
Virksomhet:	
Stilling:	
Virksomhetens rolle:	
Sted:	
Dato og tid:	

1. Informasjon om studiet og hensikten med intervjuet.
2. Kan du fortelle kort om deg og din stilling/arbeidsoppgaver generelt?
3. Kan du gjengi kort hovedtrekkene ved hendelsen det tas utgangpunkt i?
4. Hvilken rolle hadde du i det aktuelle prosjektet, og på hvilken måte var du involvert i prosjekteringsfasen i prosjektet?
5. Hvilke risikoreducerende aktiviteter/metoder ble utført?
6. Hvilke risikoreducerende aktiviteter/metoder kunne potensielt forhindre hendelsen, men ble ikke utført?
7. Er det noe du vil tilføre som vi ikke har spurt om?

D Vedlegg: Spørreskjema - Ex post facto studie

	Svar
Hva er din stilling?	
Hvor lenge har du hatt din nåværende stilling?	Antall år:
Hvor lenge har du vært i bygg- og anleggsbransjen?	Antall år:

Spørsmål 1:

Hvor sannsynlig anser du at <faktor> i prosjekteringsfasen kunne ha påvirket bakenforliggende årsak i hendelse x positivt?

1= Ikke sannsynlig
2= Noe sannsynlig
3= verken/eller?
4= Sannsynlig
5= Svært sannsynlig

Hovedtema	Faktorer	1	2	3	4	5
Kompetanse	Prosjekterende (arkitekter og rådgivere) sin tilgang på internt eller eksternt HMS-, konstruksjons- og bygghetskompetanse	1	2	3	4	5
	Tydelig definerte roller og ansvar for aktører i prosjekteringsfasen	1	2	3	4	5
	Opplæring innen sikkerhet, helse og arbeidsmiljø for aktørene i prosjekteringsfasen	1	2	3	4	5
	Prosjekterende (arkitekter og rådgivere) sin erfaring med proaktivt sikkerhetsarbeid	1	2	3	4	5
	Prosjekterende (arkitekter og rådgivere) sin kunnskap til proaktivt sikkerhetsarbeid	1	2	3	4	5
Samarbeid/samhandling	Internt samarbeid i firma på kryss av avdelinger og fagfelt	1	2	3	4	5
	Eksternt samarbeid på kryss av organisasjoner	1	2	3	4	5
	Forståelse av sosial interaksjon/informasjonsflyt både internt og eksternt	1	2	3	4	5
	Involvering av driftspersonell og produksjonsledere i tidlig fase i prosjekt	1	2	3	4	5
Organisatorisk erfaring	erfaring med implementering av proaktiv sikkerhetsstyring tidlig i prosjekter	1	2	3	4	5
Strategi	Organisasjonens topledelses engasjement ovenfor fokus på proaktiv sikkerhetsstyring i prosjekteringsfasen	1	2	3	4	5
	Organisasjonens evne til å ta i bruk innovative løsninger for å forbedre sikkerhetsarbeid i tidlig fase	1	2	3	4	5

Infrastruktur	Fysiske arbeidsressurser, dvs. hensiktsmessig arbeidsplass, arbeidsmiljø og utstyr som støtter proaktivt sikkerhetsarbeid i prosjekteringsfasen	1	2	3	4	5
	Informasjons- og kommunikasjonsteknologi (IKT) ressurser (inkludert maskinvare og programvare), som støtter proaktivt sikkerhetsarbeid og kommunikasjon eller deling av designinformasjon	1	2	3	4	5
System	Kvalitetsstyring av prosjekteringen, dvs. systemer, prosesser og prosedyrer for gjennomgang av kvalitet for å fange opp og rette opp feil	1	2	3	4	5
	Risikostyring i prosjekteringsfasen, dvs. systemer, prosesser og prosedyrer for identifisering av farer tilknyttet design som en del av arbeidsmetoden	1	2	3	4	5
	Systemer for å samle og bruke erfaring	1	2	3	4	5
	Systemer for å sikre kompetente leverandører og underleverandører	1	2	3	4	5
	Systemer for å håndtere av endringer	1	2	3	4	5
Regulering	Regulering og krav til sikkerhet i prosjekteringsfasen	1	2	3	4	5

Spørsmål 2:

Hvor sannsynlig anser du at <faktor> i prosjekteringsfasen påvirker sikkerhetsprestasjon i utførende fase?

1= Ikke sannsynlig
2= Noe sannsynlig
3= verken/eller?
4= Sannsynlig
5= Svært sannsynlig

Hovedtema	Faktorer	1	2	3	4	5
Kompetanse	Prosjekterende (arkitekter og rådgivere) sin tilgang på internt eller eksternt HMS-, konstruksjons- og byggbarhetskompetanse	1	2	3	4	5
	Tydlig definerte roller og ansvar for aktører i prosjekteringsfasen	1	2	3	4	5
	Opplæring innen sikkerhet, helse og arbeidsmiljø for aktørene i prosjekteringsfasen	1	2	3	4	5
	Prosjekterende (arkitekter og rådgivere) sin erfaring med proaktivt sikkerhetsarbeid	1	2	3	4	5
	Prosjekterende (arkitekter og rådgivere) sin kunnskap til proaktivt sikkerhetsarbeid	1	2	3	4	5
Samarbeid/ samhandling	Internt samarbeid i firma på kryss av avdelinger og fagfelt	1	2	3	4	5
	Eksternt samarbeid på kryss av organisasjoner	1	2	3	4	5
	Forståelse av sosial interaksjon/informasjonsflyt både internt og eksternt	1	2	3	4	5
	Involvering av driftspersonell og produksjonsledere i tidlig fase i prosjekt	1	2	3	4	5
Organisatorisk erfaring	erfaring med implementering av proaktiv sikkerhetsstyring tidlig i prosjekter	1	2	3	4	5
Strategi	Organisasjonens toppledelses engasjement ovenfor fokus på proaktiv sikkerhetsstyring i prosjekteringsfasen	1	2	3	4	5
	Organisasjonens evne til å ta i bruk innovative løsninger for å forbedre sikkerhetsarbeid i tidlig fase	1	2	3	4	5
Infrastruktur	Fysiske arbeidsressurser, dvs. hensiktsmessig arbeidsplass, arbeidsmiljø og utstyr som støtter proaktivt sikkerhetsarbeid i prosjekteringsfasen	1	2	3	4	5
	Informasjons- og kommunikasjonsteknologi (IKT) ressurser (inkludert maskinvare og programvare), som støtter proaktivt sikkerhetsarbeid og kommunikasjon eller deling av designinformasjon	1	2	3	4	5

System	Kvalitetsstyring av prosjekteringen, dvs. systemer, prosesser og prosedyrer for gjennomgang av kvalitet for å fange opp og rette opp feil	1	2	3	4	5
	Risikostyring i prosjekteringsfasen, dvs. systemer, prosesser og prosedyrer for identifisering av farer tilknyttet design som en del av arbeidsmetoden	1	2	3	4	5
	Systemer for å samle og bruke erfaring	1	2	3	4	5
	Systemer for å sikre kompetente leverandører og underleverandører	1	2	3	4	5
	Systemer for å håndtere av endringer	1	2	3	4	5
Regulering	Regulering og krav til sikkerhet i prosjekteringsfasen	1	2	3	4	5

Spørsmål 3

Her ønsker vi at du rangerer hovedtemaene fra 1-7 i boksene. 1 er viktigst og 7 er minst viktig slik du ser det.

Kompetanse	<input type="text"/>
Samarbeid/samhandling	<input type="text"/>
Organisatorisk erfaring	<input type="text"/>
Strategi	<input type="text"/>
Infrastruktur	<input type="text"/>
System	<input type="text"/>
Regulering	<input type="text"/>

E Vedlegg: Intervjuguide - Delphi-studie

Intervjuguide – Delphi-studie – Gruppe x

Sted:	
Dato og tid:	

1. Informasjon om studiet og hensikten med intervjuer og presentasjon av deltakere.

2. Kan vi ta en runde hvor alle kjapt presenterer navn/stilling/firma?

3. Følgende faktorer har stort sprik i gruppesvar i spørsmål 1, hva mener dere om faktoren?

Kriterier: Diff i gruppen > 2

Faktor	Verdi: Diff

4. Følgende faktor har stor differanse mellom gruppens gjennomsnittlige svar og samlet gjennomsnittlig svar i spørsmål 1. Har dere noen formeninger om hvorfor dette er tilfellet? (kort, mer enn 15 min så hopper vi over denne)

Kriterier: Diff snitt > +/- 0,5

Faktor	Verdi: Diff

5. Diskusjon viktigste tema:

Kriterier: Diff i gruppen > 2, Diff snitt > +/- 0,5

5.1 Følgende faktorene scorer ulikt i gruppen, hva mener dere om de ulike temaene?

Faktor	Differanse i gruppen

5.2 Hvorfor anser dere disse tre faktorene som viktigst?

Topp 3 gruppen	Topp 3 alle

6. Konkrete forbedringsforslag

Kriterier: lav verdi utførelse i dag + høy verdi sannsynlighet positiv effekt = forbedringspotensial > 2

6.1 Forbedringsforslag til faktorer med høyt "forbedringspotensial"?

Tema	Faktor	Forholdstall som representerer forbedringspotensial

6.2 Forslag til forbedringspunkter?

7. Basert på diskusjonene i gruppemøtet ville dere endret rangeringen på hovedtemaene?

8. Er det noe mer dere ønsker å tilføye eller noe vi burde ha spurt om?

F Vedlegg: Spørreskjema - Delphi-studie studie

Spørsmål 1

Hvor sannsynlig anser du at <faktor> i prosjekteringsfasen påvirker sikkerhetsprestasjon i utførende fase?

1= Ikke sannsynlig
2= Noe sannsynlig
3= verken/eller?
4= Sannsynlig
5= Svært sannsynlig

Hovedtema	Faktorer	1	2	3	4	5
Kompetanse	Prosjekterende (arkitekter og rådgivere) sin tilgang på internt eller eksternt HMS-, konstruksjons- og byggbarhetskompetanse	1	2	3	4	5
	Tydelig definerte roller og ansvar for aktører i prosjekteringsfasen	1	2	3	4	5
	Opplæring innen sikkerhet, helse og arbeidsmiljø for aktørene i prosjekteringsfasen	1	2	3	4	5
	Prosjekterende (arkitekter og rådgivere) sin erfaring med proaktivt sikkerhetsarbeid	1	2	3	4	5
	Prosjekterende (arkitekter og rådgivere) sin kunnskap til proaktivt sikkerhetsarbeid	1	2	3	4	5
Samarbeid/samhandling	Internt samarbeid i firma på kryss av avdelinger og fagfelt	1	2	3	4	5
	Eksternt samarbeid på kryss av organisasjoner	1	2	3	4	5
	Forståelse av sosial interaksjon/informasjonsflyt både internt og eksternt	1	2	3	4	5
	Involvering av driftspersonell og produksjonsledere i tidlig fase i prosjekt	1	2	3	4	5
Organisatorisk erfaring	erfaring med implementering av proaktiv sikkerhetsstyring tidlig i prosjekter	1	2	3	4	5
Strategi	Organisasjonens toppledelses engasjement ovenfor fokus på proaktiv sikkerhetsstyring i prosjekteringsfasen	1	2	3	4	5
	Organisasjonens evne til å ta i bruk innovative løsninger for å forbedre sikkerhetsarbeid i tidlig fase	1	2	3	4	5
Infrastruktur	Fysiske arbeidsressurser, dvs. hensiktsmessig arbeidsplass, arbeidsmiljø og utstyr som støtter proaktivt sikkerhetsarbeid i prosjekteringsfasen	1	2	3	4	5
	Informasjons- og kommunikasjonsteknologi (IKT) ressurser (inkludert maskinvare og programvare), som støtter proaktivt sikkerhetsarbeid og kommunikasjon eller deling av designinformasjon	1	2	3	4	5

System	Kvalitetsstyring av prosjekteringen, dvs. systemer, prosesser og prosedyrer for gjennomgang av kvalitet for å fange opp og rette opp feil	1	2	3	4	5
	Risikostyring i prosjekteringsfasen, dvs. systemer, prosesser og prosedyrer for identifisering av farer tilknyttet design som en del av arbeidsmetoden	1	2	3	4	5
	Systemer for å samle og bruke erfaring	1	2	3	4	5
	Systemer for å sikre kompetente leverandører og underleverandører	1	2	3	4	5
	Systemer for å håndtere av endringer					
Regulering	Regulering og krav til sikkerhet i prosjekteringsfasen	1	2	3	4	5
Andre	Mener du noen andre faktorer burde blitt nevnt her?	<Fri tekst boks>				

Spørsmål 2

Hvor mye blir «faktoren» fokusert på for å bedre sikkerhetsprestasjon i dag, slik du ser det? (I prosjekteringsfasen)

1= Ingen grad
2= I noe grad
3= Til dels
4= I stor grad
5= Vet ikke

Hovedtema	Faktorer					
Kompetanse	Prosjekterende (arkitekter og rådgivere) sin tilgang på internt eller eksternt HMS-, konstruksjons- og bygghetskompetanse	1	2	3	4	5
	Tydlig definerte roller og ansvar for aktører i prosjekteringsfasen	1	2	3	4	5
	Opplæring innen sikkerhet, helse og arbeidsmiljø for aktørene i prosjekteringsfasen	1	2	3	4	5
	Prosjekterende (arkitekter og rådgivere) sin erfaring med proaktivt sikkerhetsarbeid	1	2	3	4	5
	Prosjekterende (arkitekter og rådgivere) sin kunnskap til proaktivt sikkerhetsarbeid	1	2	3	4	5
Samarbeid/ samhandling	Internt samarbeid i firma på kryss av avdelinger og fagfelt	1	2	3	4	5
	Eksternt samarbeid på kryss av organisasjoner	1	2	3	4	5
	Forståelse av sosial interaksjon/informasjonsflyt både internt og eksternt	1	2	3	4	5
	Involvering av driftspersonell og produksjonsledere i tidlig fase i prosjekt	1	2	3	4	5
Organisatorisk erfaring	erfaring med implementering av proaktiv sikkerhetsstyring tidlig i prosjekter	1	2	3	4	5
Strategi	Organisasjonens toppledelses engasjement ovenfor fokus på proaktiv sikkerhetsstyring i prosjekteringsfasen	1	2	3	4	5
	Organisasjonens evne til å ta i bruk innovative løsninger for å forbedre sikkerhetsarbeid i tidlig fase	1	2	3	4	5
Infrastruktur	Fysiske arbeidsressurser, dvs. hensiktsmessig arbeidsplass, arbeidsmiljø og utstyr som støtter proaktivt sikkerhetsarbeid i prosjekteringsfasen	1	2	3	4	5
	Informasjons- og kommunikasjonsteknologi (IKT) ressurser (inkludert maskinvare og programvare), som støtter proaktivt sikkerhetsarbeid og kommunikasjon eller deling av designinformasjon	1	2	3	4	5

System	Kvalitetsstyring av prosjekteringen, dvs. systemer, prosesser og prosedyrer for gjennomgang av kvalitet for å fange opp og rette opp feil	1	2	3	4	5
	Risikostyring i prosjekteringsfasen, dvs. systemer, prosesser og prosedyrer for identifisering av farer tilknyttet design som en del av arbeidsmetoden	1	2	3	4	5
	Systemer for å samle og bruke erfaring	1	2	3	4	5
	Systemer for å sikre kompetente leverandører og underleverandører	1	2	3	4	5
	Systemer for å håndtere av endringer					
Regulering	Regulering og krav til sikkerhet i prosjekteringsfasen	1	2	3	4	5
Andre	Mener du noen andre faktorer burde blitt nevnt her?	<Fri tekst boks>				

Spørsmål 3

Her ønsker vi at du rangerer hovedtemaene fra 1-8 i boksene. 1 er viktigst og 8 er minst viktig slik du ser det.

Kompetanse	<input type="text"/>
Samarbeid/samhandling	<input type="text"/>
Organisatorisk erfaring	<input type="text"/>
Strategi	<input type="text"/>
Infrastruktur	<input type="text"/>
System	<input type="text"/>
Regulering	<input type="text"/>

