

Forutseende sikkerhetsindikatorer i bygg- og anleggsbransjen

Eirik Albrechtsen, Urban Kjellén, Trond Kongsvik, Daniel
André Danielsen, Olav Torp

Januar 2018

Forutseende sikkerhetsindikatorer i bygg- og anleggsbransjen

Eirik Albrechtsen, Urban Kjellén, Trond Kongsvik, Daniel André Danielsen, Olav Torp

Kontaktperson: eirik.albrechtsen@ntnu.no

NTNU-rapport 16.januar 2018

Institutt for industriell økonomi og teknologiledelse
Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet

Sammendrag

Rapporten viser resultatene i forskningsprosjektet "Utvikling av forutseende sikkerhetsindikatorer i BA-bransjen". Hensikten med prosjektet har vært å utvikle forutseende sikkerhetsindikatorer (dvs. mål på organisasjonens evne til å ha kontroll på farekilder før hendelser og tap inntreffer).

Forutseende sikkerhetsindikatorer forutser fremtidige utviklinger i sikkerhetsprestasjonen, dvs. de endrer seg før sikkerhetsprestasjonen har endret seg. Dette i motsetning til mange tradisjonelle sikkerhetsindikatorer som H1- og H2-verdien som er tapsbaserte og endrer seg først etter at sikkerhetsprestasjonen har endret seg.

Det er utviklet tre sett forutseende sikkerhetsindikatorer i prosjektet:

- 1) *Grad av kontroll på farekilder med barrierer.* Indikator som gir mål på en prosjektorganisasjons evne til å ha kontroll med barrierer for å forhindre alvorlig skade pga. farekilder i bygg og anlegg. Målinger skjer i produksjonsfasen ved bruk av sjekkpunkter for om de elementer som realiserer en barriere er på plass. Sjekkpunktene er basis for indikatoren. Sjekkpunkter er utviklet for 7 alvorlige hendelsestyper.
- 2) *Grad av kontroll på ulykkesrisiko i fasene før oppstart av produksjon.* Indikator som gir mål på prosjektets kontroll på ulykkesrisiko i produksjon før man tar beslutning om realisering av prosjekt på ulike punkter før oppstart av produksjon. Det er etablert sjekklister for tre målepunkter: ved beslutning om videreføring etter byggherrens utredning/mulighetsstudie; ved beslutning om kontraktsinngåelse i planlegging og prosjektering (før detaljprosjektering); og ved beslutning om oppstart. Sjekklisene gir en vurdering på grad av kontroll etter en 5-punkts skala som er basis for indikatoren.
- 3) *Sikkerhetslima og engasjement for sikkerhet:* Indikator som gir mål på uformelle forhold ved organisasjonen: sikkerhetslima og engasjement for sikkerhet. Det er utviklet spørsmål som inngår i spørreundersøkelser som arbeidsmiljøundersøkelser. Spørsmålene besvares etter en 5-punkts skala som gir kvantitative mål på sikkerhetslima og sikkerhetsengasjement.

Indikatorerne er utviklet på et konseptuelt nivå på dette tidspunktet i prosjektet, og er ikke testet ut i praksis. En utprøving og validering vil gjennomføres i en fase 2 av prosjektet (2017-19).

Styrker og svakheter ved hver indikator er drøftet. Styrken til de tre indikatoren er at de gir støtte til beslutninger om korrigerende tiltak før hendelser og skade inntreffer.

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	1
2	Sikkerhetsindikatorer	2
2.1	Hva er en sikkerhetsindikator?	2
2.2	Oversikt over ulike typer sikkerhetsindikatorer	3
2.3	H1-verdi og H2-verdi	6
2.4	Forutseende og forsinkede sikkerhetsindikatorer	7
3	Forutseende indikator: Grad av kontroll på farekilder med barrierer	9
3.1	Bakgrunn og hensikt	9
3.2	Metode for utvikling	10
3.3	Ulykkeskonsentrasjonsanalyse	11
3.4	Barriereanalyse	12
3.4.1	Fall fra eller gjennom tak/dekk	13
3.4.2	Fall fra maskin/utstyr	14
3.4.3	Fall fra stige/gardintrapp	15
3.4.4	Last eller gjenstand ut av kontroll i forbindelse med materialhåndtering	16
3.4.5	Klemt av kran/personlift i bevegelse	17
3.4.6	Truffet eller klemt av mobil anleggsmaskin/kjøretøy i bevegelse	18
3.4.7	Velt eller utforkjørsel av mobil anleggsmaskin/kjøretøy, fører drept	19
3.5	Anvendelse av barriereanalysen i utvikling av indikatorer	20
3.6	Styrker og svakheter	21
4	Forutseende indikator: Grad av kontroll på ulykkesrisiko i fasene før oppstart av produksjon	22
4.1	Bakgrunn og hensikt	22
4.2	Metode for utvikling	23
4.2.1	Suksessfaktorer i prosjekter	24
4.2.2	PDRI	25
4.3	Faktorer som kjennetegner prosjekter som forventes å oppnå en god sikkerhetsprestasjon	26
4.3.1	Faktorer som kjennetegner prosjekter som kan forventes å oppnå en god sikkerhetsprestasjon ved beslutning om videreføring etter byggherrens utredning/mulighetsstudie	26
4.3.2	Faktorer som kjennetegner prosjekter som kan forventes å oppnå en god sikkerhetsprestasjon ved beslutning om kontraktsinngåelse i planlegging og prosjektering (før detaljprosjektering)	28
4.3.3	Faktorer som kjennetegner prosjekter som kan forventes å oppnå en god sikkerhetsprestasjon ved beslutning om oppstart	29
4.4	Sjekkliste og indikator	31
4.5	Styrker og svakheter	32
5	Forutseende indikator: Sikkerhetsklima og engasjement for sikkerhet	34
5.1	Bakgrunn	34
5.2	Sikkerhetsklima	35
5.3	Engasjement for sikkerhet	37
5.4	Andre indikator kandidater for organisatoriske forhold	38
5.5	Styrker og svakheter	39
6	Diskusjon	40
7	Videre arbeid	42
	Referanser	43

1 Innledning

Denne rapporten presenterer resultatene i prosjektet "Utvikling av forutseende sikkerhetsindikatorer i BA-bransjen" som har gått fra høst 2016-2017.

Prosjektet har vært finansiert av BAE-programmet i Prosjekt Norge og RVO-fondet.

Hensikten med prosjektet har vært å utvikle forutseende sikkerhetsindikatorer som skal gi aktører i BA-næringen tidlige varsler på fremtidige endringer i sikkerhetsprestasjonen. En sikkerhetsindikator defineres som *et mål på en organisasjons evne til å kontrollere farekilder som kan lede til hendelser og tap* (Kjellén og Albrechtsen, 2017).

Bakgrunnen for prosjektet har vært et behov for ny-tenkning rundt sikkerhetsindikatorer i bransjen. Tradisjonelt har bransjen vært preget av bruk av tapsbaserte indikatorer, som f.eks. H1-verdi og H2-verdi. Forutseende indikatorer måler ikke sikkerhetsprestasjon basert på tap, men gir en indikasjon på organisasjonens evne til å ha kontroll på farekilder *før* hendelser og tap inntreffer.

Det er utviklet tre sett forutseende sikkerhetsindikatorer i prosjektet:

1. *Grad av kontroll på farekilder med barrierer.* Indikator som gir mål på en prosjektorganisasjons evne til å ha kontroll med barrierer for å forhindre alvorlig skade pga. farekilder i bygg og anlegg.
2. *Grad av kontroll på ulykkesrisiko i fasene før oppstart av produksjon.* Indikator som måler prosjektets kontroll på ulykkesrisiko før man tar beslutning om realisering av prosjektet
3. *Sikkerhetslima og engasjement for sikkerhet:* Indikator som gir mål på uformelle forhold ved organisasjonen: sikkerhetsklima og engasjement for sikkerhet.

Indikatorene er utviklet på et konseptuelt nivå på dette tidspunktet i prosjektet, og er ikke testet ut i praksis. En utprøving og validering vil gjennomføres i en fase 2 av prosjektet (2017-19).

Rapporten gir først en gjennomgang av hensikten med sikkerhetsindikatorer, samt en oversikt over ulike sikkerhetsindikatorer inkludert en diskusjon om svakheter ved tapsbaserte indikatorer sammenliknet med forutseende indikatorer. Deretter presenteres de tre foreslåtte forutseende sikkerhetsindikatorene i kapittel 3-5, før rapporten avslutter med en drøfting av de tre indikatorene opp mot hver andre samt en kort beskrivelse av videre arbeid.

2 Sikkerhetsindikatorer

Kjellén og Albrechtsen (2017) gir en grundig gjennomgang av sikkerhetsindikatorer og bruken av disse i boken "Prevention of accidents and unwanted occurrences". Dette delkapitlet er basert på gjennomgangen i boka.

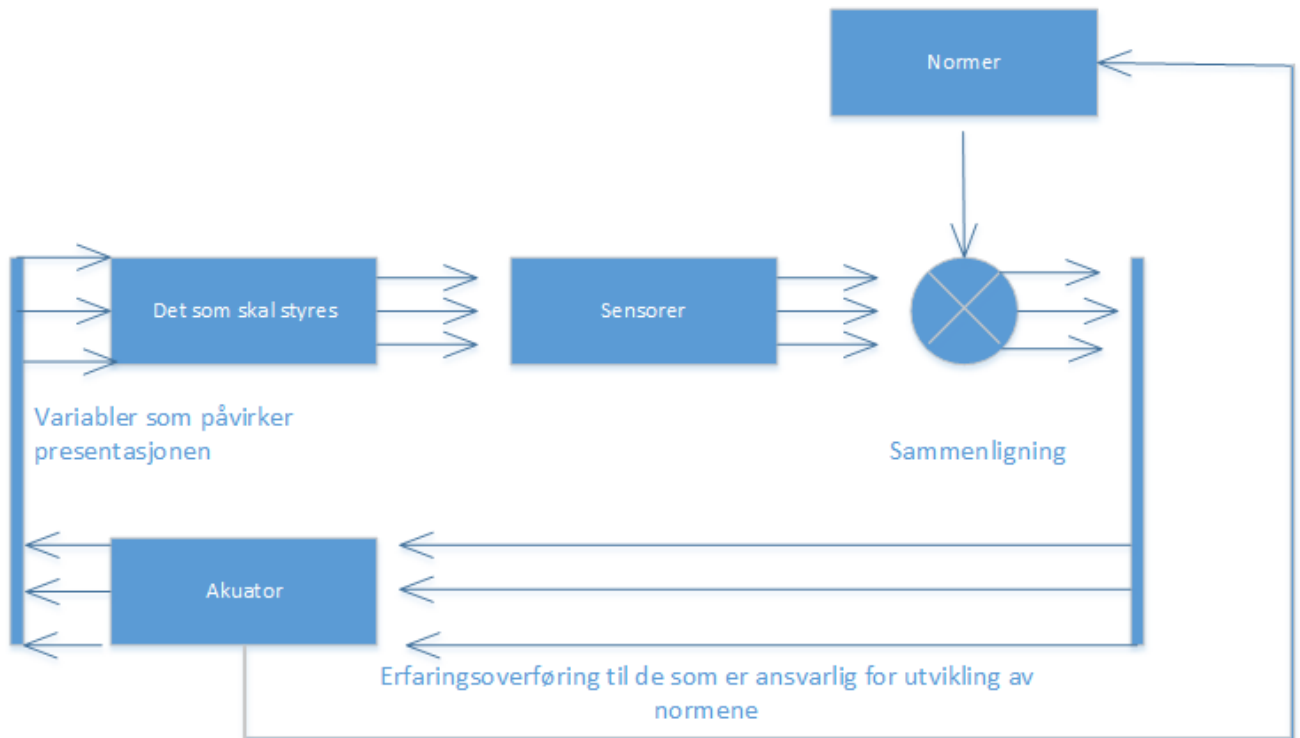
2.1 Hva er en sikkerhetsindikator?

Indikatorer finnes i mange sammenhenger og på ulike nivåer: bedrifters KPIer, bruttonasjonalprodukter, etc. Felles for disse er at indikatoren brukes til å angi eller beskrive forhold som enten er for kompliserte eller for kostbare til å bli målte direkte. Indikatoren forenkler derfor komplekse forhold og informasjon på en enkel måte, ofte kvantitativt uttrykt med tallverdier eller grafer. Vi kan derfor si at indikatoren kommuniserer komplisert informasjon på en enklere måte for beslutningstakere. Sikkerhetsindikatorer følger samme logikk. Sikkerhetsindikatorer sammenstiller informasjon om sikkerhetsprestasjonen til et system på en enkel måte med formål om å støtte beslutninger for å opprettholde og forbedre sikkerhet i systemet.

En sikkerhetsindikator kan defineres som et mål på en organisasjons sikkerhetsprestasjon i form av dens evne til å kontrollere farekilder som kan lede til hendelser og tap. Dette kan være tapsbaserte indikatorer som måler evnen til kontroll basert på erfaringer med inntrufne hendelser eller det kan være mål på sikkerhetsprosesser og –aktiviteter som påvirker evnen til kontroll. Vi kan derfor skille på tapsbaserte (forsinkede) og forutseende sikkerhetsindikatorer som vi kommer tilbake til i kapittel 2.4.

Ett av de sentrale prinsippene i systematisk ledelse av sikkerhet er tilbakeføringskontroll (eng. feedback control) (Juran, 1989). Tilbakeføringskontroll som er et kjent prinsipp fra kvalitetsledelse er illustrert i figur 1. Utgangspunktet er et system vi ønsker å ha kontroll på – kontrollobjektet (det som skal styres). Sensorer måler aktiviteten i kontrollobjektet. Dette målet sammenliknes med gitte normer som er satt på forhånd. Dersom normen ikke er oppfylt iverksettes tiltak for å møte normen. For å vurdere om normen blir nådd etter implementering av tiltak gjøres nye målinger og evalueringer. Tilbakeføringskontroll med sikkerhetsindikatorer innebærer etablering av mål for sikkerhetsprestasjon og oppfølging av disse målene gjennom overvåking av sikkerhetsprestasjonen. Dersom målt prestasjon avviker fra ønsket verdi og utgjør en uakseptabel risiko så vil implementering av korrektive tiltak være nødvendig. Vi kan skille mellom to typer mål: 1) et fast mål for en gitt periode eller 2) indikatoren skal vise kontinuerlig forbedring fra en periode til en annen.

Sikkerhetsindikatorer bidrar til å summere opp sikkerhetsprestasjonen på en visuell måte som gjør dem spesielt egnet for kommunikasjon og sammenlikning, spesielt på et høyere ledelsesnivå.



Figur 1: Tilbakeføringskontroll (Juran, 1989)

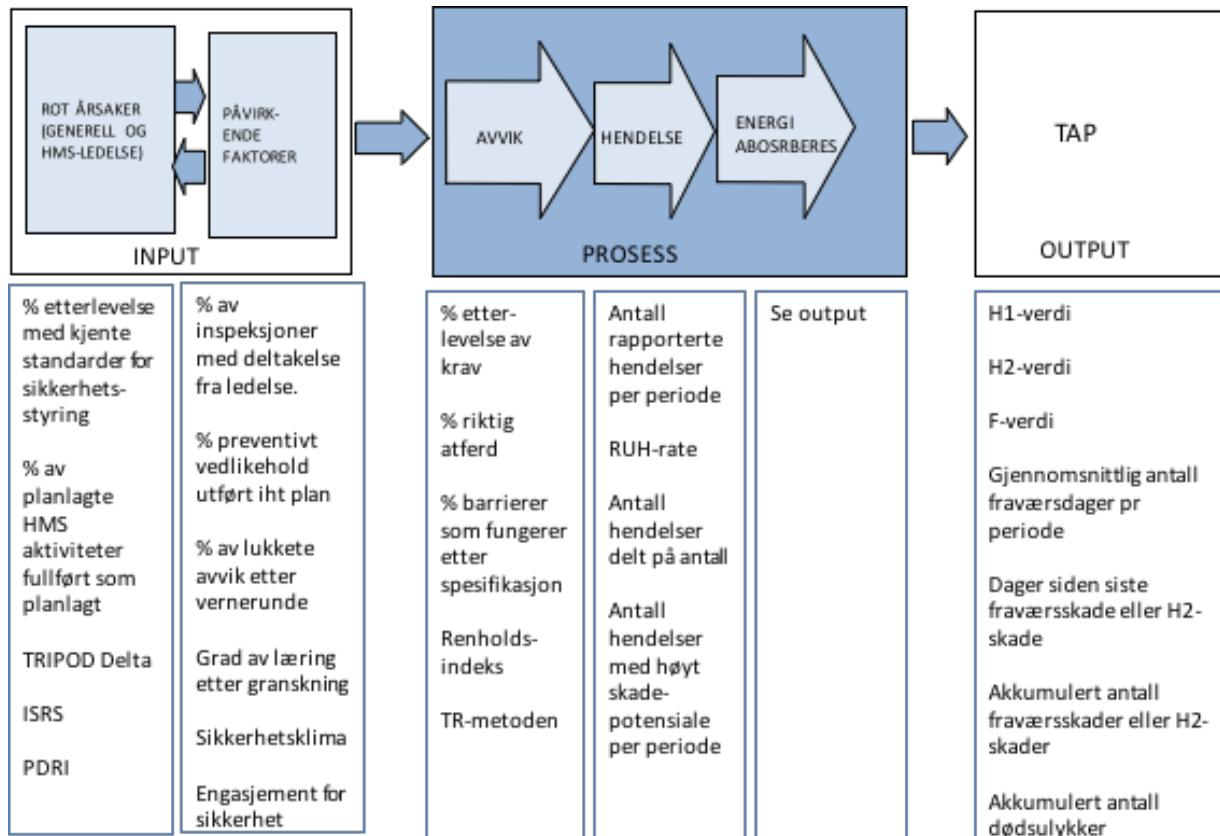
I kapittel 2.2 gir vi en oversikt over ulike sikkerhetsindikatorer som alle har sine styrker og svakheter. For å vurdere kvaliteten på sikkerhetsindikatorer benyttes følgende kriterier:

- Indikatoren må være *observerbar og kvantifiserbar*. Det må være mulig å observere og måle prestasjon ved bruk av anerkjente metoder for datainnsamling og anerkjent måleskala.
- Indikatoren må være en *gyldig indikator for ulykkesrisikoen*. Indikatoren må gi et mål på ulykkesrisikoen (sannsynlighet for og konsekvensen av hendelser)
- Indikatoren må være *sensitiv for endringer*. Endringer i systemet som påvirker evnen til å kontrollere farekilder som kan lede til hendelser må gi utslag på indikatoren i form av tidlige varsler.
- Indikatoren må være *kompatibel med andre indikatorer*, inkludert andre indikatorer enn sikkerhetsindikatorer. Beslutningstakere må ikke få motstridende signaler fra ulike indikatorer.
- Indikatoren må være *lett forståelig og transparent* for brukere av indikatoren
- Indikatoren må være *robust mot manipulasjon*

2.2 Oversikt over ulike typer sikkerhetsindikatorer

Figur 2 viser oversikt over ulike typer sikkerhetsindikatorer. Indikatorene er plassert i henhold til Kjellén og Albrechtsens (2017) rammeverk for ulykkesanalyse. Rammeverket er basert på en input-prosess-output modell, der output er tap som følge av en hendelse. Selve ulykken kan forklares som en prosess der det oppstår avvik som fører til mangel på kontroll på farekilder (energi) som leder til tap av kontroll (energi frigjøres) og som avsluttes med at et offer tar opp den ukontrollerte energien. En hendelse med kranløft kan illustrere dette. Den hengende lasten representerer gravitasjonsenergi. Lasten er anhuket feil (avvik og mangel på kontroll på energien). Den hengende lasten glir ut av løfteanordningen, i det

lasten faller fritt har vi ikke lenger kontroll på energien. Dersom lasten treffer en arbeider vil bevegelsesenergien som lasten representerer i fallet tas opp av arbeideren som blir skadet. Hendelsen som prosess er videre skapt av input-faktorer: 1) menneskelige, tekniske og organisatoriske forhold på arbeidsplassen og 2) rotårsaker i HMS-ledelse og generell ledelse.



Figur 2: oversikt over sikkerhetsindikatorer (Kjellén og Albrechtsen, 2017)

Tapsbaserte indikatorer måler sikkerhetsprestasjonen basert på tap hendelsene medfører. Blant disse finner vi de kjente H1- og H2-verdiene (se kap 2.3)

- H1-verdi: antall fraværsskader per million arbeidstime
- H2-verdi: antall personskader (dødsfall, fraværsskader, alternativt/reduisert arbeid, saker med medisinsk behandling annet enn førstehjelp) per million arbeidstime
- F-verdi: antall arbeidsdager tapt grunnet fraværsskader per million arbeidstime
- Gjennomsnittlig antall fraværsdager pr periode: F-verdi delt på H1-verdi
- Dager siden siste fraværsskade eller H2-skade
- Akkumulert antall fraværsskader eller H2-skader
- Akkumulert antall dødsulykker

Prosessbaserte indikatorer måler sikkerhetsprestasjon i form av antall hendelser samt karakteristikker ved hendelsesforløpet

Indikatorer relatert til hendelser

- Antall rapporterte hendelser per periode
- RUH-rate: gjennomsnittlig antall RUH (rapport om uønsket hendelse og forhold) per ansatt og år

- Antall hendelser delt på antall H2-skader. Forholdet mellom antall rapporterte hendelser i en periode og antall H2-skader i samme periode
- Antall hendelser med høyt skadepotensiale per periode

Indikatorer relatert til avvik

- Prosent etterlevelse av krav (f.eks. andel av arbeidere som har påkrevd kompetanse når kontrollert)
- Prosent med riktig atferd (andel menneskelig feil, andel med bruk av personlig verneutstyr)
- Prosent av barrierer som fungerer etter spesifikasjonen
- Renholdsindeks
- TR-metoden

Årsaksbaserte indikatorer måler sikkerhetsprestasjon i form av hvordan organisasjonen evner å ha kontroll på farekilder.

Indikatorer relatert til menneskelige, tekniske og organisatoriske forhold

- Menneskelige forhold
 - % av inspeksjoner med deltakelse fra ledelse
 - % av PSI (personlig sikkerhetsinstruks) som er utført iht plan
 - Holdningsundersøkelser
- Tekniske forhold
 - % av inspeksjoner og preventivt vedlikehold utført iht plan
- Organisatoriske forhold
 - % av lukkede avvik etter siste vernerunde
 - % av endringer som har vært gjenstand for risikovurderinger
 - % av rapporterte hendelser med høyt skadepotensiale som ikke er avdekket av risikovurderinger
 - Grad av læring etter granskninger
 - Kartlegging av sikkerhetsklime
 - Opplevd engasjement for sikkerhet

Indikatorer relatert til rotårsaker i ledelsessystemer

- % etterlevelse med kjente standarder for sikkerhetsstyring
- % av planlagte HMS aktiviteter fullført som planlagt
- TRIPOD Delta
- ISRS
- PDRI (se kap 4.2.2)

2.3 H1-verdi og H2-verdi

H1-verdien (antall fraværsskader per million arbeidstime) og H2-verdien (antall personskader (dødsfall, fraværsskader, alternativt/reduisert arbeid, saker med medisinsk behandling annet enn førstehjelp) per million arbeidstime) er de vanligste sikkerhetsindikatorerne i alle bransjer. Begge indikatorerne har imidlertid sine svakheter, og spesielt H1-verdien er mye kritisert spesielt fordi den er relativt enkel å manipulere. Det er imidlertid også andre svakheter ved indikatorerne, se tabell 1.

Tabell 1: Vurdering av kvaliteten til H1- og H2-verdien.

Kvalitetskriterier	H1-verdi	H2-verdi
Observerbar og kvantifiserbar	Ja	Samme som for H1-verdien
Valid	Som måleparameter for risikoen for ulykker er H1 ikke følsom for konsekvensen av en ulykke. En liten skade med en dags fravær og alvorlig skade med lang tids fravær eller invaliditet teller likt.	Samme som for H1-verdien
Sensitiv for endring	Nei. Forsinkelser i når H1 kan gjøres tilgjengelig og statistiske fluktuasjoner gjør H1 umulig å bruke for styring av sikkerheten, annet enn for meget store arbeidsplasser (f.eks. > 500 ansatte).	H2-verdien har flere registrerte hendelser enn H1-verdien, men deler samme utfordring som H1-veriden med tanke på meningsfulle måleperioder.
Kompatibel	Ja	Samme som for H1-verdien
Lett forståelig og transparent	Ja	Samme som for H1-verdien
Robust mot manipulasjon	Nei. Det er mulig å unngå registrering av hendelse som fraværsskade ved omplassering eller demobilisering av personell.	Bedre enn H1-verdien fordi flere typer skade enn fraværsskade telles.

Både H1 og H2-verdiene er observerbare og kvantifiserbare basert på registrerte antall dødsfall, fraværsskader, alternativt/reduisert arbeid og saker med medisinsk behandling annet enn førstehjelp.

H1- og H2-verdiene gir et mål på frekvensen av antall skader. I så måte er indikatorerne et gyldige mål på sannsynligheten for hendelser, men de er ikke gyldige mht konsekvensens alvorlighetsgrad. H-verdiene sier ikke noe om konsekvensen av skaden og hvor lenge arbeideren faktisk er borte fra sitt arbeid. F.eks teller en øyeskade der et fremmedelement blir fjernet av en lege og en fallskade som leder til et dødsfall like mye. Vi har definert

sikkerhetsindikator som et uttrykk for grad av kontroll på farekilder. Oppnår vi et mål på dette gjennom H1- og H2-verdiene? Øvre del av figur 2 gir en ulykkesmodell som forklarer at grad av kontroll er basert på input og en prosess som gir et resultat (tap). H1- og H2-verdiene gir et mål på resultatet av hendelsesforløpet og de bakenforliggende årsakene, og uttrykker derfor grad av kontroll på farekildene ved å telle antall ganger tap av kontroll har ført til skade. H1- og H2-verdiene sier imidlertid ingenting om kvaliteten på kontrollen med farekildene mht de gangene det ikke inntreffer tap.

H1-verdien er sjelden sensitiv for endringer. Dersom det er en endring i risikonivået på en arbeidsplass vil den ikke gi signifikant endring fra en måleperiode til en annen periode fordi både H1-skader og H2-skader er sjelden. For å kunne gi et datamateriale av statistisk betydning må det være minimum 5 registrerte skader per periode. Et selskap på 50 ansatte må antagelig ha en periode på 6 år for å skape meningsfull statistikk for H1-verdien. Slike perioder gjør det umulig å bruke H1-verdien for styring av sikkerheten. H2-verdien vil kalkuleres basert på et større antall hendelser enn H1-verdien, men deler samme utfordring som H1-verdien med hensyn til meningsfulle måleperioder.

Både H1- og H2-verdiene er lett forståelige. De er også kompatible med andre prestasjonsindikatorer, og gevinstene med å ha en lav H-verdi synes i hovedsak å være aksepterte. Dette forklarer trolig også hvorfor de er populære til tross for sine svakheter. Den største svakheten til H1-verdien er at det er mulig å manipulere registrering og klassifisering av skader og dermed påvirke H1-verdien i positiv retning. Dette skjer typisk når H-verdien er tett overvåket og det har negative konsekvenser dersom H-verdien skrider over et gitt nivå, f.eks. negativ oppmerksomhet fra toppledelsen eller bortfall av insentiver. I noen tilfeller kan det også lønne seg med lav H1-verdi for å kunne inngå fremtidige kontrakter. En vanlig måte å manipulere H-1 verdien på er å tilby en skadet person en alternativt arbeid eller mindre krevende arbeid. For både H1- og H2-verdien kan disse manipuleres i rapportering enten ved å unnlate å registeret eller ved å ned-klassifisere skaden.

2.4 Forutseende og forsinkede sikkerhetsindikatorer

De senere årene har skillet mellom forutseende og forsinkete sikkerhetsindikatorer (eng. leading and lagging indicators) fått økt oppmerksomhet. Ofte benyttes benevnelsen proaktive indikatorer om forutseende indikatorer. Dette er noe misvisende siden proaktivitet ikke er knyttet til indikatorens måling, men representerer et tankesett eller holdning. Forutseende indikatorer har vært anvendt innen økonomifeltet i lengre tid i betydningen av en indikator som endrer seg før økonomien endrer seg. Innen sikkerhetsområdet kan forutseende og forsinkete indikatorer defineres som:

- Forutseende sikkerhetsindikatorer: forutser fremtidige utviklinger i sikkerhetsprestasjonen, dvs. de endrer seg før sikkerhetsprestasjonen har endret seg.
- Forsinkete sikkerhetsindikatorer: endrer seg etter at sikkerhetsprestasjonen har endret seg. Disse er som regel tapsbasert.

Skillet mellom de to er ikke entydig. Vi kan si at indikatorene i figur 2 blir økende forsinket til høyre og økende forutseende til venstre. Tapsbaserte indikatorer er naturlig forsinkete indikatorer siden de måler sikkerhetsprestasjon utfra hva som har skjedd. Prosessbaserte indikatorer er forsinkede i den forstand at de måler er baserte på historiske

prestasjoner. En fordel med flere prosessbaserte indikatorer er at de gir mulighet til måling i det nærmeste i realtid, hvilket er en stor fordel i BA, hvor forholdene endres relativt hurtig. Prosessbaserte indikatorer som måler avvik, gir også en indikasjon på endringer i kontrollklima på byggeplassen, hvilket sier noe om endring i risikobildet fremover i tiden. Vi kan også si at indikatorer basert på rapporterte hendelser er forutseende fordi det gir et uttrykk for rapporteringskulturen i organisasjonen. Jo flere rapporter og deling av kunnskap, jo bedre grunnlag for læring og kontroll av farekilder.

Tabell 2: Forutseende og forsinkete sikkerhetsindikatorer

Forutseende sikkerhetsindikator	Forsinket sikkerhetsindikator
Endrer seg før den faktiske sikkerhetsprestasjonen endrer seg, gir "tidlig varsel"	Endrer seg etter endring av sikkerhetsprestasjon, inkl. hendelser og tap
Forutser fremtidige utviklinger i sikkerhetsprestasjon	Gir informasjon som kan forhindre nye ulykker
Vurdering av hvor godt organisasjonens evne til å kontrollere farekilder fungerer	Vurdering av hvor godt organisasjonens evne til å kontrollere farekilder har fungert

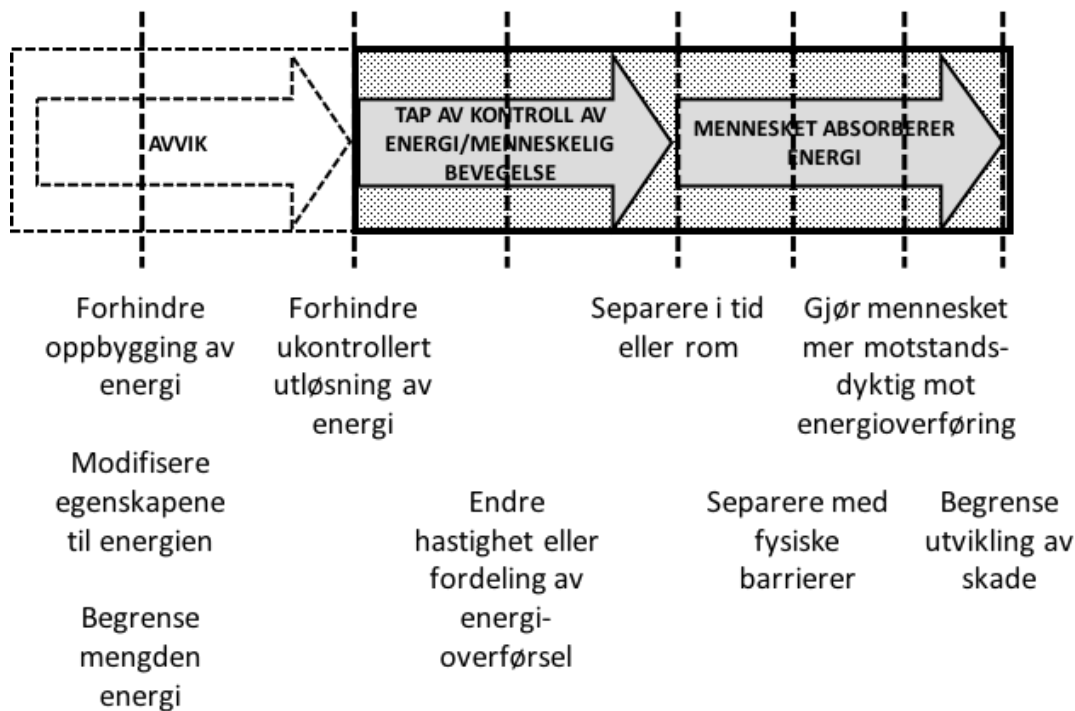
Fordelen med forutseende indikatorer er at den bidrar til at organisasjoner vil få tidlige varsler om at sikkerhetsprestasjonen ikke er i samsvar med den normen man har satt seg, jfr. figur 1. På den måten bidrar forutseende indikatorer til at organisasjoner kan forutse fremtidige utviklinger og på den måten kan det iverksettes preventive tiltak.

3 Forutseende indikator: Grad av kontroll på farekilder med barrierer

3.1 Bakgrunn og hensikt

Aktiviteter i bygg- og anleggsbransjen involverer store energimengder som for transport med tunge kjøretøy, arbeid i høyden, montasje av store elementer mm. Tap av kontroll på energien kan gi alvorlige konsekvenser. I tillegg representerer naturfarer som skred og ras ytterligere farekilder.

Den midterste delen av ulykkesmodellen i figur 2 illustrerer en hendelseskjede der mangel på kontroll på farekilder (avvik) leder til tap av kontroll av farekilder (hendelse) som videre leder til at energi på avveie absorberes av et offer som leder til tap. Figur 3 viser ulike barrierer og tilhørende funksjoner som kan gripe inn i hendelseskjeden og dermed eliminere eller redusere tap. Hver barriere er realisert av et sett av barriereelementer som kan være teknologiske, menneskelige eller organisatoriske.



Figur 3. Barriere intervensjon i et hendelsesforløp (Kjellén og Albrechtsen, 2017)

De ni barrierefunksjonene er basert på Haddons (1980) generelle strategier for å kontrollere energikilder:

1. *Forhindre oppbygging av energikilden.* For eksempel forhindre at det genereres kinetisk energi ved at kjøretøy ikke settes i bevegelse, forhindre at det oppstår potensiell energi ved å flytte objekt langs bakken i stedet for å løfte med kran.
2. *Modifisere egenskapene til energien.* Typisk eksempel er å bruke elektrisk drevne kjøretøy i stedet for kjøretøy med forbrenningsmotor i tunnel. Dette vil normalt minske risikoen for brann.
3. *Redusere mengde energi som skapes.* Mens den første strategien er å forhindre at energien bygges opp i første omgang, handler denne strategien om å redusere

mengden energi som blir akkumulert. Dette kan være å redusere kinetisk energi ved å redusere hastigheten på kjøretøy eller redusere mengder og konsentrasjoner av lagrede drivstoff (kjemisk energi).

4. *Forhindre ukontrollert utslipp av energi.* Dette innebærer å holde kontroll på energikilden som er skapt. For eksempel å unngå at man mister kontroll på et kranløft eller salting for å unngå at kjøretøy sklir.
5. *Modifisere raten og distribusjonen av energistrømmen.* Denne strategien dreiers seg om håndtering etter at energi er sluppet løs ved å modifisere utslippsraten fra kilden eller spre energien over en større flate. Luftpute i bil representerer både spredning i tid og rom av energistrømmen for å minske skade.
6. *Separere energikilde og offer i tid og rom.* Dersom det ikke er kontakt mellom energikilde og potensielt offer vil ingen skade inntreffe. Skille mellom fotgjengere og kjøretøy, løftesoner ved kranløft og å grave ned elektriske kabler er alle eksempler på dette.
7. *Separerer energikilde og offer ved fysiske hindringer.* Maskinvern, brannvegg og rekkverk er gode eksempler.
8. *Forsterke offerets motstandsdyktighet.* Gjøre potensielle offer mer motstandsdyktige mot energiutslipp, for eksempel ved bruk av personlig verneutstyr
9. *Begrense skadeutvikling.* Handler i stor grad om beredskaphåndtering, f.eks. første hjelp og tekniske tiltak for skadehåndtering (sprinkleranlegg) for å begrense skader

Hensikten med å utvikle denne indikatoren er å gi et "sanntids" mål på grad av kontroll på barrierer for å unngå hendelser med potensiale for dødsfall. Indikatoren vil måle implementering og kvalitet på de elementer som realiserer funksjonen til aktuelle barrierer. Beregningen av barriereindeks vil skje etter samme metoder som for TR indeks, som BA-næringen i Norge har erfaring med (Laitinen et al. 1999 og 2010). Forskjellen er at fokus for barriereindeks er på å unngå alvorlige hendelser med dødsulykkes-potensiale.

Lignende barriereytelses-indikatorer har tidligere vært utviklet i prosess- og olje/gass-industrien (Health and Safety Executive 2006; OGP 2011).

3.2 Metode for utvikling

Utførte aktiviteter:

1. Identifisere kritiske typer hendelser med dødsulykkespotensiale. Alle registrerte dødsulykker i bransjen i perioden 2011-2016 (N=60) ble analyserte for å identifisere ulykkeskonsentrasjoner (se kap 3.3)
2. Barriereanalyse. For de identifiserte typene av hendelser ble det gjort analyser for å identifisere hvilke barrierer som må være på plass for å unngå alvorlig personskade. Deretter ble hver barriere analysert for å identifisere de nødvendige barriereelementene for å realisere barrierens funksjon.
3. Utvikling av indikator. For hver typehendelse er det opprettet en sjekklister med barriereelementer, som hvis de er implementert og fungerer etter hensikt, vil forhindre alvorlig skade.
4. Gjenstående aktiviteter: Tilpasning til anleggsstedet. 3 – 4 typehendelser vil bli valgt ut for tilpasning for bruk på anleggssted. Arbeidet vil skje i samarbeid med personell fra byggherre og entreprenør.
5. Enkel pilot med bruk av indikatorer, tilbakemelding og korrigerings.

6. Omfattende bruk av indikator i ordinært sikkerhetsarbeid, evaluering.
7. Tilsvarende pkt. 4 – 6 på byggeplass for resterende indikatorer.
8. Standardisering for mer omfattende bruk i BA.

Ved evalueringer vil følgende kriterier bli brukt:

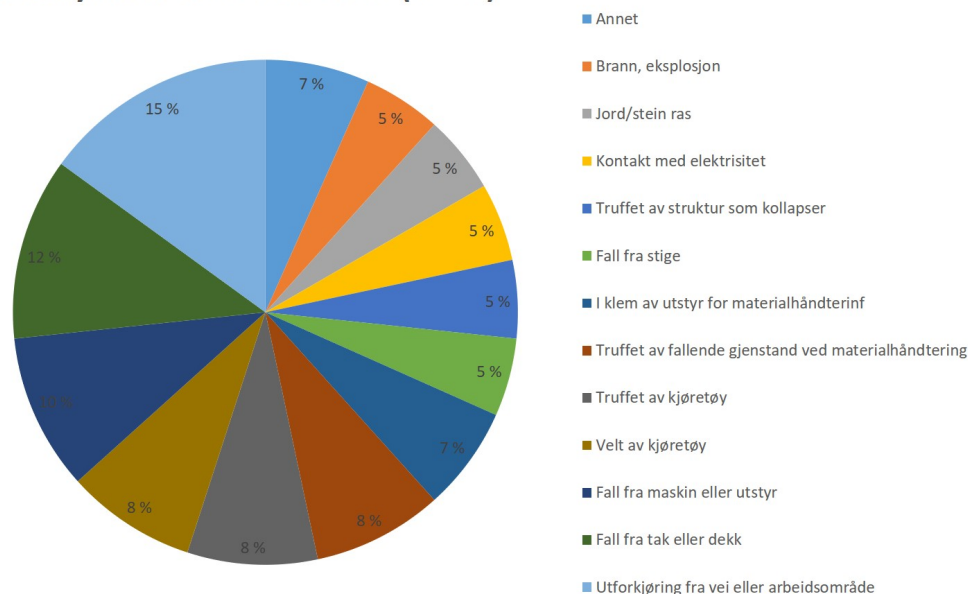
- Enkle å skjønne av fagpersonell på anleggsplass
- Observerbare og kvantifiserbare (korrekt/inkorrekt)
- Tar opp forhold som oppfattes som kritiske mht. beskyttelse mot aktuell fare
- Resulterer i “same svar” når de brukes av ulike observatører
- Robuste mot manipulasjon

3.3 Ulykkeskonsentrasjonsanalyse

I en ulykkeskonsentrasjonsanalyse analyseres ulykkesstatistikk for å finne grupper av ulykker med felles karakteristikk (Kjellén og Albrechtsen, 2017). Hensikten er at å finne de dominerende typer av hendelser som kan forebygges med samme typer av tiltak.

I denne studien ble Arbeidstilsynets rapporter om dødsulykker i perioden 2011-16 benyttet i hendelseskonsentrasjonsanalysen, totalt 60 ulykker.

Dødsulykker i BA I 2011-2016 (N=60)



Figur 4: distribusjon av hendelsestyper (N=60)

Først ble de 60 ulykkene analysert iht Arbeidstilsynets hendelsestyper, figur 4. Deretter ble det gjort analyser av fritekst beskrivelsene av hver ulykkestype for å identifisere felles mønstre i typene. Basert på dette ble en ny klassifisering av hendelsene utviklet der hver ulykkeskonsentrasjon består av minst 3 ulykker.

Analysen ga følgende typer av hendelser, som er grunnlaget for barriereanalysen:

1. Fall fra eller gjennom tak/dekke (N=7)
2. Fall fra maskin/utstyr (N=8)

3. Fall fra stige/gardintrapp (N=3)
4. Last eller gjenstand ut av kontroll i forbindelse med materialhåndtering (N=5)
5. Klemt av kran/personlift i bevegelse (N=3)
6. Truffet eller klemt av mobil anleggsmaskin/kjøretøy i bevegelse (N=5)
7. Velt eller utforkjørsel av mobil anleggsmaskin/kjøretøy, fører drept (N=13)

3.4 Barriereanalyse

For hver av de 7 identifiserte hendelsestypene ble det utført en barriereanalyse.

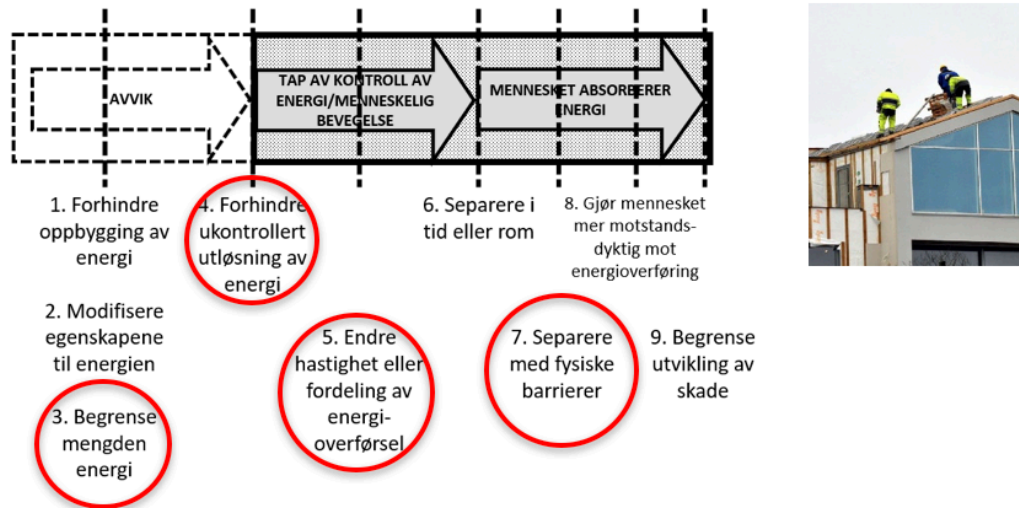
Barriereanalysen inkluderte:

- 1) identifisere hvilke barrierer som forhindrer alvorlig skade for den aktuelle hendelsestypen
- 2) hvilke barrierelementer som realiserer barriererefunksjonen.

I det videre vises resultatet av analysen av barrierer for de syv identifiserte konsentrasjonene av hendelsestyper.

3.4.1 Fall fra eller gjennom tak/dekk

1. Fall fra eller gjennom tak/dekk (N=7)

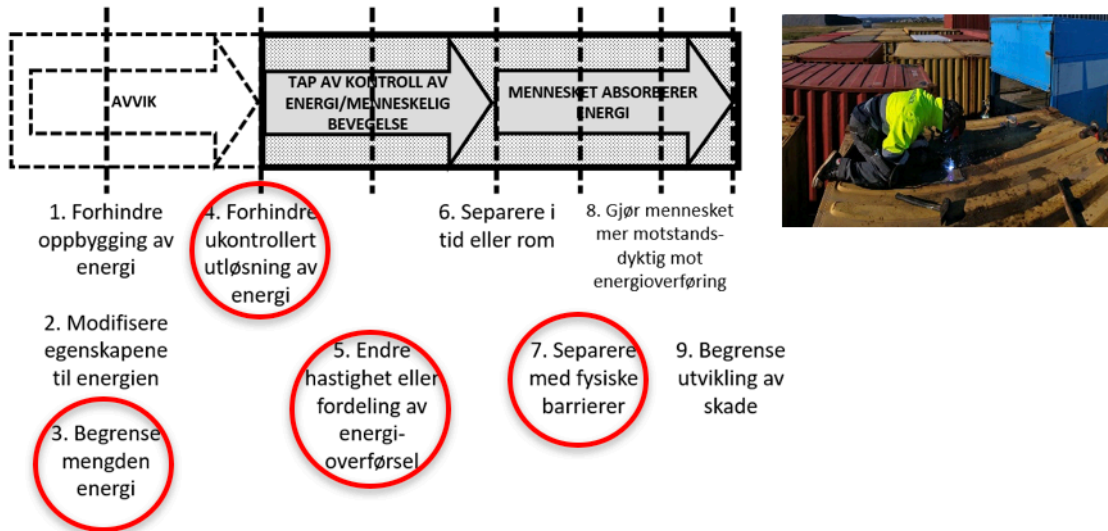


Sjekkpunkter:

- Kan arbeidet utføres fra bakkeplan eller fra sikker arbeidsplattform(3)?
- Finnes arbeidsinstruks og opplæring for arbeid i høyden(3,4,5,7)?
- Er adkomst til arbeidssted sikker og merket(4,7)?
- Er arbeidsområdet ryddet og sikret mot å skli eller snuble(4)?
- Er taket inklusive tildekkinger sjekket slik at det tåler belastningen i forbindelse med takarbeidet(4)?
- Blir personlig fallsikring brukt ved arbeid i områder, som ikke er sikret med rekkverk(5)?
- Er fallsikringen festet slik at fall forhindres eller bremses på en sikker måte(5,7)?
- Er rekkverk og personlig fallsikring sjekket ved oppstart og regelmessig for å unngå svikt(5,7)?
- Er alle kanter og åpninger i tak (større enn 260 mm diameter) tildekket eller sikret med rekkverk(7)?

3.4.2 Fall fra maskin/utstyr

2. Fall fra maskin/utstyr (N=7, 8 drept)

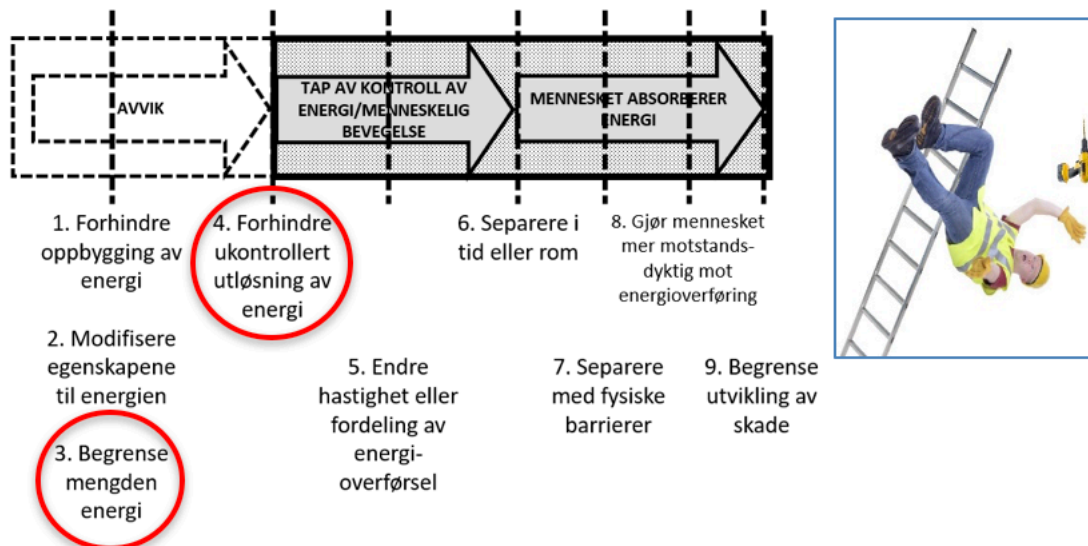


Sjekkpunkter:

- Er det sjekket hvis arbeidet kan utføres fra bakkeplan eller sikker arbeidsplattform(3)?
- Finnes arbeidsinstruks i arbeid i høyden og har personellet fått opplæring i denne(3,4,5,7)?
- Er adkomst til arbeidssted sikkert og merket(4,7)?
- Er arbeidsområdet ryddet og sikret mot å skli eller snuble(4)?
- Er maskin/utstyr og eventuell tildekkinger sjekket slik at det tåler belastningen i forbindelse med arbeidet(4)?
- Blir fallsikring brukt i arbeid med over 2m fallhøyde, som ikke er sikret med rekkverk(5)?
- Er fallsikringen festet i to festepunkter og utformet slik at fall forhindres eller at fall bremses på en sikker måte(5,7)?
- Blir rekkverk og personlig fallsikring sjekket ved oppstart og regelmessig for å unngå svikt(5,7)?
- Er alle åpninger (større enn 260 mm diameter) og ytterpunkter på maskin/utstyr sikret med rekkverk(7)?

3.4.3 Fall fra stige/gardintrapp

3. Fall fra stige/gardintrapp (N=3)

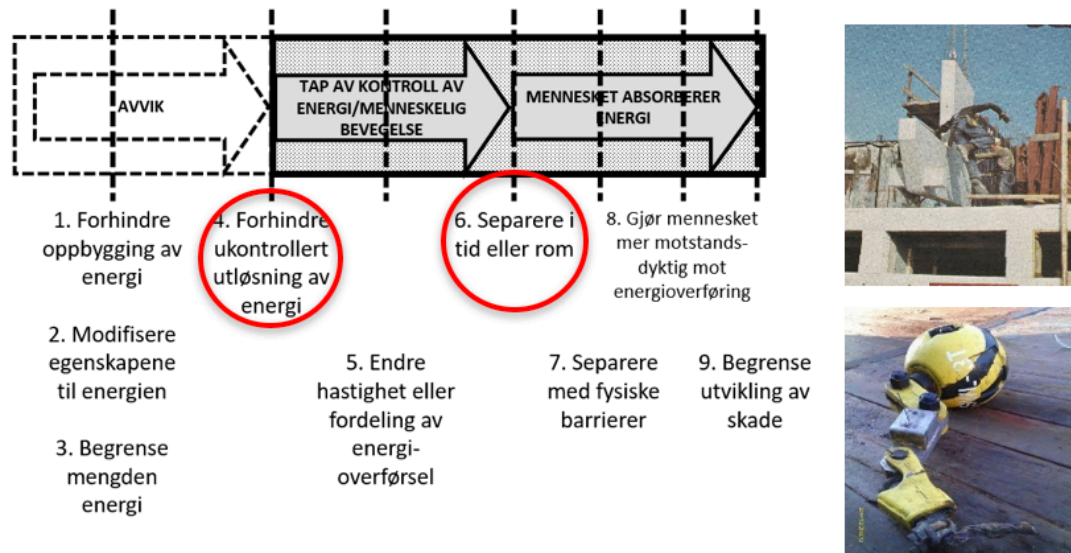


Sjekkpunkter

- Brukes stige kun unntaksvis for utføring av arbeid(3)?
- Finnes arbeidsinstruks i bruk av stige og har personellet fått opplæring i denne(3,4)?
- Er bruk av stige for adkomst eller arbeid i høyden begrenset til en høydeforskjell på 6m(3)?
- Er stigene kontrollert og i god kondisjon(4)?
- Står stigen på stabilt grunnlag og er sikret mot at den glir ut eller velter(4)?
- Rager stige for adkomst til tak eller avsats minimum 1m over dette(4)?

3.4.4 Last eller gjenstand ut av kontroll i forbindelse med materialhåndtering

4. Last eller gjenstand ut av kontroll i forbindelse med materialhåndtering (N=5)

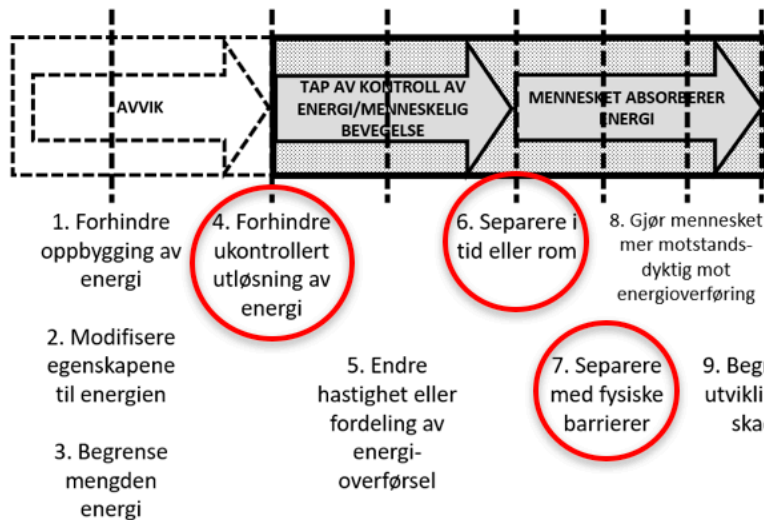


Sjekkpunkter

- Finnes instruks for sikker anhuking og løft(4,6)?
- Finnes løfteplan for kompliserte løft(4,6)?
- Har kranfører, signalmann og anhuker nødvendig dokumentert opplæring(4,6)?
- Er kran og løfteutstyr sertifisert og regelmessig vedlikeholdt/kontrollert(4)?
- Kan løft skje uten konflikt med struktur, utstyr i kranens løfteområde eller arbeidsområde for avgrensede kran(4)?
- Er sektorbegrensning på kran aktivert ved risiko for konflikt(4)?
- Brukes korrekt metode for anhuking for å unngå tap av last(4)?
- Styretau i bruk for å kontrollere lastens bevegelse(4)?
- Er grense for maksimal vindhastighet definert og håndheves(4)?
- Er faresone for fallende last sperret av(6)?
- Har kranfører eller signalmann full oversikt over faresonen for fallende last(6)?

3.4.5 Klemt av kran/personlift i bevegelse

5. Klemt av kran eller personlift i bruk (N=3)

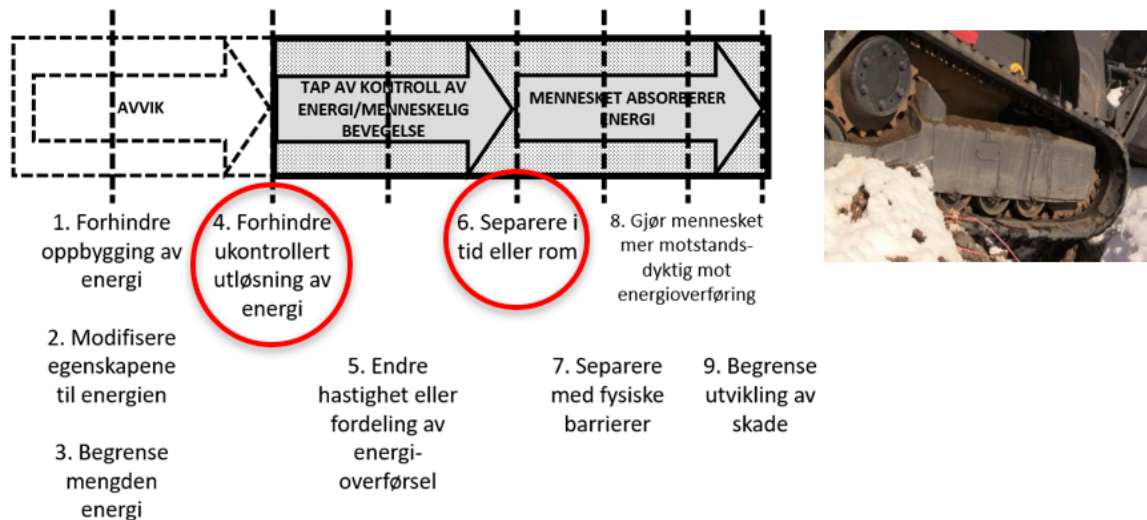


Sjekkpunkter

- Er kran/personlift sertifisert og regelmessig vedlikeholdt/kontrollert(4,6)?
- Finnes det arbeidsinstruks for bruk av kran/personlift, som omhandler sikker bruk og kontroll med faresonen(4,6)?
- Har kranfører/operatør nødvendig dokumentert opplæring(4,6)?
- Har kranfører/operatør full oversikt over faresonen når maskinen er i bruk(6)?
- Har alt personell fått opplæring i å unngå faresonen for maskiner i bruk(6)?
- Er faresonen for maskin i bruk avspærret(6,7)?
- Respekteres faresonen(6)?

3.4.6 Truffet eller klemt av mobil anleggsmaskin/kjøretøy i bevegelse

6. Truffet eller klemt av mobil anleggsmaskin/ kjøretøy (N=5)

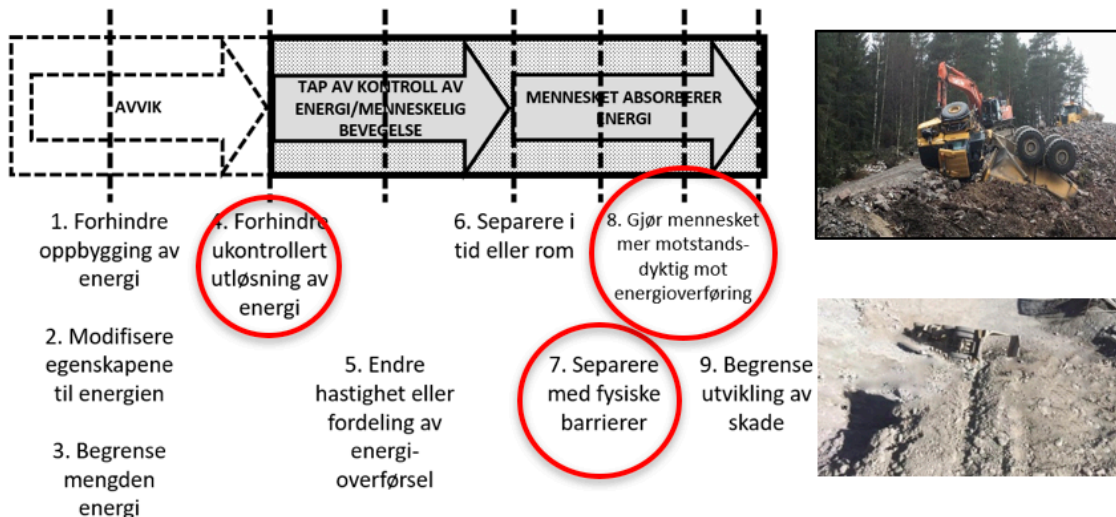


Sjekkpunkter

- Er mobil anleggsmaskin/kjøretøy sertifisert og regelmessig vedlikeholdt/kontrollert inkl. daglig kontroll av lys, bremses, signalhorn, sikkerhetsutstyr i hht. sjekklister(4,6)?
- Finnes det arbeidsinstruks for bruk av maskin/kjøretøy, som omhandler valg av egnet maskin, sikkert bruk inkl. kontroll med faresonen(4,6)?
- Har operatør nødvendig dokumentert opplæring(4,6)?
- Er grunnlaget som maskinen/kjøretøyet beveger seg på sikret mht. friksjon, stabilitet og helling(4)?
- Er anleggs-/byggeplassen disponert slik at tung transport, lossing og lasting kan foregå separert fra arbeidsområder og trafikk til fots(6)?
- Bruker alt personell på byggeplassen synlig (klasse 2 eller 3) arbeidstøy(6)?
- Har operatør full oversikt over faresonen når maskinen/kjøretøyet beveger seg vha. rene og hele vinduer, speil, kamera(6)?
- Er arbeid i tilslutning til maskin/kjøretøy regulert med instruks og implementert gjennom opplæring, og sikres det at ingen arbeidsoppgaver gjør det nødvendig med at personell oppholder seg i faresonen(6)?

3.4.7 Velt eller utforkjørsel av mobil anleggsmaskin/kjøretøy, fører drept

7. Velt eller utforkjørsel av mobil anleggsmaskin/ kjøretøy, fører drept (N=13)



Sjekkpunkter

- Er mobil anleggsmaskin/kjøretøy sertifisert og regelmessig vedlikeholdt/kontrollert inkl. daglig kontroll av lys, bremses, signalhorn, sikkerhetsutstyr i hht. sjekklister(4,6)?
- Er maskin/kjøretøy utstyrt med styrtbøyle og sikkerhetssele(7,8)?
- Finnes det arbeidsinstruks for bruk av maskin/kjøretøy, som omhandler valg av egnet maskin, sikkert bruk mht. risiko for tap av kontroll(4)?
- Har operatør nødvendig dokumentert opplæring(4)?
- Er grunnlaget som maskinen/kjøretøyet beveger seg på sikret mht. friksjon, stabilitet (spesielt i randsonen) og helling(4)? Utføres regelmessig inspeksjon, vedlikehold, rydding for snø og strøing?
- Er fartsregulering ved fartsgrense, innsnevring etablert og respekteres denne(4)?
- Er ustabile randsoner godt markert eller sikret med autovern(4,7)? Finnes tipp stopp?
- Er egnet redningsvest (oppblåsbar, manuell utløser) eller flytejakke i bruk ved kjøring i område med risiko for å kjøre ned i vann(8)?
- Er det etablert en egnet beredskap for utforkjørsel (inkl. egnet bår og personlig redningsutstyr)? Er den testet?

3.5 Anvendelse av barriereanalysen i utvikling av indikatorer

For hver hendelsestype er det utviklet sjekklister med barriereelementer. I tabell 3 under er det vist et eksempel på sjekklister for å unngå fall fra tak/dekke. Denne kan anvendes både i SJA og inspeksjoner.

Tabell 3: Eksempel: Sjekkliste for å unngå fall fra tak/dekke

Sjekkpunkt	OK	Ikke OK	Ikke aktuell	Beskrivelse av mangler
Vurdert å utføre arbeidet fra bakkeplan eller fra sikker arbeidsplattform?				
Arbeidsinstruks og opplæring i arbeid i høyden?				
Er sikker til arbeidssted merket og sikret?				
Arbeidsområdet ryddet og sikret mot å skli eller snuble?				
Taket inklusive tildekkinger er sjekket slik at det tåler belastningen i forbindelse med takarbeidet?				
Personlig fallsikring blir brukt i arbeid i områder, som ikke er sikret med rekkverk?				
Fallsikringen er festet slik at fall forhindres eller at fall bremses på en sikker måte?				
Rekkverk og personlig fallsikring sjekkes regelmessig for å unngå svikt?				
Alle kanter på tak sikret med rekkverk?				
Alle åpninger i tak (større enn 260 mm diameter) er tildekket eller sikret med rekkverk?				

I en inspeksjonsrunde på et prosjekt vil antallet observasjoner av barriereelementer innenfor den aktuelle ulykkestypen bli registrert sammen med antallet observasjoner, som

representerer tilfredsstillende forhold. Barriereindeks for den aktuelle typen hendelse vil da være % observasjoner, som representerer tilfredsstillende resultat. En høy % (f.eks. > 90%) vil bety at man har god kontroll med den aktuelle typen hendelse og at sannsynligheten for dødsulykke er lav.

3.6 Styrker og svakheter

Tabell 4: Styrker og svakheter ved indikatoren "grad av kontroll på farekilder med barrierer"

Kvalitetskriterier:	
Observerbar og kvantifiserbar	OK. Dette vil være et av kriteriene ved utvikling av indikatoren.
Valid	OK basert på teoretisk analyse og ulykkesstatistikk.
Sensitiv for endring	Ja, hvis forholdene ikke allerede er opp mot 100% tilfredsstillende.
Kompatibel	Ja, hvis vi forutsetter at de krav tiltak som følger av bruk av indikatoren vil rømmes innenfor prosjektets økonomiske rammer.
Lett forståelig og transparent	Ja, dette vil være et kriterium ved utprøving.
Robust mot manipulasjon	Ja, så langt observatørene rapporterer korrekt.

4 Forutseende indikator: Grad av kontroll på ulykkesrisiko i fasene før oppstart av produksjon

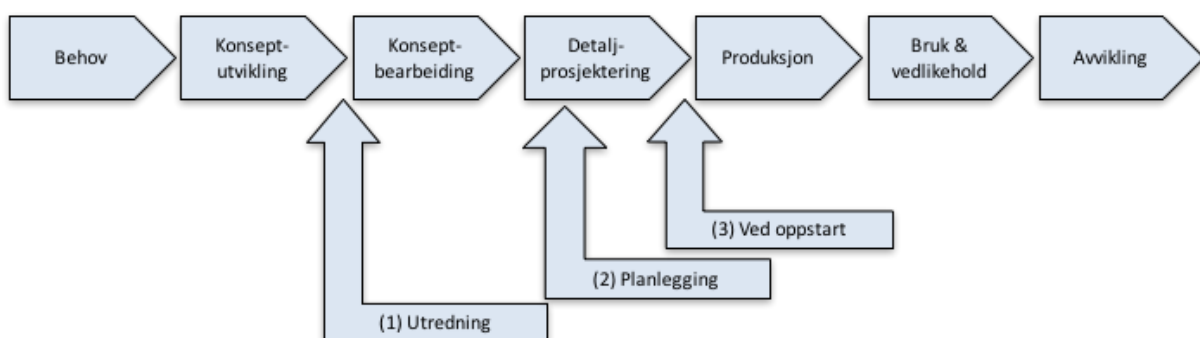
4.1 Bakgrunn og hensikt

Aktiviteter og valg i tidlige prosjektfaser (konseptutvikling, konseptbearbeiding, detaljprosjektering) påvirker i stor grad sikkerhetsprestasjonen i gjennomføringsfasen (produksjon). Internasjonale studier viser at det er sammenheng mellom dødsulykker og valg tatt i tidlige prosjektfaser (Behm, 2005; Frijters m.fl., 2010; Weeks, 2011; Jørgensen, 2013). Studier utført av Arbeidstilsynet (2016) viser samme mønster for alvorlige arbeidsulykker i norsk bygg- og anleggsbransje. Det betyr at det kan forventes at det finnes karakteristikk i ulike prosjektfaser *før* oppstart av produksjon som gir indikasjoner på om prosjektet kan forventes å oppnå en god sikkerhetsprestasjon i produksjonsfasen eller ikke.

Hensikten med utviklingen av denne forutseende indikatoren er å identifisere faktorer som kjennetegner prosjekter som kan forventes å oppnå en god sikkerhetsprestasjon. I neste trinn operasjonaliseres disse faktorene til sikkerhetsindikatorer som gir et mål på hvilken grad av kontroll prosjektet kan forventes å ha på ulykkesrisiko i gjennomføringsfasen.

Utviklingen av indikatoren er basert på en hypotese om at prosjekter som er god på generell styring og ledelse også er god på styring og ledelse av sikkerhet. Faktorene som utgjør indikatoren er derfor en blanding av faktorer om systemer for styring av sikkerhet og faktorer som er generelle karakteristikk ved et prosjekt som kan forventes å påvirke sikkerhetsprestasjonen.

Indikatoren skal gi et mål på hvor modent et prosjekt er i forskjellige sjekkpunkter før oppstart av produksjon med hensyn til å ha kontroll på ulykkesrisikoen i produksjonsfasen. Indikatorens fokus er derfor på det som skjer i fasene før produksjonen kommer i gang. Vi har valgt å avgrense indikatoren til å kunne gi input til beslutninger på tre punkter i tidlig fase: 1) beslutning om videreføring etter byggherrens utredning/mulighetsstudie, 2) beslutning om kontraktsinngåelse i planlegging og prosjektering (før detaljprosjektering) og 3) beslutning om start av produksjon. Punktene for indikatorens måling er illustrert i figur 5. som er basert på Bygg21 (2015) sitt rammeverk for prosjektfaser



Figur 5: sjekkpunkter for indikatoren på prosjektets kontroll på ulykkesrisiko

4.2 Metode for utvikling

For å utvikle indikatoren er følgende steg gjennomført:

1. Det er gjennomført undersøkelser for å kartlegge hva som kjennetegner prosjekter som forventes å oppnå en god sikkerhetsprestasjon i sjekkpunktene: 1) byggherrens utredning/mulighetsstudie, 2) i planlegging og prosjektering og 3) før oppstart av produksjon
2. Basert på denne kartleggingen er det utviklet en sjekklister med 12-15 faktorer per sjekkpunkt.
3. Disse faktorene danner grunnlaget for å kunne måle og kvantifisere hvor god kontroll et prosjekt har på ulykkesrisikoen i produksjonsfasen.



Figur 6: metode for utvikling av indikator 2

For å kartlegge faktorer som kjennetegner prosjekter som forventes å oppnå en god sikkerhetsprestasjon er data samlet inn fra ulike kilder (figur 6):

- Litteratur om suksessfaktorer for prosjekter som oppnår ønskede mål (ikke direkte relatert til sikkerhet)
- Rapporter om PDRI (se kap 4.2.2)
- 3 workshoper med representanter fra byggherrer, prosjekterende, entreprenører og regionale verneombud
- Intervju med representanter fra prosjekterende



Figur 7: Datainnsamling for å identifisere faktorer som karakteriserer prosjekter med god sikkerhetsprestasjon

Datainnsamlingen ga 110 faktorer, hvorav noen var overlappende mellom datakildene. For hvert av de tre sjekkpunktene ble de kartlagte faktorene satt opp i et excel-ark der hver datakilde fikk en egen kolonne. Deretter ble like faktorene sortert og gruppert sammen i rader, slik at faktorer som framkom i flere datakilder ble synlige. De faktorene som fantes i flere datakilder ble grunnlaget for utvikling av indikatoren.

4.2.1 Suksessfaktorer i prosjekter

Byggeprosjekter er komplekse og det er mange faktorer som kan påvirke om prosjektet blir en suksess eller ikke. Tradisjonelt så har suksess blitt målt opp mot tid, kostnad og kvalitet, men gjennom litteraturen kan vi se et skifte der nye måter for å måle prosjektsuksess defineres. Det presenteres ulike suksesskriterier for hvordan en kan måle om et prosjekt er en suksess eller ikke. Samset (2003) presenterer følgende fem suksesskriterier; effektivitet, måloppnåelse, relevans, virkninger og levedyktighet. Hva som definerer suksess i forhold til suksesskriteriene beskrives gjennom de definerte suksessfaktorene.

Suksessfaktorene er definert som de faktorene som forutsier suksessen i et prosjekt (Sanvido m.fl., 1992). Suksessfaktorer er viktige aktivitetsområder som må utføres på en tilfredsstillende måte for å kunne oppnå den ønskede måloppnåelsen i et prosjekt. Ved å identifisere suksessfaktorene er det mulig å opprette et felles referansepunkt som kan være til hjelpe for å måle suksessen til et prosjekt (Torp m.fl., 2004)

I en studie av 75 offentlige investeringsprosjekter I Norge ble det funnet totalt 398 suksessfaktorer, som videre ble delt inn i 14 kategorier (Torp m.fl.,2006). Datagrunnlaget

består av ulike prosjekttyper som veg-, bygg-, jernbane-, IKT-, anskaffelse-prosjekter og annet. Tabell 5 viser prosentandel av suksessfaktorene på de studerte prosjektene.

Tabell 5: Kategorisering av suksessfaktorer med en beskrivelse av de ulike kategoriene samt hvor stor prosentandel de ulikefaktorene utgjør (N=75) (Torp m.fl.,2006).

Kategorier	Beskrivelse	Prosent
Prosjektorganisasjon	Kvalitet, kapasitet og kompetanse innad i prosjektorganisasjonen. Organisasjonsstruktur, ansvar, rollefordeling og kapasitet/kompetanse i prosjektorganisasjonen.	18,1
Prosjektledelse	Prosjektledelsens evne til å lede, motivere og kommunisere. Kompetanse og erfaring hos prosjektledere.	15,6
Kontraktstrategi og innkjøp	Aspekter ved kontraherings prosessen og anskaffelsesprosedyrer. Bruk av hensiktsmessig kontraktstrategi, håndtering av grensesnitt mellom kontraktene og kvaliteten på konkurransegrunnlaget.	15,1
Prosjektstyring	God struktur, bruk av systemer og rutiner for kontroll med tid, kostnad og kvalitet. Prosjektssytingssystemer, kostnadskontroll og usikkerhetsstyring.	9,8
Endringshåndtering	Rutiner og systemer for endringshåndtering og hvordan styre omfanget med tanke på endringer.	8,3
Rammebetingelser	Rammebetingelser gitt av prosjekteier spesielt knyttet til finansiering, nødvendige tillatelser, endrede betingelser og premisser.	8,0
Marked	Faktorer knyttet til markedssituasjonen, god og dårlig dialog med markedet. Konkurransen i markedet på det aktuelle tidspunktet med tanke på tilbydere og prisnivå.	5,3
Kunde/ bruker	Aspekter som kundens krav og medvirkning i gjennom prosjektet. Vurderinger om resultatet fra prosjektet tilfredstill brukerens behov og om resultatet er brukenes på den måten det var planlagt.	4,0
Tekniske forhold	Håndtering av utfordringer ved store og komplekse tekniske forhold (eksempelvis lange bruer og tunneler), samt utfordringer i forbindelse med teknologisk utvikling og tekniske løsninger.	3,8
Interessenter/ omgivelser	Håndtering av interessenter, publikum og omgivelser, samt håndtering av eventuelle konflikter med disse partene.	2,8
Overgang til drift	Testing og implementering av prosjekt resultatet, samt utfordringer i forbindelse med vedlikehold.	2,5
Natur	Håndtering av geoteknisk og geologiske utfordringer og andre værforhold som vann.	2,5
Miljø/HMS	Kontroll på ulykkesrisiko i prosjektperioden.	2,3
Grensesnitt	Håndtering av grensesnitt mot omkringliggende prosjekter og aktiviteter.	2,0

4.2.2 PDRI

PDRI (Project Definition Rating Index) er en metode for å måle et prosjekts modenhet med tanke på effektiv og fremgangsrik gjennomføring (DOE, 2010; CII, 2013). Metoden, som er utviklet for ulike typer BA-prosjekter, går ikke på sikkerhet spesielt men har et hovedfokus på hvordan tidlige faser legger til rette for effektiv produksjon med riktig kvalitet. Metoden er utviklet av det amerikanske Construction Industry Institute.

Metoden er basert på sjekklister som skal brukes på ulike beslutningspunkter i tidlige prosjektfaser for å vurdere om prosjektet er modent nok til å gi videre til neste fase. Sjekklistene består av mange elementer om skal vurderes på ulike målepunkter i prosjektet. Elementene er inndelt i hovedgrupper. F.eks. er PDRI for byggeprosjekter basert på 64

elementer i 11 kategorier som gjør metoden relativt omfattende. Elementene er ikke direkte rettet mot sikkerhet, men noen av elementene er faktorer som må være på plass for å forvente en god sikkerhetsprestasjon.

Stegene i PDRI er:

1. For hvert element som skal vurderes er det gitt en beskrivelse
2. For hvert element samles det inn data for å kunne vurdere godheten av elementet
3. Hvert element vurderes på en skala fra 1 (godt definert) til 5 (dårlig definert) mht om prosjektet er modent til å gå til neste prosjektfase
4. Vurderingene for hvert element legges sammen som gir en modenhetsscore for hver hovedkategori.
5. Modenhetsscoren vurderes opp mot kriterier for å kunne vurdere om prosjektet er modent for å gi videre til neste fase. Kriteriene blir strengere jo nærmere produksjon man kommer.

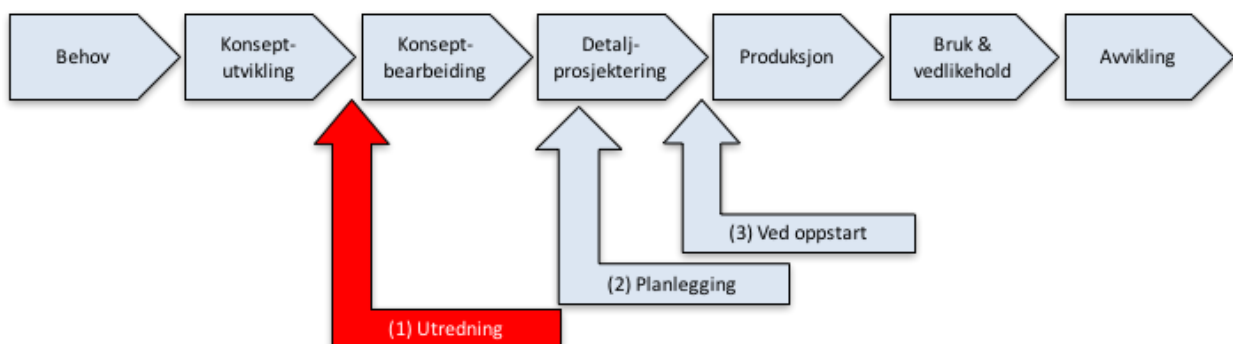
En lavt aggregert PDRI mål representerer et prosjekt som er godt definert og modent, og derfor kan antas å ha høy sannsynlighet for å bli et vellykket prosjekt. Høyere mål indikerer at visse elementer i prosjektet mangler nødvendig modenhet.

I utviklingen av den forutseende sikkerhetsindikatoren baserer vi oss på samme tankegang, se kap 4.4.

4.3 Kjennetegn på prosjekter som forventes å oppnå en god sikkerhetsprestasjon

Kategorisering av data samlet inn som beskrevet i kap 4.2. gir følgende faktorer som kjennetegner prosjekter som kan forventes å oppnå en god sikkerhetsprestasjon på de tre sjekkpunktene skissert i figur 5

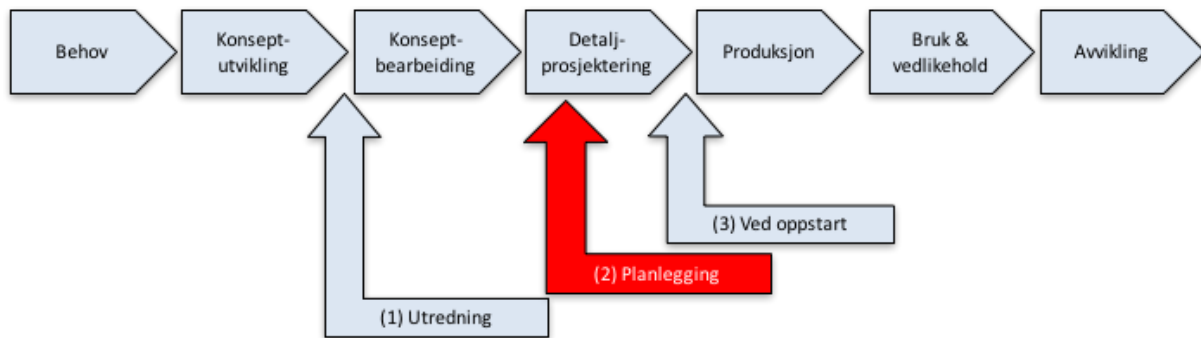
4.3.1 Faktorer som kjennetegner prosjekter som kan forventes å oppnå en god sikkerhetsprestasjon ved beslutning om videreføring etter byggherrens utredning/mulighetsstudie



Faktorer:	Beskrivelse:
1. Mulighetsstudie	- Mulighetsstudie er gjennomført og dokumentert mht økonomi, sikkerhet, livssyklus, interessenter, byggbarhet med mer
2. Risikovurdering og risikohåndtering	- Risiko som påvirker prosjektets måloppnåelse er identifisert og analysert (økonomisk risiko, fremdriftsrisiko, ulykkesrisiko, miljørisiko, mm). - Ulykkesrisikoregister er etablert

	<ul style="list-style-type: none"> - Risiko som er identifisert for senere faser er håndtert i grunnlaget for planlegging og innkjøp.
3. Prosjektspesifikke risikoforhold	<ul style="list-style-type: none"> - Prosjektspesifikke ulykkes-risikoforhold som byggherre bringer inn ved sine valg er identifiserte og tatt hensyn til i grunnlag for planlegging og innkjøp. Dvs. forhold som er spesielle ved det enkelte prosjekt og som ikke i tilstrekkelig grad er dekket av eksisterende krav i lover og forskrifter
4. Vurderinger av fysiske forhold ved anleggsområde/byggeplass	<ul style="list-style-type: none"> - Grunnundersøkelser for anleggsområdet/byggeplass er utført - Vurdering av naturfarer (skred, flom, etc) er utført - Vurdering av hensyn til risiko for 3.part er utført - Vurdering av trafikkforhold er utført
5. Rammebetingelser	<ul style="list-style-type: none"> - Relevante reguleringer, sikringsforhold ("security"), nødvendige tillatelser, og andre viktige forutsetninger/premisser er identifiserte og håndterte
6. Arkitektoniske og tekniske valg	<ul style="list-style-type: none"> - De arkitektoniske og tekniske valgene som er tatt ivaretar sikkerhet. - Design er detaljert til et akseptabelt nivå.
7. Fremdriftsplan og budsjett	<ul style="list-style-type: none"> - Fremdriftsplan og budsjett med tilstrekkelig detaljeringsnivå er etablert.
8. Byggherrens prosjektorganisasjon	<ul style="list-style-type: none"> - Byggherrens prosjektorganisasjon er tilpasset kompleksitet til byggeobjektet. - S sammensatt prosjektgruppe av personer med nødvendig kompetanse og ulik erfaring
9. Byggherrens prosjektleder	<ul style="list-style-type: none"> - Prosjektleder med kompetanse og autoritet til å gjennomføre gode prosjekter. - Prosjektleder med emne til å skape engasjement. - Prosjektleder med emne til å balansere fremdrift, kostnader og sikkerhet. - Prosjektleder som kan vise til gjennomførte prosjekter med gode resultater (inkl. HMS-resultater)
10. Kontraktstrategi	<ul style="list-style-type: none"> - Kontraktstrategi som fremmer konkurranse og kvalifiserte tilbydere er etablert. - Pre-kvalifiserte tilbydere som holder en tilfredsstillende standard innenfor HMS er identifiserte
11. Byggbarhetsanalyse	<ul style="list-style-type: none"> - Byggbarhetsanalyse er utført. - Kunnskap og erfaringer om praktisk gjennomføring er brukt i planlegging, design og innkjøp for å oppnå prosjektets mål mht kvalitet, fremdrift, sikkerhet og økonomi
12. Tid	<ul style="list-style-type: none"> - Det er avsatt tilstrekkelig med tid til prosjektering og utførelse av de forskjellige arbeidsoperasjoner arbeidene som skal utføres

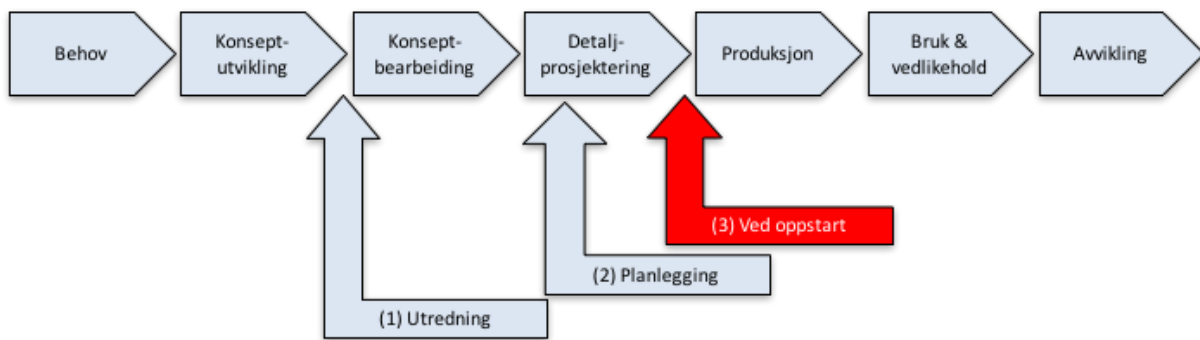
4.3.2 Faktorer som kjennetegner prosjekter som kan forventes å oppnå en god sikkerhetsprestasjon ved beslutning om kontraktsinngåelse i planlegging og prosjektering (før detaljprosjektering)



Faktorer:	Beskrivelse:
1. Prosjektorganisasjon	<ul style="list-style-type: none"> - Det er etablert en prosjektorganisasjon med byggherre og prosjekterende som er tilpasset kompleksitet til byggeprosjektet. - Prosjekteringsgruppe er sammensatt av personer med ulik erfaring og bakgrunn - Det finnes egnet kompetanse og erfaring hos prosjekteringsgruppen for å legge til rette for sikkerhet i utførelse - Det finnes kunnskap og erfaringer om praktisk gjennomføring av prosjekter i prosjekteringsgruppa
2. Prosjekteringsleder	<ul style="list-style-type: none"> - Prosjekteringsleder med kompetanse og autoritet til å gjennomføre god prosjektering, inkludert sikkerhet
3. Koordinator for prosjekteringsfasen (KP)	<ul style="list-style-type: none"> - Byggherre har utpekt koordinator for prosjekteringsfasen (KP) med nødvendige kunnskaper, erfaring og personlige egenskaper. KP er integrert i prosjektorganisasjonen
4. Prosjekterende SHA-aktiviteter	<ul style="list-style-type: none"> - Prosjekterende har etablert en plan for sine SHA-aktiviteter (f.eks. enfaglige og tverrfaglige fareidentifikasjoner, risikovurderinger, oppdatering av risikoregister, restrisikoreporter mm) - Planen inneholder hvilke aktiviteter som skal gjøres med milepæler og hvem som skal delta i aktivitetene
5. Risikovurdering og -håndtering	<ul style="list-style-type: none"> - Den prosjekterende har vurdert ulykkesrisiko på bygg- eller anleggsplassen og identifisert nødvendige tiltak - Prosjektspesifikke ulykkes-risikoforhold som prosjekterende bringer inn ved sine valg er identifiserte og tatt hensyn til i grunnlag for planlegging og innkjøp - Risikoregister er oppdatert
6. Viktige risikoer ved byggeplassen/anlegget og dens utforming er identifiserte og håndterte:	<ul style="list-style-type: none"> - Tilkomst og transport - Arealbehov for utførelse - Terreng og omgivelser (bygninger, infrastruktur) - Hydrologi, geologi, seismikk, topologi - Infrastruktur under bakken - Samtidige arbeidsoppgaver
7. Byggbarhet	<ul style="list-style-type: none"> - Byggbarhetsanalyse er utført. - Kunnskap og erfaringer om praktisk gjennomføring brukes i planlegging, design og innkjøp for å oppnå prosjektets mål mht kvalitet, fremdrift, sikkerhet og økonomi - Evaluering av geoteknikk er utført og dokumentert

8. Ressursbehov	- Behov for ressurser (mennesker/materiell) for neste fase er identifisert
9. Fremdriftsplan	- Fremdriftsplan med tilstrekkelig detaljeringsnivå er etablert. - Resultat av risikovurderinger er tatt hensyn til i fremdriftsplanen
10. Riggplan, sikring, beredskap	- Riggplan som sørger for godt med plass på byggeplass/anlegg - Riggplan er komplett og inkluderer prosjektgrenser, gjerder/åpninger, grønne områder, bygninger, losseområder, tilgang, veier, mm - Sikring (security) og beredskap på byggeplass/anlegg (brann, medisinsk personell, mm) er vurdert og håndtert.
11. Arkitektoniske og tekniske valg	- De arkitektoniske og tekniske valgene som er tatt ivaretar sikkerhet. - Design er detaljert til et akseptabel nivå. - Tegninger er omfattende, fornuftige og viser alle viktige elementer i logisk format, inkludert oversikt over hvor utstyr finnes.

4.3.3 Faktorer som kjennetegner prosjekter som kan forventes å oppnå en god sikkerhetsprestasjon ved beslutning om oppstart



Faktorer	Beskrivelse:
1. Informasjonsgrunnlag	- Det er utarbeidet informasjonsgrunnlag for styring og ledelse av prosjektet, som inkluderer oppsummering av erfaringer fra tidligere faser og oppdatering av nødvendig dokumentasjon.
2. Erfaringsoverføring	- Hovedentreprenøren har sikret erfaringsoverføring fra tilsvarende prosjekter
3. Fremdriftsplan og produksjonsplan	- Detaljert produksjonsplan tilpasset prosjektet basert på fremdriftsplan er etablert. - Informasjon fra risikovurderinger er benyttet i planen. - Utsyr og materialer med lang leveringstid som kan påvirke fremdrift er identifiserte
4. Innkjøp og oppfølging av kontraktører	- Det er etablert plan for innkjøp som beskriver hvem som er ansvarlig, liste over godkjente kontraktører, innkjøpsordrer, kontrakter. - Kontrollplaner for oppfølging av kontraktører er etablerte. - Prosedyre for sluttkontroll/overtakelse er etablert. - Innkjøpsprosessen vektlegger kontroll på prosjektspesifikk risiko og at kontraktør har et tilfredsstillende internkontrollsystem for prosjektets risikobilde.
5. Kvalitetskontroll	- Prosedyrer og ansvar for kvalitetskontroll er etablerte - Prosjektledelsen har kvalitetssikret materiale fra prosjekteier

6. Logistikk	<ul style="list-style-type: none"> - Det finnes oversikt med krav til lossing, lasting og lagring av materialer og produkter sammen med spesifikasjoner for dette, inkludert bruk av kraner - Kontrollregime for inntak av utsyr/maskiner er etablert. Systemer for kontroll av utstyr etablert
7. Prosjektorganisasjon	<ul style="list-style-type: none"> - Prosjektorganisasjon for gjennomføringsfasen er etablert med kompetanse og sammensetting tilpasset prosjektets kompleksitet - Prosjektorganisasjonen inkluderer nøkkelpersoner med kontinuitet fra planleggingsfase til utførende fase - Prosjektorganisasjonen er samkjørt og har felles forståelse for oppdraget - Byggherre har utpekt koordinator for utførelsesfasen med nødvendige kunnskaper og erfaring - Hoved entreprenør har HMS-rådgiver med aktiv rolle i prosjektet med nødvendige kunnskaper og erfaring om HMS
8. Oppstartsmøte	<ul style="list-style-type: none"> - Oppstartsmøte er gjennomført før oppstart av produksjon. - Representanter fra byggherre, entreprenør og prosjekterende deltar i oppstartsmøtet - Oppstartsmøte inneholder informasjonsoverføring og mulighet for tilbakemeldinger
9. Risikovurdering	<ul style="list-style-type: none"> - Risiko for prosjektgjennomføring er identifisert og oppdatert fra tidligere faser. - Det er lagt plan for håndtering av risiko som ikke er akseptabel
10. Riggplan	<ul style="list-style-type: none"> - Riggplan er etablert som legger til rette for påkrevd arealbehov for sikker utførelse av arbeidet - Sikre anleggsveier og adkomst er etablert - Inngjerding og adkomstkontroll er etablert
11. Samhandling og møtestruktur	<ul style="list-style-type: none"> - Møtestruktur i prosjektet er etablert: forberedelsesmøte i forkant av fasen, aktivitetsmøter, basmøter, morgenmøter mm - Det er etablert samhandlingsarenaer for tilbakemeldinger og avklaringer mellom aktører - Det er lagt plan for eget oppstartsmøte for nye aktører som kommer inn i prosjektet.
12. SHA-plan	<ul style="list-style-type: none"> - Før oppstart er prosjektets SHA-plan etablert som tilfredsstillende kravene til denne i Byggherreforskriften. - SHA-planen er tilgjengelig og gjort kjent på arbeidsplassen. - SHA-planen bygger på risikovurderinger og er tilpasset det aktuelle bygge- eller anleggsarbeidet.
13. Struktur for sikkerhetsstyring	<ul style="list-style-type: none"> - Plan for HMS aktiviteter er etablert (vernerunder, rapportering av ulykker/uønskede hendelser, inspeksjoner, sikkerhetsmøter, revisjon) - Kriterier for bruk av SJA er kommunisert i prosjektet. Verktøy for SJA er tilgjengelig. SJA er ikke brukt som tiltak i SHA-plan - Medisinsk beredskap etablert (organisasjon/ bemanning, utstyr og planverk) - Verneombud med tilfredsstillende kvalifikasjoner er nominert - Inntakskontroll. Dokumentasjon av kompetanse (HMS kort) innført - Systemer for god orden, lager for farlige stoffer, avfallshåndtering etablert - Plan og presentasjon for prosjektets sikkerhets introduksjon (PSI) ved ankomst til anleggsstedet er etablert. PSI dekker prosjektspesifikke risikoforhold

4.4 Sjekkliste og indikator

Faktorene beskrevet i forrige delkapittel blir vurderte på en skala fra 1 (svært dårlig) til 5 (svært bra). Skalaen benytter en trafikklys-analogi der 1 og 2 ikke er akseptabelt for å gå videre til neste prosjektfase, for 3 må det vurderes tiltak før man går videre til neste fase og 4 og 5 er akseptabel og man kan fortsette til neste fase.

I det videre eksempelet er et bevis på hvordan en indikator for prosjektets kontroll på ulykkesrisiko før oppstart kan måles. Hver faktor vurderes først på en skala fra 1 til 5. Dette gjøres ved å gå inn på innholdet i hver faktor slik eksemplet i tabell 6.

Tabell 6: vurdering av faktoren "struktur for sikkerhetsstyring" før oppstart av produksjon

Faktor:	1	2	3	4	5	Mål	Kommentar
Plan for HMS aktiviteter er etablert (vernerunder, rapportering av ulykker/uønskede hendelser, inspeksjoner, sikkerhetsmøter, revisjon)		x				2	Vernerunder (når og hvem) ikke planlagt. RUH-system ok
Kriterier for bruk av SJA er kommunisert i prosjektet. Verktøy for SJA er tilgjengelig. SJA er ikke brukt som tiltak i SHA-plan.		x				2	OK kriterier SJA tiltak i SHA
Medisinsk beredskap etablert (organisasjon/ bemanning, utstyr og planverk)		x				2	HMS-containerer ikke bestilt Varslingsrutiner på plass
Verneombud med tilfredsstillende kvalifikasjoner er nominert					x	5	
Inntakskontroll. Dokumentasjon av kompetanse (HMS kort) innført					x	5	ok
Systemer for god orden, lager for farlige stoffer, avfallshåndtering etablert					x	5	ok
Plan og presentasjon for prosjektets sikkerhets introduksjon (PSI) ved ankomst til anleggsstedet er etablert. PSI dekker prosjektspesifikke risikoforhold			x			3	PSI er på plass men er generell og ikke projektspesifikk
Snitt:			x			24/7 =3,4	

Hver faktor vurderes på samme måte og settes inn i en sjekkliste for samtlige faktorer om vist i tabell 7. I eksemplet er det noen svakheter ved strukturen for sikkerhetsstyring, i tillegg er det en prosjektorganisasjon som består av mange nyutdannede ingeniører uten særlig erfaring, samt at riggplan vurderes til å ha tatt hensyn til det lille arealet på en ikke tilfredsstillende måte. I tillegg er SHA-planen en tydelig kopi fra et annet prosjekt og har andre betydelige mangler

Tabell 7: måling av grad av kontroll på ulykkesrisiko ved beslutning om oppstart av produksjon

Faktor:	1	2	3	4	5	Mål	Kommentar
1. Informasjonsgrunnlag					X	5,0	
2. Erfaringsoverføring					X	5,0	
3. Fremdriftsplan og produksjonsplan					X	5,0	
4. Innkjøp og oppfølging av kontraktører			X			3,7	
5. Kvalitetskontroll					X	5	
6. Logistikk			X			3	
7. Prosjektorganisasjon			X			2,8	
8. Oppstartsmøte					x	5	
9. Risikovurdering				x		4	
10. Riggplan		X				2,3	
11. Samhandling og møtestruktur				x		4,2	
12. SHA-plan		x				2,3	
13. Struktur for sikkerhetsstyring			x			3,7	
snitt=			x			3,9	

Det er to måter å anvende indikatoren på i erfaringskontroll:

- Vurdere snittmålet opp mot gitte kriterier. F.eks at prosjektet kan gå videre ved en score på over 4,0, mens det er behov for korrigerende tiltak under 4.0. Denne tilnærmingen gir også mulighet for å sammenlikne prosjekter med hverandre
- Vurdere om godheten på enkeltfaktorer er god nok. Det kan være å anslå at alle faktorer med en vurdering under 4 ikke er bra nok, og det må gjøres nødvendige tiltak for å løfte alle disse opp på grønt område man tar beslutning om å gå videre til neste fase

4.5 Styrker og svakheter

Tabellen under gir en systematisk vurdering av kvaliteten på indikator 2 med bruk av kvalitetskriterier for sikkerhetsindikatorer beskrevet i kapittel 2.

Tabell 8: vurdering av styrker og svakheter ved indikator 2

Kvalitetskriterier:	
Observerbar og kvantifiserbar	Ja, sjekklister basert tilnærming med 5-punkts skala for vurdering av kvalitet.
Valid	Ja. Gir indikasjon på sannsynlighet for tap ved å indikere grad av kontroll på farekilder. Gir ingen indikasjon på alvorlighetsgrad av evt. hendelser. Indikatoren er valid i den forstand at vi måler det vi ønsker å få målt - grad av kontroll på farekilder i produksjon - ved å indikere kvalitet på ulike faktorer som påvirker evnen til å ha kontroll på farekilder.

Sensitiv for endring	Nei. Indikatoren baserer seg på øyeblikksmålinger som ikke vil kunne fange opp endringer.
Kompatibel	Dersom det finnes lignende systemer for vurderinger av modenheten til prosjekter vil indikatoren være kompatible med disse.
Lett forståelig og transparent	Ja. Sjekklistene med beskrivelser.
Robust mot manipulasjon	Nei. Deler av målingen baserer seg på subjektive vurderinger som kan manipuleres. Andre deler av målingen er objektive observasjoner, men vurderingen av kvaliteten opp mot akseptkriterier vil være subjektiv.

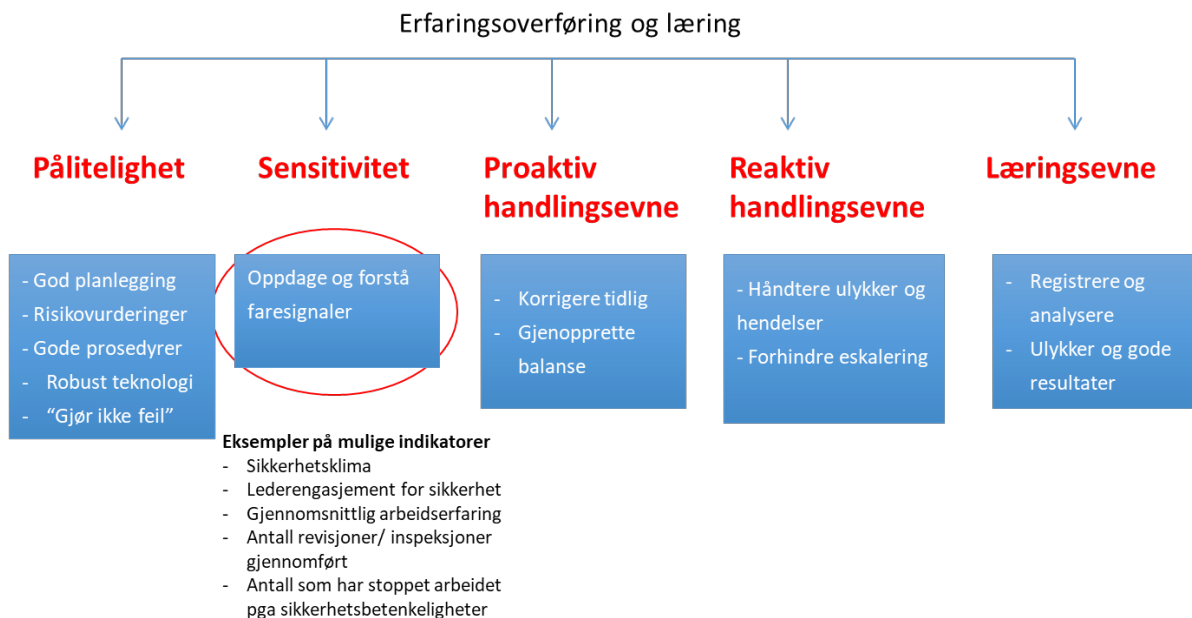
5 Forutseende indikator: Sikkerhetsklima og engasjement for sikkerhet

5.1 Bakgrunn

Fra forskning vet vi at bakenforliggende, organisatoriske forhold har betydning for sikkerheten, også innen bygg- og anlegg. Organisatoriske forhold kan gi latente svakheter i barrierer og bidra til at ulykker skjer (Reason, 1997). Indikator 2 har fokus på formelle egenskaper ved organisasjonen (systemer, ansvar, organisering, planer, prosedyrer). Indikator 3 vil på en annen side fokusere på uformelle egenskaper ved organisasjonen og vil dermed være komplementær til indikator 2.

Indikator 3 er avgrenset til å fokusere på uformelle egenskaper i produksjonsfasen som skal gi indikasjoner på organisasjonens evne til å oppdage og forstå faresignaler i produksjonsfasen.

Det er ulike måter å kategorisere organisatoriske forhold på. Vi har her valgt å ta utgangspunkt i resiliens-tankegang (Hollnagel, 2014). Dette innebærer å se på hvilke egenskaper en bedrift bør ha for å kunne oppdage faresignaler, håndtere uventede hendelser og komme raskt tilbake til en normalsituasjon etter en hendelse. Basert på en modell av Schiefloe (2011) kan viktige egenskaper for en virksomhet når det gjelder ivaretagelse av sikkerhet illustreres slik:



Figur 8: organisatoriske egenskaper for sikker drift

Kort oppsummert, så bør en organisasjon være pålitelig i normal drift, men også evne å oppdage svakheter og faresignaler tidlig og korrigere potensielt farlige forhold før det skjer ulykker. Dersom det likevel skulle skje ulykker, bør man være i stand til å håndtere disse på god måte og forhindre eskalering, og også å lære av hendelser.

Når det gjelder forslag til indikatorer for organisatoriske forhold har vi lagt særlig vekt på sensitivetsaspektet. God sensitivitet innebærer at ulykker kan avverges før de skjer. Et godt sikkerhetsklime og lederengasjement for sikkerhet innebærer at man oppdager og forstår faresignaler tidlig. Vi foreslår derfor indikatorer knyttet til 1) sikkerhetsklime og 2) lederengasjement, samt noen andre indikatorer som kan si noe om en organisasjons evne til å oppdage og forstå faresignaler (sensitivitet).

5.1.1 Noen premisser for arbeidet

I arbeidet med å utvikle indikatorer for uformelle organisatoriske forhold har vi lagt vekt på følgende forhold;

1. Entreprenører og underentreprenører vil være hovedmålgruppe for å innhente data som grunnlag for å utarbeide indikatorene. Entreprenørens prosjektledelse vil være primærbrukerne av indikatorene
2. Det legges vekt på innhenting av data om ledelse, ettersom vi vet fra forskning generelt at ledelse har stor betydning for hvordan sikkerheten blir ivaretatt på en arbeidsplass eller i et prosjekt.
3. Eksisterende kilder og kanaler vil primært bli foreslått for innhenting av data, både av praktiske og ressursmessige hensyn.
4. Allerede eksisterende data vil søkes utnyttet for utvikling av indikatorer.

5.2 Sikkerhetsklime

5.2.1 Om begrepet

Sikkerhetsklime handler om hvordan de ansatte oppfatter at sikkerhet blir verdsatt og prioritert i egen virksomhet. Slike oppfatninger sier noe om hvordan sikkerheten blir ivaretatt i det daglige arbeidet, og hvordan man faktisk jobber.

Som oftest måles sikkerhetsklime ved hjelp av spørreskjemaer hvor de ansatte blir bedt om å ta stilling til ulike utsagn. Det lages så *indekser* som kan korreleres med sikkerhetsrelaterte forhold og brukes som indikatorer (Guldenmund, 2000). Indekser består av flere spørsmål eller ledd i et spørreskjema som er slått sammen, og som omhandler samme underliggende tema.

Fem organisatoriske tema blir ofte tatt opp i spørreskjema som omhandler sikkerhetsklime (Flin et al., 2000): (1) ledelse, (2) ulike sider ved sikkerhetsstyringssystemet, (3) oppfatninger av risiko i arbeidet, (4) arbeidspress og (5) kompetanse.

En god sikkerhetsindikator bør ha en sammenheng med sikkerhetsresultater. Mer konkret bør positive indikatorverdier ha sammenheng med sikre arbeidsmåter og få uønskede hendelser og ulykker. Innen sikkerhetsklimeforskningen har flere undersøkt om det er slike sammenhenger gjennom statistisk å korrelere indikatorverdier med sikkerhetsresultater som ulykker, skader, subjektive vurderinger av sikkerheten etc. i virksomheter. Grunntanken er at jo sterkere korrelasjoner som oppnås, jo bedre mål er indikatoren på sikkerhetsnivået. Det er gjennomført flere metastudier på dette temaet, det vil si studier som ser mange studier i sammenheng (Clarke, 2006; Christian et al., 2009). Disse viser at det er en moderat

sikkerhetsklima og en lav score et negativt sikkerhetsklima. Ansatte i HMS-staber vil gjerne ha grunnleggende kunnskap om statistikk og kunne gjennomføre analysene.

Det anbefales å gjennomføre undersøkelsen årlig eller minimum hvert annet år.

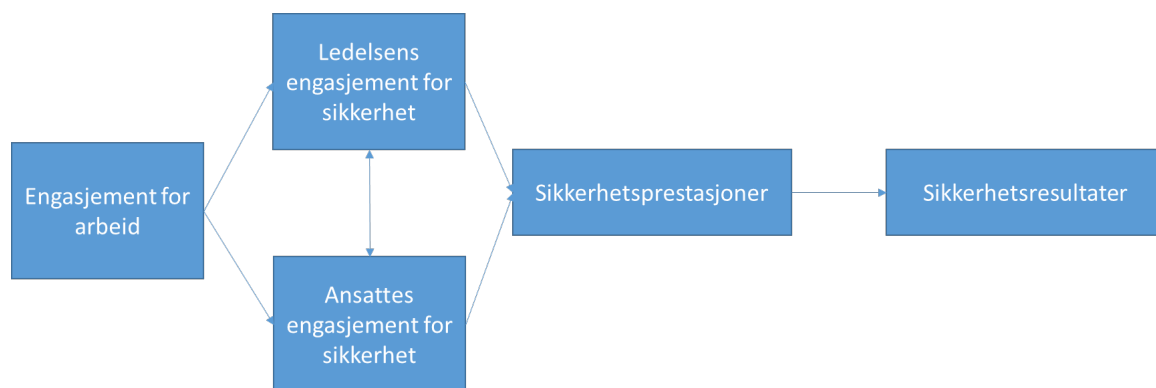
5.3 Engasjement for sikkerhet

Engasjement for sikkerhet handler om at man som ansatt aktivt bryr seg om og tar ansvar sikkerhet i en virksomhet (Luria & Rafaeli, 2008). Det handler om at man både er følelsesmessig og kognitivt engasjert i sikkerhetsspørsmål og handler i samsvar med dette (Wachter & Yorio, 2014 og Aaserud m.fl., 2016).

Engasjement for sikkerhet betraktes som et spesielt tilfelle av *engasjement for arbeid*. Det er gjort en god del forskning som omhandler engasjement for arbeid generelt, men mindre når det gjelder engasjement for sikkerhet mer spesifikt. Forhold som påvirker engasjement for arbeid omhandler både arbeidsmiljøfaktorer som støtte fra kolleger, tilbakemeldinger og selvbestemmelse, men handler også om personlige ressurser knyttet til selvpoppfatning etc. Engasjement for arbeid er brukt som indikator. I likhet med sikkerhetsklima, er spørreskjema brukt som metode for å måle engasjement. Høyere grad av engasjement for arbeid er funnet å ha sammenheng med bedre økonomiske resultater og bedre kundetilfredshet (Bakker & Leiter, 2010).

Også mål på *engasjement for sikkerhet* har vist seg å ha egenskaper som gjør at det kan benyttes som indikator for sikkerhet. Wachter og Yorio (2014) fant at mål på engasjement for sikkerhet korrelerte med mellom -0.41 og -0.67 med H1- og H2-verdien. Dette innebærer at jo høyere engasjement for sikkerhet man målte, jo lavere ulykkesfrekvens ble det observert, både når det gjaldt fraværsskader og skader generelt.

Helhetlig kan sammenhengene illustreres slik (etter Aaserud m.fl., 2016).



Figur 9. Sammenhenger mellom engasjement for arbeid, engasjement for sikkerhet, sikkerhetsprestasjoner og –resultater (basert på Aaserud m.fl., 2016)

5.3.1 Foreslått indikator

Vi foreslår en spørreskjemabasert indikator på samme måte som for sikkerhetsklima. Dette innebærer at ledere og ansatte presenteres for seks utsagn som måler engasjement for

sammenheng og at sikkerhetsklimateindikatorer kan forklare rundt 20 prosent av variasjonen i ulike former for sikkerhetsresultater.

5.2.2 Foreslått indikator

Basert på tidligere undersøkelser vi har gjort med sikkerhetsklimate (Kongsvik, 2000; Bye & Kongsvik, 2002; Fenstad, 2008; Fenstad m. fl., 2016) vil vi foreslå et sett med ti utsagn for å måle sikkerhetsklimate. De som svarer skal angi grad av enighet i utsagnene på en skala fra 1 (Helt uenig) til 5 (Helt enig). Utsagnene er gjengitt i Tabell 8 under.

Tabell 8. Utsagn for etablering av sikkerhetsklimate-indikator

Tema	Utsagn
Ledelse	1. Min nærmeste leder går foran med et godt eksempel når det gjelder å ivareta sikkerheten.
	2. Min nærmeste leder setter pris på at de ansatte tar opp forhold som har betydning for sikkerheten.
Sikkerhetssystemet	3. Mindre ulykker blir rapportert skriftlig.
	4. Nestenulykker blir rapportert skriftlig.
Risiko i arbeidet	5. Det forekommer situasjoner hvor det er nødvendig å utsette seg for fare for å få jobben gjort.
	6. Sikkerheten har førsteprioritet ved min arbeidsplass.
Arbeidspress	7. Tidspress og krav til effektivitet gjør at vi noen ganger må bryte prosedyrene.
	8. Det hender at jeg føler meg presset til å fortsette å jobbe, selv om sikkerheten kan være truet.
Kompetanse	9. Hos oss får nyansatte tilstrekkelig opplæring til å kunne jobbe sikkerhet.
	10. Vi har tilstrekkelig tid til opplæring av ansatte.

Det foreslås at utsagnene inkluderes i arbeidsmiljøundersøkelser dersom det allerede gjennomføres slike. Svarene må kunne gis anonymt. Bakgrunnsvariabler som enhet, fagbakgrunn etc. kan inkluderes for å undersøke om det er forskjeller mellom grupper i svarene. Gruppene bør bestå av minst seks personer for å ivareta anonymitet.

Når det gjelder analyse, anbefales det å se på svarfordelingen i prosent innen hver av de fem svarkategoriene og også ta ut gjennomsnittsvurderinger for hvert enkelt utsagn. Det anbefales også å slå sammen de ti utsagnene til en indeks for å få en samlet oversikt. Merk da at det er nødvendig å snu verdiene i utsagn 5, 7 og 8, i og med at de er negativ ladet. Når disse er snudd og utsagnene slått sammen til en indeks, vil en høy score innebære et positivt

sikkerhet. Følgende utsagn foreslås på bakgrunn av tidligere forskning (Schaufeli & Bakker, 2004; Wachter & Yorio, 2014):

Tabell 9. Utsagn for indikator – engasjement for sikkerhet

Tema	Utsagn
Lederengasjement for sikkerhet	1. Min nærmeste leder er tydelig engasjert i sikkerhet
	2. Min nærmeste leder er interessert når noen tar opp sikkerhet som tema
Eget engasjement for sikkerhet	3. Jeg synes at sikkerhetsarbeid har både mål og mening
	4. Jeg er stolt av måten jeg ivaretar sikkerheten i jobben min på
	5. Jeg blir følelsesmessig engasjert når sikkerhet er et tema på arbeidsplassen min
	6. Jeg er svært oppmerksom på sikkerhet når jeg gjør jobben min

Også her kan utsagnene inkluderes i arbeidsmiljøundersøkelser eller tilsvarende undersøkelser som allerede gjennomføres. Anonymitetshensyn må også ivaretas når det gjelder engasjement. Analysene kan også gjøres på samme måte, dvs. se på svarfordelinger, gjennomsnittsvurderinger og lage en samlet indeks.

5.4 Andre indikator kandidater for organisatoriske forhold

Evnen til å oppdage og forstå faresignaler og også korrigerende forhold som potensielt kan føre til ulykker kan måles på flere andre måter. Det kan også utvikles indikatorer som baserer seg på allerede eksisterende eller lett tilgjengelige måter. Noen eksempler på dette er:

- Antall sikkerhetsinspeksjoner/revisjoner gjennomført pr normaliseringsfaktor
- Andel lukkede tiltak etter sikkerhetsinspeksjoner/revisjoner etter 1 mnd/iht til frist
- Antall som har stoppet arbeidet etter sikkerhetsbetenkelighete

5.5 Styrker og svakheter

Tabell 10: styrker og svakheter ved indikatorer for sikkerhetsklima og –engasjement

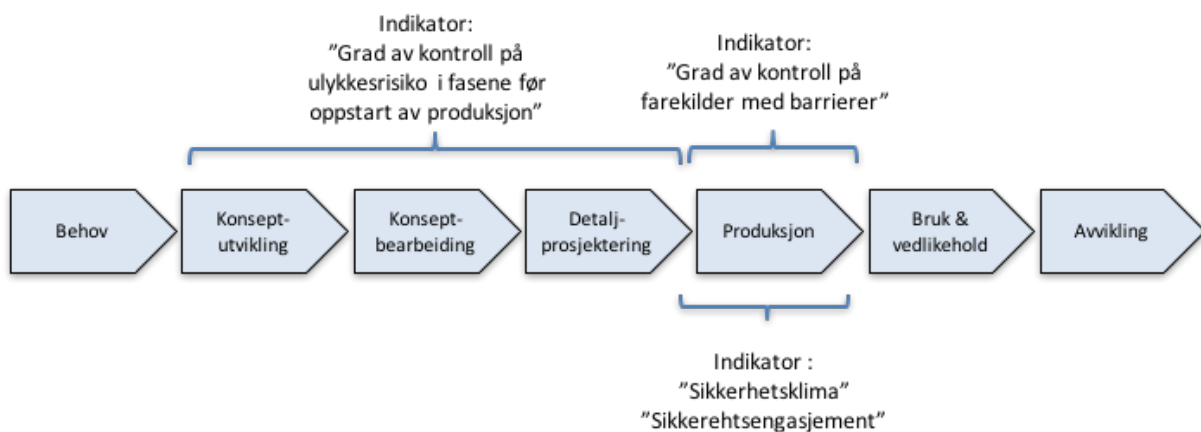
Kvalitetskriterier	Sikkerhetsklima	Sikkerhetsengasjement
Observerbar og kvantifiserbar	Ja, spørreskjema med 5-punkts skala for vurdering av kvalitet.	Samme som sikkerhetsklima
Valid	Måler sikkerhetsklima som indirekte er et uttrykk for organisasjonens evne til å kontroll på farekilder	Måler engasjement som indirekte er et uttrykk for organisasjonens evne til å kontroll på farekilder
Sensitiv for endring	Datainnsamling vil bli utført sjelden. For å få varsler om endringer må undersøkelser gjentas ofte	Samme som sikkerhetsklima
Kompatibel	Sammenliknbar med andre indikatorer som måler bakenforliggende forhold, samt arbeidsmiljøundersøkelser	Samme som sikkerhetsklima
Lett forståelig og transparent	Ja	Samme som sikkerhetsklima
Robust mot manipulasjon	Subjektive vurderinger, lett å tilpasse til ønsket prestasjon. Med mange respondenter vil denne usikkerheten redusere	Samme som sikkerhetsklima

6 Diskusjon

Ingen sikkerhetsindikatorer er perfekte, alle har sine svakheter. Det er derfor nyttig å bruke kombinasjoner av sikkerhetsindikatorer som er komplementære og som tilsammen gir et godt beslutningsunderlag for å forhindre hendelser og skade. I denne rapporten er det presentert forutseende sikkerhetsindikatorer. Som andre forutseende indikatorer er en styrke ved disse tre indikatorene at de gir støtte til beslutninger om korrigerende tiltak før hendelser og tap inntreffer.

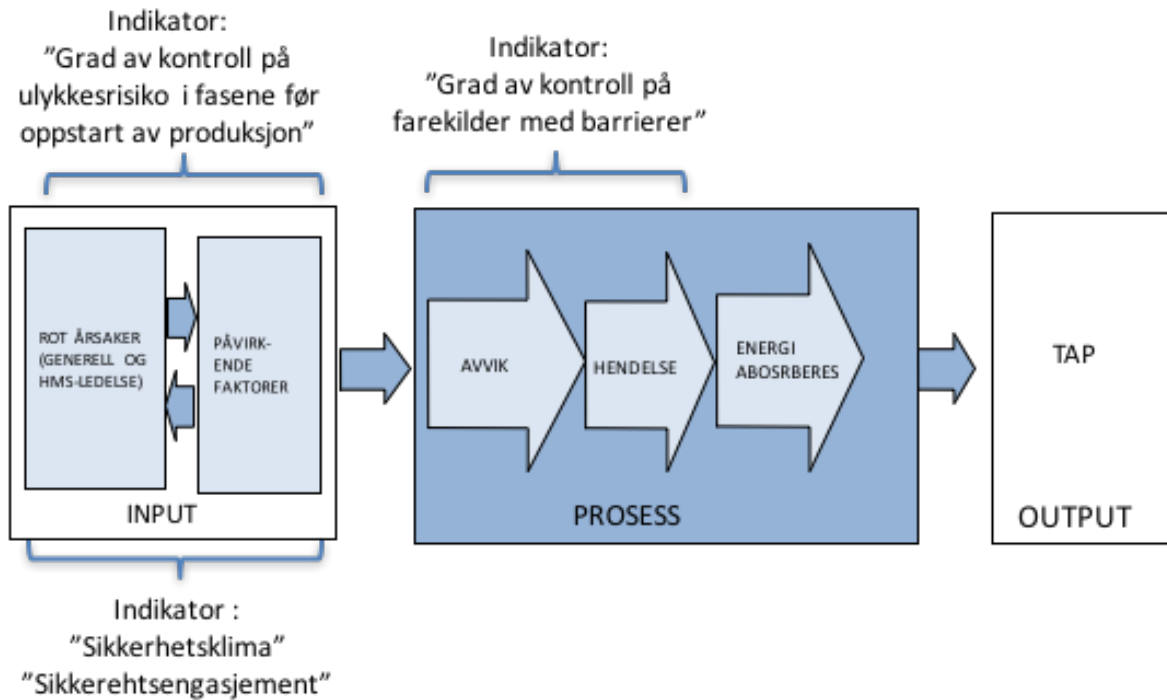
Videre er de tre indikatorsettene komplementære med hverandre. Indikator 3 (sikkerhetsklima og engasjement) måler uformelle forhold ved sikkerhetsarbeidet, mens de to andre indikatorene har et fokus på formelle sider ved organisasjonen. For å ivareta sikkerhet er man avhengig av både formelle og uformelle organisatoriske egenskaper.

Indikator 2 (grad av kontroll på ulykkesrisiko før oppstart av produksjon) har tre målepunkter før oppstart av produksjon, mens de to andre presenterte indikatorene gjør målinger produksjonsfasen, se figur 10.



Figur 10: de utviklede indikatorenes fokus i en fasemodell

Indikator 1 (grad av kontroll med barrierer) gir et direkte mål på grad av kontroll på farekilder, mens de to andre har fokus på bakenforliggende faktorer som påvirker grad av kontroll på farekilder indirekte, figur 11. Figuren illustrerer også hvordan de tre presenterte indikatorene er komplementære til tapsbaserte indikatorer som måler forhold til høyre i figuren.



Figur 11: sammenheng mellom de utviklede indikatorene i ulykkesmodell

Felles for alle de tre foreslåtte indikatorene er at de gir en indikasjon på et prosjekts evne til å kontrollere farekilder som kan lede til hendelser og tap.

Prosjektorganisasjonen kan bruke de målene som de tre indikatorene gir som input i beslutninger for å få bedre kontroll på farekilder, slik det er beskrevet i tilbakeføringskontroll. Det innebærer å samle inn data, sammenliknet med gitte mål og sette inn tiltak dersom det som måles ikke er i samsvar med de mål som er satt.

En utfordring ved alle de tre indikatorene er at de er tid- og ressurskrevende som kan være et hinder for implementering. Indikator 3 (uformelle organisatoriske egenskaper) vil være minst ressurskrevende dersom spørsmålene den baserer seg på bakes inn i f.eks. arbeidsmiljøundersøkelse. Indikator 1 (grad av kontroll med barrierer) vil være ressurskrevende fordi den krever gjennomganger på bygge-/anleggsplassen. Indikator 2 (grad av kontroll på ulykkesrisiko før oppstart av produksjon) er relativt omfattende og vil være ressurskrevende i faser før oppstart av produksjon. I videre arbeid med indikatorene vil derfor brukervennlighet og demonstrasjon av nytteverdi være sentrale oppgaver.

7 Videre arbeid

De tre indikatorene er utviklet på et konseptuelt nivå, og er ikke testet ut i praksis. En utprøving og validering vil gjennomføres i en fase 2 av prosjektet (2017-19):

- I samarbeid med representanter fra bransjen gjøre en test av indikatorene som innbefatter innsamling av data og bruk av indikatorene til beslutningsstøtte.
- Validere de foreslåtte indikatorene, dvs. undersøke om de faktisk har sammenheng med sikkerhetsresultater og om det praktisk lar seg gjøre å måle de forholdene som er beskrevet.
- Evaluere kvaliteten og nytteverdien av indikatorene og bruken av dem, inkludert datainnsamling.
- Basert på dette gjøre nødvendige modifikasjoner av indikatorene

Videre studier av *"Hva kjennetegner prosjekter som har en god sikkerhetsprestasjon?"* for å så skape et bredere og dypere kunnskapsgrunnlag om hva som kjennetegner ulike aktiviteter i alle prosjektets faser som bidrar til sikker produksjon. Det vil være ulike aktiviteter som er aktuelle for å gi svar på dette:

- Statistisk analyse av data og informasjon om avsluttede prosjekter der det blir gjort analyser mellom sikkerhetsprestasjon og kjennetegn ved prosjektet (størrelse, antall UE mm) samt annen prestasjonsdata (kostnader, antall endringsmeldinger mm) om prosjektet. De statistiske analysene vil gi et bilde av hvilke faktorer som er viktige for å skape god sikkerhetsprestasjon.
- Intervjuer med representanter for ulike faser i et prosjekt for å skaffe kvalitative data om hvilke faktorer som er viktige for å lykkes med sikkerhet i et prosjekt. Her er det spesielt interessant å intervjuer deltakere i prosjekter som har vært vellykket mht sikkerhet

Resultatet av disse aktivitetene vil bidra til ytterligere kvalitet på de foreslåtte indikatorsettene.

Referanser

Aaserud M.E., Stensland, K. A. & Skaar, T.M. (2016). *Nøkkelindikatorer (KPI) for ledelsens og de ansattes engasjement*. Prosjektoppgave TIØ4525. Trondheim: NTNU.

Arbeidstilsynet (2016) *Ulykker i bygg og anlegg i 2015*. Kompass tema nr.8 2016

Bakker, A., & Leiter, M. (2010). *Work engagement: A handbook of essential theory and research*. New York: Psychology Press.

Behm, M. (2005). Linking construction fatalities to the design for construction safety concept. *Safety Science*, 42 (8), 589-611

Bye, R., & Kongsvi, T (2002). *Sikkerhet og arbeidsmiljø på fartøy i Statoils tjeneste*. En kartlegging. Trondheim: Studio Apertura, NTNU.

Bygg21 (2015) *Veileder for "Neste steg" Desember 2015-*.
http://www.bygg21.no/globalassets/dokumenter/nestesteg_kortversjon.pdf

CII, Construction Industry Institute (2013) *Project Definition Rating Index - Building Projects. Version 4.0*

DOE, U.S. Department of Energy (2010). *Project Definition Rating Index Guide for Traditional Nuclear and Non-Nuclear Construction Projects. DOE G 413.3-12*

Fenstad, J. (2008). *Sikkerhets- og arbeidsmiljøundersøkelse for ansatte i fartøyvirksomheten 2008*. Trondheim: Studio Apertura, NTNU Samfunnsforskning AS.

Fenstad, J., Dahl, Ø. Kongsvik, T. (2016). Shipboard safety: exploring organizational and regulatory factors. *Maritime Policy & Management*, 43 (5), 552-568.

Frijters, A. C. P. & Swuste, P. (2008). Safety assessment in design and preparation phase. *Safety Science*, 46 (2), 272-81.

Haddon, W. (1980). The basic strategies for reducing damage from hazards of all kinds. *Hazard Prevention* 16:8-12.

Hollnagel, E. (2014). A tale of two safeties. *Nuclear Safety and Simulation*, 4, 1-9.

Jørgensen, K. (2013). System design integrated in the building delivery system. *Safety Science Monitor*, 17 (1).

HSE. 2006. *Developing process safety indicators*. Health and Safety Executive, Sheffield.

Juran, J.M. (1989). *Juran on leadership for quality – An executive handbook*. The Free Press,

Kjellén og Albrechten (2017) *Prevention of Accidents and Unwanted Occurrences*. CRC Press

Kongsvik, T. (2000). *Alvorlige hendelser blant beredskaps- og forsynings-fartøy*. En undersøkelse blant mannskap og offiserer. Trondheim: Studio Apertura, NTNU

- Laitinen, H., Marjamäki, M. and Päivärinta, K. 1999. The validity of the TR safety observation method on building construction. *Accident Analysis & Prevention* 31:463-472.
- Laitinen, H. and Paivarinta, K. 2010. A new generation safety contest in the construction industry – a long-term evaluation of a real-time intervention. *Safety Science* 48: 680–686.
- Luria, G., & Rafaeli, A. (2008). Testing safety commitment in organizations through interpretations of safety artifacts. *Journal of Safety Research*, 39(5), 519-528.
New York.
- OGP. 2011. Process safety – Recommended practice and key performance indicators. Report No. 456. International Association of Oil and Gas Producers, London.
- Reason, J. (1997). *Managing the risks of organizational accidents*. Farnham: Ashgate.
- Samset, K. (2003). *Project Evaluation: Making Investments Succeed*, Tapir Academic.
- Sanvido, V., Grobler, F., Parfitt, K., Guvenis, M. & Coyle, M. (1992). Critical Success Factors for Construction Projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 118, 94-111.
- Schaufeli, W. B., & Bakker, A. B. (2004). Job demands, job resources, and their relationship with burnout and engagement: a multi-sample study. *Journal of Organizational Behavior*, 25(3), 293-315.
- Schiefloe, P. M. (2011). En modell for samfunnssikkerhet.
- Torp, O., Austeng, K. & Wubishet, J.M. (2004) Critical success factors for project performance: A study from front-end assessments of large public projects in Norway.
- Torp, O., Magnusen, O.M, Olsson, N., Klakegg, O.J. (2006) Kostnadsusikkerhet i store statlige investeringsprosjekter. Concept rapport nr. 15
- Wachter, J. K., & Yorio, P. L. (2014). A system of safety management practices and worker engagement for reducing and preventing accidents: An empirical and theoretical investigation. *Accident Analysis & Prevention*, 68(Supplement C), 117-130.
- Weeks, J. L. (2011). Health and Safety Hazards in the Construction Industry. In: Ringen, K., Seegal, J. L. & Weeks, J L. (Eds.). *Health, Prevention and Management*, Encyclopedia of Occupational Health and Safety, International Labor Organization, Geneva.
- Aaserud, Me., Stensland, K. Aa., Skaar, T. M. (2017). Nøkkellindikatorer (KPI) for ledelsens og de ansattes engasjement. Trondheim: NTNU