

Kapittel 4

Hvordan måle og bedømme risiko?

Ingrid Bouwer Utne og Marvin Rausand
ingrid.b.utne@ntnu.no

Oversikt – kapittel 4

- Personrisiko og andre konsekvenser
- Klassifisering av frekvens og konsekvens
- Risikomatrise
- Aksept av risiko
 - Tilnærminger til bedømming av risikoaksept
- Føre-var-prinsippet
- Risiko- og sikkerhetsindikatorer



Ulike typer konsekvenser

PERSONRISIKO



Personrisiko

- Individuell risiko:
 - Risiko som en enkelt person utsettes for i løpet av en gitt tidsperiode (vanligvis et år).
 - Ikke avhengig av hvor mange personer som utsettes for risiko.
- Grupperisiko:
 - Risiko for ei gruppe av personer som utsettes for fare.
 - Boka bruker begrepet grupperisiko både når den gruppa som betraktes er arbeidere i en gitt virksomhet, og når det er ei generell gruppe i befolkningen.
- Vi deler av og til inn i persongrupper:
 - Første -, andre -, tredje - og fjerde person.



Individuell risiko

- Stedsavhengig individuell risiko (LSIR) er sannsynligheten for at en «statistisk person» som oppholder seg 24 timer i døgnet, hver dag, på et bestemt sted i nærheten av en farlig virksomhet, blir drept på grunn av ei ulykke i virksomheten i løpet av et år.
- Individuell risiko per år (IRPA*) er sannsynligheten for at en «statistisk person» blir drept i ei ulykke i løpet av et år.

* Individual risk per annum

IRPA

$IRPA_a$ er et mål for sannsynligheten for at en «statistisk person» blir drept i en spesiell situasjon, eller ved å utføre en bestemt aktivitet a i løpet av et år.

Anta at en person i løpet av et år utsettes for fare knytta til aktivitetene/situasjonene a_1, a_2, \dots, a_n .

Dersom vi antar at de n aktivitetene/situasjonene ikke er overlappende og dekker alle de farene som hun utsettes for, kan du beregne hennes totale IRPA verdi ved

$$IRPA_{tot} = \sum_{i=1}^n IRPA_{a_i}$$

Grupperisiko

Kan måles ved:

- Potential loss of life (PLL)
- Fatal accident rate (FAR)
- Risikokonturer
- F-N kurver



PLL

Potential loss of life (PLL) er det statistisk forventede antallet personer i ei gruppe som blir drept i ulykker i løpet av et år.

PLL er et mål for grupperisiko som kan synliggjøre de viktigste kategoriene av dødsulykker.

Betrakt ei gruppe på n personer og la $IRPA_{a_i}$ betegne den individuelle risikoen $person_i$ utsettes for ved å utføre aktiviteten a , for $i = 1, 2; \dots, n$. PLL for denne aktiviteten kan da beregnes ved

$$PLL_a = \sum_{i=1}^n IRPA_{a_i}$$

Fatal accident rate (FAR)

FAR er et uttrykk for frekvensen av dødsulykker for en aktivitet eller for ei personellgruppe.

FAR-verdien beregnes som det statistisk forventede antallet personer som blir drept i ulykker i løpet av 100 millioner (= 10^8) eksponerte timer.

FAR-verdien ligger typisk i intervallet 1–30.

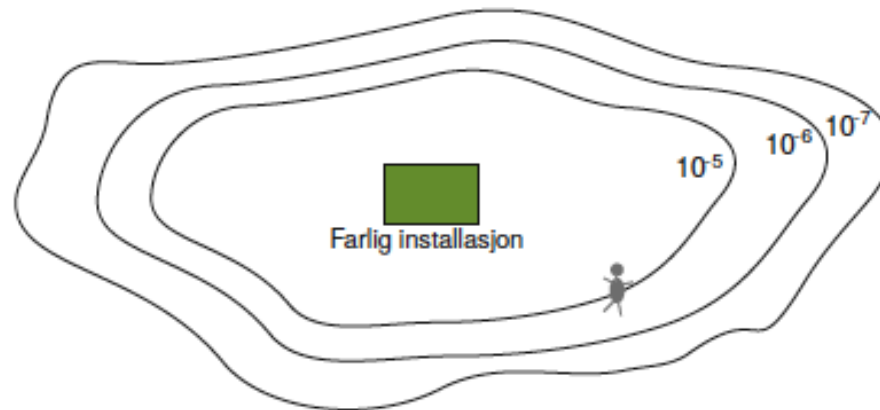
$$FAR = \frac{PLL}{\sum_{i=1}^n t_i} \cdot 10^8$$

Risikokonturer

Det er vanlig å etablere risikokonturer for LSIR-verdier som 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} og 10^{-7} .

Risikokonturene sier ingenting om grupperisikoen.

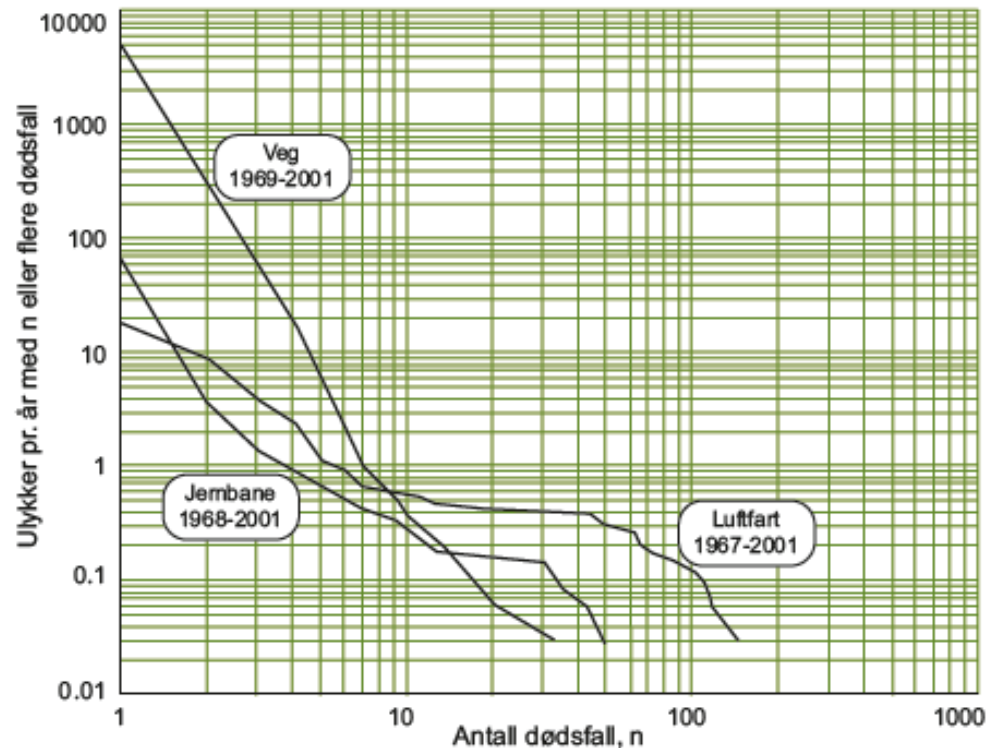
For å beregne grupperisikoen må du i tillegg vite hvor mange personer som oppholder seg hvor, og hvor lenge de oppholder seg på de ulike stedene.



F – N kurve

Betrakt en virksomhet/aktivitet:

- For hver dødsulykke registrerer du hvor mange (n) personer som omkom. Deretter beregner du for hver n , hvor mange ulykker som resulterte i minst n drepte. Dette antallet kaller du F_n , som er antallet dødsulykker med minst n drepte.



Kurve er tilpasset fra UK HSE.



NTNU

Ulike konsekvenstyper

Til nå har vi fokusert på personrisiko.

De økonomiske kostnadene forbundet med skader på verdiobjekt kan beregnes, inkludert evt. nåverdi.

Analyser av miljøkonsekvenser kan være kompliserte. Kan inkludere utslipp til luft, sjø/vann og jord, men også støy og visuell forringelse. Har også ofte langtidseffekter.

Skader på kulturminner er vanskelig å tallsette.

KLASSIFISERING AV FREKVENNS OG KONSEKVENNS

Sannsynlighet og frekvens

Sannsynlighet og frekvens kan deles inn i et begrensa antall sannsynlighetsklasser, basert på:

- Sannsynlighet for at hendelsen inntreffer pr. aksjon eller handling
- Sannsynlighet for at hendelsen inntreffer i løpet av et år
- Frekvens, dvs. antall hendelser pr. tidsenhet
- Gjentakintervall, dvs. tidintervall mellom påfølgende hendelser

Et eksempel på klassifisering er vist i tabellen. Denne må tilpasses til analysen.

Sannsynlighetsklasse	Sannsynlighet (pr. år)	Frekvens
1. Svært liten	< 0.1 %	Mindre enn 1 gang pr. 1000 år
2. Liten	0.1–1 %	1 gang pr. 50–100 år
4. Høg	2–10 %	1 gang pr. 10–50 år
5. Svært høg	> 10 %	Mer enn 1 gang pr. 10 år

Konsekvens

Ved klassifisering av konsekvensene deler vi de ulike konsekvensene inn i et begrensa antall konsekvensklasser, tilpasset analysen vi skal gjennomføre.

Et eksempel er vist i tabellen.

Konsekvensklasse	Liv og helse	For materielle verdier	For miljø
1. Svært lav	Ingen personskade	Mindre enn 1 00 000 kr.	Ingen skade på miljøet
2. Lav	Få og små personskader	1 00 000–1 mill kr.	Liten skade med kort restitusjonstid
3. Moderat	Alvorlig personskade dødsfall kan forekomme	1–30 mill kr.	Miljøskader som krever tiltak
4. Stor	1–3 døde	30–100 mill kr.	Omfattende skader lang restitusjonstid
5. Svært stor	Mange døde og alvorlig skade	Mer enn 100 mill kr.	Omfattende og varig miljøskade

Valg av konsekvensklasse

En uønska hendelse kan få mange ulike konsekvenser.

Når du skal velge konsekvensklasse for hendelsen, kan du bruke ulike tilnærminger:

- En gjennomsnittskonsekvens
- Den mest sannsynlige konsekvensen
- Den verst tenkelige konsekvensen osv.

Hvis du velger konsekvensklassen ut fra den verst tenkelige konsekvensen, må du tilpasse frekvensklassen slik at denne angir frekvensen for slike hendelser som gir den verst tenkelige konsekvensen.

RISIKOMATRISSE

Risikoindeks

Risikobidraget fra en uønska hendelse blir ofte bestemt ut fra en størrelse R , som «beregnes» ved å multiplisere sannsynlighetsklassen (S) for hendelsen med konsekvensklassen (K) for hendelsen, slik at

$$R = K \cdot S$$

R kalles risikoklassen eller risikoindeksen for den uønska hendelsen.

Den er ofte ikke et godt mål på risikobidraget fra de ulike uønska hendelsene.

Risikomatrixe


For å synliggjøre risikoen kan de uønska hendelsene plottes inn i en risikomatrixe.


Risikoindeksen er lagt inn i de enkelte cellene.

Risikoen er ofte delt inn rødt (uakseptabel), gult (nærmere vurdering) og grønt område (akseptabel).

Det er viktig å være klar over matrisens begrensninger.

Verdiobjekt (kategori)		Konsekvens				
		svært lav	lav	moderat	høg	svært høg
Sannsynlighet	svært høg	5	10	15	20	25
	høg	4	8	12	16	20
	moderat	3	6	9	12	15
	lav	2	4	6	8	10
	svært lav	1	2	3	4	5

 = grønn

 = gul

 = rød

AKSEPT AV RISIKO

Viktige momenter

Når risikoanalysen av analyseobjektet er fullført, må beslutningstakeren avgjøre om risikoen:

- Er så lav at det ikke er nødvendig å foreta seg noe?
- Er så høy at det må innføres risikoreduserende tiltak?
 - Hvilke risikoreduserende tiltak kan innføres?
 - Hvor mye vil hvert enkelt av disse tiltakene redusere risikoen?
 - Hva koster de enkelte tiltakene – og hvilke andre effekter kan de ha?
- Vil påvirke bruken av områdene rundt analyseobjektet?
- Er så høy at aktiviteten må opphøre (ev. ikke kan starte)?



Viktige momenter (ii)

Risikoaksept avhenger av gjeldende verdier og holdninger i samfunnet og i virksomheten.

Beslutningskriterier kan ta utgangspunkt i myndighetskrav, standarder, erfaring og teoretisk kunnskap, og også holdninger til personer/grupper.

Maktforhold i samfunnet og økonomisk viktighet og betydning kan påvirke.

Virksomheten bør anstrenge seg for at:

- Kjent risiko som kan fjernes, bør fjernes så langt dette er rimelig praktisk gjennomførbart.
- Det blir gjort en ekstra innsats for å fjerne eller redusere risiko for storulykker.
- Konsekvensene av ulykker, så langt det er mulig, holdes innafor virksomhetens eget område.



Tilnærminger til bedømming

Nyttebasert – som betyr at risikoen som personer og samfunnet blir utsatt for, må balanseres mot tilsvarende fordeler for individene og/eller samfunnet.

Rettighetsbasert – som bygger på at virksomheten ikke skal utsette noen enkeltpersoner risiko ut over et forutbestemt risikonivå.

Teknologibasert – som betyr at virksomheten alltid skal bruke den teknologien som gir minst mulig risiko, såfremt dette er praktisk gjennomførbart.

Tilnærminger til bedømming (ii)

I mange tilfelle kan du bruke en av følgende tilnærminger til risikoaksept:

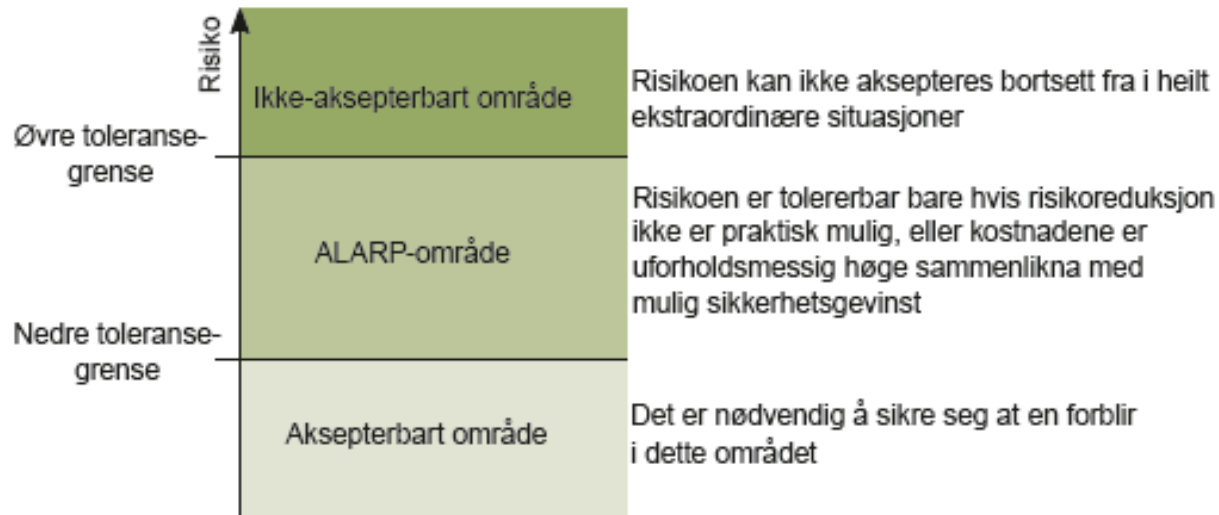
- Når du har fulgt «beste praksis» innafor alle områdene i design, bygging og bruk av analyseobjektet.
- Når risikonivået i virksomheten er minst like lav, som i andre tilsvarende virksomheter.
- Når risikonivået oppfyller alle fastsatte sikkerhetsmål.
- Når risikonivået er lavere enn en på forhand fastsatt akseptgrense.



ALARP

Risikonivået i analyseobjektet skal være:

- «Så lavt som rimelig praktisk gjennomførbart» når alle rimelig praktisk gjennomførbare risikoreduserende tiltak er innført og ytterligere tiltak, som ikke er innført, er vurdert, men funnet å ha en grovt uforholdsmessig høy «kostnad» sammenlikna med den reduserte risikoen som oppnås.





Hvordan oppfylle ALARP?

Ifølge ALARP-prinsippet skal virksomheten:

- Identifisere og vurdere alle relevante farekilder.
- Dokumentere at total risiko for arbeidere og tredjepart ikke er uakseptabel.
- Identifisere mulige risikoreduserende tiltak og som et minimum vurdere tiltak for å:
 - Fjerne eller redusere farekilden
 - Redusere personellens eksponering for farekilden
 - Redusere hvor ofte farekilden resulterer i uønska hendelser
 - Begrense konsekvensene dersom en uønska hendelse skulle inntreffe
 - Bedre muligheten for evakuering
- Innføre tiltakene hvis det ikke kan påvises at de fører til en uforholdsmessig stor kostnad i forhold til den risikoreduksjonen.



Tilnærminger i ALARP

ALARP-prinsippet forutsetter at du anslår risikoen knytta til analyseobjektet der de eksisterende sikkerhetstiltakene tas i betraktning.

Tilnærmingene som kan brukes, kan være basert på:

- En risikomatrise som viser hvilke områder i matrisen som er aksepterbare, ALARP, og ikke-aksepterbare
- Beregna individuell risiko
- Beregna grupperisiko (f.eks. som F-N-kurver)

Aksepterbar vs. tolererbar risiko

*«De fleste foretrekker i dag å bruke begrepet risiko-toleranse framfor begrepet risikoaksept. Terminologien har endra seg fordi mange virksomheter ikke ønsker å skape inntrykk av at risiko knytta til deres aktiviteter blir sett på som aksepterbar. I stedet for å erkjenne at det er umulig å fjerne all risiko, foretrekker mange nå å si at de nøye handterer en tolererbar restrisiko»**

* CCPS (2009). Guidelines for developing quantitative safety risk criteria.

FØRE-VAR-PRINSIPPET



Føre-var-prinsippet

Definisjon:

- Der det foreligger trusler om alvorlig eller irreversibel skade, skal mangel på full vitenskapelig sikkerhet ikke brukes som grunn til å utsette kostnadseffektive tiltak for å hindre skade.

I følge UNESCO skal føre-var-prinsippet brukes når:

- Det er betydelig vitenskapelig usikkerhet,
- Det finnes scenarier eller modeller som sier at det, vitenskapelig sett, er sannsynlig at skade inntreffer,
- Usikkerheten ikke kan reduseres på kort sikt,
- Mulighetene for skade er tilstrekkelig store for nåværende eller for framtidige generasjoner,
- Det er nødvendig å handle nå.



Skjerpet unngåelse

I noen ulykkescenarioer foreligger det ikke tilstrekkelig kunnskap til å forstå og modellere hvordan utviklinga av hendelseskjedene kan bli, eller hvilke skader verdiobjektene kan få.

For å handtere denne og andre typer «ukjent» risiko er det foreslått en metode som kalles «skjerpet unngåelse».

Skjerpet unngåelse er et føre-var-prinsipp som sier at du bør gjøre en spesielt grundig innsats for å minimere risikoen i de tilfellene der du ikke greier å bestemme størrelsen av risikoen.



Kritikk av prinsippet

Prinsippet har gitt opphav til mye diskusjon og kritikk:

- Hevdes å ikke være basert på sunn vitenskap og beslutningstakere kan derfor bruke det av politiske grunner, snarere enn vitenskapelige grunner.
- Når prinsippet brukes, bør samfunnet etablere en terskel for sannsynlighet eller vitenskapelig usikkerhet før de tar forholdsregler.
 - Det er ikke fastsatt noen minimumsgrense, slik at ethvert tegn på mulig skade kan være tilstrekkelig til å påberope seg prinsippet. Ofte vil et forbud mot produktet eller aktiviteten være den eneste forhandsregelen som tas.

Risiko – og sikkerhetsindikatorer

INDIKATORER

Indikatorer

De fleste risikoanalysene er «statiske» i den forstand at de beskriver risikobildet på det tidspunktet analysen ble gjennomført.

Risikoindikatorer er derfor blitt utvikla for å kunne følge opp driftsfasen og varsle om eventuelle endringer i risikonivået.

Definisjon av indikator:

- En målbar størrelse som kan brukes til å beskrive tilstanden til et bredere fenomen eller aspekt av virkeligheten*.

*Øien (2001)

Indikatorer i oljeindustrien

I Norge er mye av arbeidet med tekniske risikoindikatorer gjort i oljeindustrien.

I 1999 iverksatte Petroleumstilsynet Risikonivåprosjektet (RNNP):

- Vurderer kvalitative og kvantitative indikatorer over tid.
- Årlige oppdateringer er blitt gjennomført siden 2001.
- Resultatene gir et beslutningsgrunnlag for bransjen og myndighetene når det gjelder behov for sikkerhetstiltak, beredskapsplanlegging og utvikling av lovverk.

Det er gjort forsøk på å utvikle organisatoriske risikoindikatorer – mer komplisert og kontroversielt.

Utfordringer

En fordel er at viktig informasjon presenteres på en lettfattelig og tilgjengelig måte.

Men – det kan være vanskelig å finne relevante indikatorer.

Og – kan vi vite om indikatorene faktisk måler det vi vil måle?

Storulykkesrisiko vs. personrisiko.