

Oppgaver

Risikoanalyse: Teori og metoder

2. utgave

Marvin Rausand og Ingrid Bouwer Utne

Versjon 1.0

Fagbokforlaget

Del I

Innledning

1 Risikoanalyse: Hva og hvorfor?

1. Forklar hovedforskjellene på en risikoanalyse og en risikovurdering.
2. Foreta et søk i Lovdata og finn forskrifter som stiller krav til gjennomføring av risikoanalyser.
3. Drøft eventuelle fordeler og ulemper knyttet til den norske organiseringen av direktorater og tilsyn og sammenlikn med hvordan dette gjøres av Health and Safety Executive (HSE) i Storbritannia.¹
4. Hva er forskjellen på et regelbasert regelverk og et funksjons- og risikobasert regelverk?

¹ Nettadresse: <https://www.hse.gov.uk>

2 Hva er risiko?

1. Foreta et søk i et par nasjonale nettaviser og list opp eksempler på hvordan ordet risiko brukes i disse nettavisene. Foreta en gruppering av de eksemplene du finner, som viser ulike betydninger av ordet.
2. Hvordan definerer vi vanligvis begrepet risiko i risikoanalyser? Kan du se noen utfordringer med definisjonen?
3. Anta at du sykler fra sted A til sted B. List opp aktuelle uønskede hendelser som kan føre til personskafe. Du skal etterstrebe å få et så fullstendig sett av hendelser som mulig.
4. Du skal skifte til vinterhjul på bilen din og benytter en jekk som fulgte med bilen da du kjøpte den. List opp de mulige konsekvensene som kan inntreffe som følge av denne aktiviteten. Skriv ned de antakelsene du gjør når du løser oppgaven.
5. Hvordan vil du beskrive forskjellen på risiko og sårbarhet?
6. Hva er forskjellen på «safety» og «security»?
7. Hva er forskjellen på sannsynlighet og frekvens?
8. På et anlegg med en levetid på 50 år antar vi at ulykker inntreffer i hht. en Poisson-prosess med frekvens $\lambda = 0.03$ pr. år. Hva er sannsynligheten for at det vil inntreffe minst to ulykker i løpet av 50 år?

3 Farekilder og trusler

1. List opp de mulige farekildene du utsettes for ved å sykle.
2. Hvilke utløsende hendelser kan føre til at farekildene i forrige oppgave forårsaker ei sykkelulykke?
3. Det skal bygges en ny veg i Trondheim. List opp farekilder og trusler – og hendelser som kan føre til forsinkelser og økonomiske tap i prosjektgjennomføringen.
4. Ta utgangspunkt i hjemmet ditt, og beskriv farekilder og trusler dersom et NOKAS-anlegg hadde vært nærmeste nabo.
5. 27. mars 1977 skjedde Tenerife-ulykka. Nevn noen menneskelige feilhandlinger som har vært nevnt som ulykkesårsaker. Du kan finne mer informasjon på <http://www.project-tenerife.com/engels/index.htm>.
6. Finnes det uønskede hendelser som, totalt sett, kan gi en positiv gevinst?

4 Hvordan måle og bedømme risiko?

1. I en bedrift har 7 personer blitt drept i arbeidsulykker de siste 15 årene. I denne perioden er det blitt utført 17 000 årsverk, der et årsverk svarer til 1 730 timeverk. Finn (observert) FAR-verdi for denne perioden.
2. På en oljeinstallasjon arbeider til sammen 80 mennesker 2900 timer hver i året, 30 personer i administrasjon (a), 20 i prosess (p) og 20 med vedlikehold (v). En risikoanalyse har avdekket at $PLL_{tot} = 5.2 \cdot 10^{-2}$. Hva er gjennomsnittlig FAR verdi for arbeiderne¹?
3. I risikoanalysen viste det seg at det er de uønskede hendelsene brann, gasslekkasje, skipskollisjon og arbeidsulykker som bidrar til risikoen, som vist i tabell 1. Hva forteller tabell 1 oss med hensyn til risikoen for arbeiderne?

Tabell 1. IRPA

Hendelse	IRPA		
	Boligkvarter	Prosess	Utility
Brann	$2 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-4}$
Gasslekkasje	$2 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-4}$
Skipskollisjon	$3 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-4}$
Arbeidsulykke _a	$2 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-5}$
Arbeidsulykke _p	$1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$
Arbeidsulykke _v	$4 \cdot 10^{-5}$	$4 \cdot 10^{-5}$	$4 \cdot 10^{-5}$

4. Vi får vite at personell_a, personell_p og personell_v oppholder seg som vist i tabell 2. Kan du beregne IRPA_a, IRPA_p og IRPA_v basert på tabell 2 og opplysningene du har fått i de andre oppgavene?

Tabell 2. Andel tid tilbrakt i hver sone.

Personell	Boligkvarter	Prosess	Utilityområde
a	5%	5%	90%
p	35%	15%	50%
v	20%	30%	50%

5. Kan du regne ut IRPA_{tot}?

¹ Oppgave 2-8 er basert på Stein Haugens fagmateriale.

6. Anta at bemanningen reduseres proporsjonalt til 60 personer og beregn ny PLL_{tot} , $IRPA_{tot}$ og gjennomsnittlig FAR? Hva skjer?
7. Hvordan kan du overbevise ledelsen om at et akseptabelt sikkerhetsnivå likevel tillater tap som følge av ulykker?
8. Hvilken informasjon trenger vi for å konstruere en F-N-kurve?
9. I figur 4.2 s. 69 har vegtrafikk den bratteste kurven. Hvorfor?
10. Hva er problemet med å bruke indikatorer for personsikkerhet som mål på risikoen for storulykker?
11. Ranger hendelsene i tabell 3 ved å bruke risikoindeks.

Tabell 3. Uønskede hendelser og risiko

Uønsket hendelse	Sannsynlighet	Konsekvens
A	0.5%	500 000 NOK
B	15%	10 000 NOK
C	0.01%	1 000 000 NOK

12. Beskriv fordeler og ulemper med å bruke kvantitative risikoakseptkriterier og sammenlikne med sikkerhetsmål.
13. Hva er forskjellen mellom GAME og MEM prinsippene?

5 Risikoanalyse og risikostyring

1. Hva er de positive og negative sidene ved en risikoanalyse?
2. Beskriv den rollen risikoanalysen har i risikostyringen.
3. Hva er en sløyfemodell? Hva kan den brukes til?
4. Hva er forskjellen på risikoanalyse og risikovurdering?
5. Gi noen eksempler på ulykker av type 1-3.
6. Hva vil du legge størst vekt på når du skal vurdere kvaliteten av en utført risikoanalyse?
7. Du skal gjennomføre en risikoanalyse for en hydrogenfyllestasjon. Hvis du selv er ekspert på risikoanalyse, hvilken kompetanse vil du trenge i tillegg til din egen?

6 Ulykkest teori og ulykkesmodeller

1. Ulykker kan klassifiseres på mange ulike måter. Foreslå noen mulige undergrupper (spesialtilfeller) av skipsulykker og nevnt noen konkrete eksempler innenfor hver undergruppe.
2. På hvilken måte kan innsikt vi får ved å bruke Haddons fasemodell på konkrete ulykker nyttiggjøres i en risikoanalyse?
3. Hva er hovedforskjellene på en energi-barrieremodell og en fasemodell?
4. Les om ei vegtrafikkulykke i avisa og fyll inn de opplysningene du finner i Haddons matrise. Diskuter den ekstra innsikten du får om ulykka ved å bruke denne metoden.
5. Bruk Haddons 10 strategier på ei tenkt vegtrafikkulykke og foreslå konkrete, mulige tiltak for hver enkelt strategi.
6. Diskuter likheter og ulikheter mellom en risikoanalyse og en ulykkesanalyse.
7. Diskuter likheter og ulikheter mellom en sløvfemodell og en prosessmodell.
8. I prosessområdet på en offshoreinstallasjon som produserer olje, er det en rekke sikkerhetssystemer som skal bidra til å redusere risiko forbundet med brann og eksplosjon². Disse er:
 - a. Brannvannsystem. Dette skal bidra til å slukke brann, kjøle ned utstyr og redusere eksplosjonsovertrykk.

²Oppgave 8 er basert på Stein Haugens fagmateriale.

- b. Seksjoneringsystem. Dette består av ventiler som lukker og dermed deler opp prosessanlegget i mindre enheter og hindrer at hele anlegget tømmes om en lekkasje skulle oppstå.
- c. Deteksjonssystem. Bidrar til å detektere lekkasjer så tidlig som mulig.
- d. Brann- og eksplosjonsvegger. Skal hindre at en brann eller en eksplosjon sprer seg ut av det området hvor den starter.
- e. Rømningsveier. Sikrer at personell i området har mulighet til å komme seg unna dersom det begynner å brenne.

Beskriv i hvilken rekkefølge i hendelseskjeden de ulike sikkerhetssystemene som er installert på offshoreinstallasjonen for å redusere risiko knyttet til brann og eksplosjon virker. Bruk Haddons strategier som hjelpemiddel.

7 Datakilder for risikoanalyser

1. Lag en datadossier for ei brannvannspumpe ombord på et skip.
2. Du skal gjennomføre en risikoanalyse for transport av farlig gods med jernbanen fra Sjursøya utenfor Oslo til Gardermoen flyplass. Hvilke data vil du ha behov for i en slik analyse?
3. Hvordan kan NOU 2008-8 (Bourbon Dolphins forlis den 12. april 2007) bidra til å forhindre nye tilsvarende ulykker?

Del II

Risikoanalytiske metoder

8 Oppstart og rapportering

1. Du skal gjennomføre en risikoanalyse for en elektrisk ferje. Hva er systemet avhengig av? Hvilke arbeidsoppgaver utføres i systemet? Hvilke tjenester leverer systemene?
2. Hvilke analysemetoder kan vi bruke innenfor risikoanalyse?
3. Hva betyr det å forankre risikoanalysen hos ledelsen i en virksomhet?
4. Hvilke forberedelser bør du gjøre før selve risikoanalysen starter?

9 Avdekking og analyse av farekilder, trusler og uønska hendelser

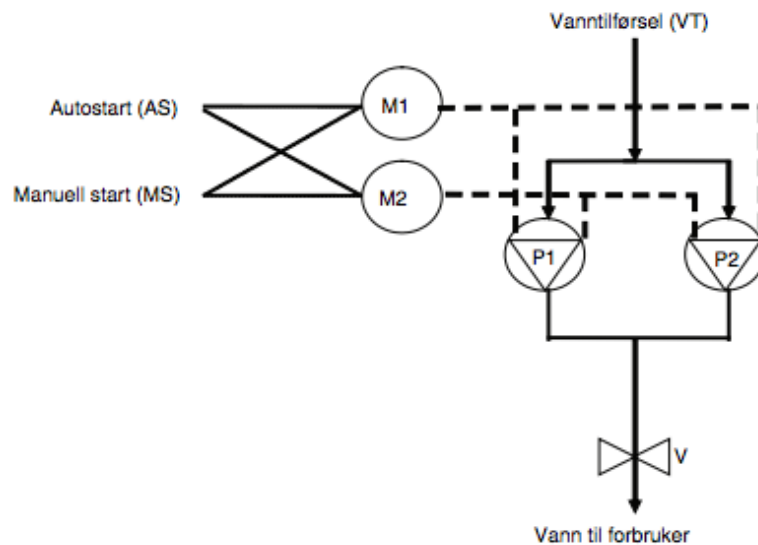
1. Hvorfor blir det ofte anbefalt å prioritere frekvensreducerende tiltak framfor konsekvensreducerende tiltak når vi skal forsøke å redusere risikoen?
2. Betrakt en vanlig elektrisk kaffetrakter for filterkaffe. Kaffetrakteren er koplet til det elektriske nettet via en tidsbryter. Du kan gjerne velge en kaffetrakter du kjenner godt.
 - a. Gjennomfør en grovanalyse av kaffetrakteren.
 - b. Gjennomfør en FMECA av kaffetrakteren.
 - c. Skriv ned de handlinger du gjør når du koker kaffe, og utfør en prosedyre-HAZOP for disse handlingene.
3. Betrakt eksempel 9.1 s 159 som kort beskriver transport av LNG med en tankbil. Beskrivelsene i eksemplet er svært kortfattet, og du må gjøre flere antakelser før du kan svare på punktene nedenfor:
 - a. Gjennomfør en grovanalyse av dette systemet – som er mer fullstendig enn det vi skisserte i eksempel 9.1.
 - b. Gjennomfør en SWIFT-analyse av systemet – som er mer fullstendig enn det vi skisserte i eksempel 9.4 s. 166.
 - c. Drøft forskjellene mellom en grovanalyse og en SWIFT-analyse. Hvilken av de to metodene mener du vil gi det mest fullstendige resultatet?
4. Velg en sykkel du kjenner godt og gjennomfør en FMECA av bremsesystemet på denne sykkelen.
5. Sammenlign HAZOP og FMECA med henblikk på gjennomføringsmåte, hvilke systemer/problemstillinger de brukes på og måten de rapporteres på. Fokuser spesielt på forskjellene mellom metodene³.

³ Oppgave 5 og 8 er tilpassa fra Stein Haugens fagmateriale.

6. Hva er forskjellen mellom en HAZOP og en SWIFT analyse? Utfør en SWIFT-analyse av en biltur fra hjemmet ditt og til arbeidet/skolen/barnehagen eller butikken.
7. Anta at du eier en butikk som selger luksusvarer (f.eks. smykker og dyre armbåndsur). Butikken ligger i sentrum av en større by. Gjennomfør en grovanalyse av butikken som omfatter både tilsikta og utilsikta uønska hendelser.
8. Grovanalyse, HAZOP og FMECA analyse er tre metoder som brukes for å avdekke farer og uønskede hendelser. Kommenter om de ulike metodene passer å bruke på hver av de følgende systemene eller operasjonene (evt. om du mener andre metoder passer bedre):
 - a. Kjølesystemet på en bil
 - b. Motor i bil
 - c. Bane for kjøring av billøp
 - d. Software og kontrollsystemene i en bil
 - e. Operasjonen «å bytte girboks på en bil»
9. Anta at du punkterer på en landeveg og må skifte hjul. I bagasjerommet har du reservehjul og den jekken som ble levert med bilen. Det regner og vegen er sleip og glatt.
 - a. Bryt ned arbeidsoppgaven i et antall deloppgaver og sett opp disse oppgavene i den rekkefølgen de må utføres.
 - b. Gjennomfør en SJA og dokumenter analysen ved hjelp av et egnet SJA-skjema.
10. Betrakt den samme situasjonen som i eksempel 9.2 s. 172. Skriv ned de ekstra antakelsene du trenger for å løse oppgaven.
 - a. Bryt ned arbeidsoppgaven i deloppgaver. Betrakt hele arbeidsoppgaven og ta med både arbeideren på lasteskipet, kranføreren og arbeideren på kaia.
 - b. Gjennomfør en SJA og dokumenter analysen med et egnet SJA-skjema.

10 Årsaks- og frekvensanalyse

1. Ta utgangspunkt i en vannkoker. Hva kan være naturlige topphendelser?
2. Bruk en av topphendelsene fra forrige oppgave, og konstruer et enkelt feiltre.
3. Finn de minimale kuttmengdene og stimengdene i feiltreet konstruerte i forrige oppgave.
4. Gjør en kvantitativ feiltreanalyse av vannkokeren fra de to forrige oppgavene.
5. Last ned og utforsk GeNie fra Bayesfusion.com.
6. Gjør om feiltreet i oppgave 2 til et bayesiansk nettverk. Hvilke RIF'er er relevante for analysen og hvordan kan disse grupperes?



Figur 1: Enkel skisse av systemet som leverer brannvann til en installasjon.

7. Figur 1 viser en enkel skisse av systemet som leverer brannvann til en installasjon⁴. Det er en vanntilførsel som leverer vann til to pumper (P1 og P2). Fra pumpene går vannet gjennom en ventil (V) som åpner når pumpene starter. Derfra går vannet til forbruker. Det er nok at en av pumpene går for å levere vann. Pumpene drives av to motorer M1 og M2. Begge motorene driver begge pumpene og det er nok at en motor går for å klare å drive pumpene. Motorene kan startes enten automatisk (AS) eller manuelt (MS).
- Tegn et feiltre for hendelsen "Ikke vann til forbruker ved behov". Følgende basishendelser skal inkluderes i treet: AS, MS, M1, M2, VT, P1, P2, V.
 - Hva er minimale kuttsett? Kan du ved inspeksjon av feiltreet finne noen eksempler på kuttsett av orden 1 (med bare en basishendelse) i feiltreet?

⁴ Oppgave 7 er basert på Stein Haugens fagmateriale.

11 Konsekvensanalyse

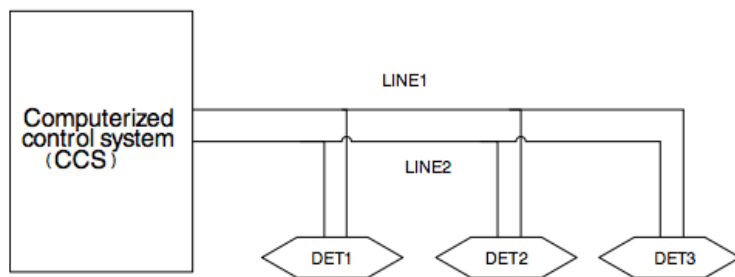
1. Når er det aktuelt å bruke konsekvensmodeller, og hvordan kan vi bruke slike modeller i risikoanalyser?
2. Se for deg at innbyggere i Oslo blir rammet av Giardia-infeksjon som følge av parasitter i drikkevannsforsyningen. Hvilke konsekvenser kan en slik hendelse føre til?
3. Lag et hendelsestre for topphendelsen brann i TV'en i stua di. Anta at du har brannvarslere, brannslukningsapparat og brannteppe. Anta også at du i vinterhalvåret har plassert tanken til gassgrillen din i kjelleren.
4. Utfør en kvantitativ analyse av hendelsestreet i forrige oppgave. Frekvensen for topphendelsen er beregnet til 0.005. Bruk følgende sannsynligheter:
 - a. Brannalarmene varsler med 95 % sannsynlighet.
 - b. Sannsynligheten for å slukke brannen med brannteppe er 50 %.
 - c. Sannsynligheten for å slukke brannen med brannslukningsapparat er 75 %.
5. Beregn PLL for hendelsestreet i forrige oppgave, med følgende konsekvenser:
 - a. Hvis ingen er hjemme, vil det ikke være noen dødsfall.
 - b. Hvis alle er hjemme, og brannen slukkes i stua, vil det ikke være noen dødsfall.
 - c. Hvis alle er hjemme, det er dagtid, men brannen sprer seg ut av stua, vil én person dø.
 - d. Hvis alle er hjemme, det er natt, og brannen sprer seg ut av stua, vil alle dø.

6. I et prosessanlegg kan brennbar gass som lekker ut detekteres av et automatisk gassdeteksjonssystem eller av en prosessoperatør som arbeider i området⁵. Gassdeteksjonssystemet består av:
- a. Tre gassdetektorer (DET1, DET2, DET3) som kan detektere gassen. Det er tilstrekkelig at en av detektorene detekterer gass. Sannsynligheten for svikt av en detektor er 0.1. Detektorene er antatt å være uavhengige av hverandre, uten noen fellesfeil.
 - b. To hovedlinjer fra hver gassdetektor til kontrollsystemet (LINE1, LINE2). Matelinjene fra detektorene til LINE1 og LINE2 er inkludert som en del av detektorene. Sannsynligheten for feil på hovedlinjene er 0.05.
 - c. Et databasert kontrollsystem (CCS) som mottar og tolker signalene fra detektorene og som gir en alarm når gass detekteres. Sannsynligheten for svikt av kontrollsystemet er 0.005.

Prosessoperatøren kan også oppdage gassen, men dette avhenger av om vedkommende er til stede eller ikke i området hvor gassen slippes ut. Det er flere operatører som går skift, men kun en er på vakt til enhver tid. Hvis operatøren ikke er til stede kan hun ikke oppdage gassen, men hvis hun er til stede er det en mulighet for at hun oppdager gassen. Operatøren er til stede 30% av tiden. Sannsynligheten for at operatøren ikke oppdager gassen (NHEP) er 0.3. Hvis gass slippes ut er det en mulighet for at den kan antennes. Sannsynligheten for antenning er 0.1 gitt at gass slippes ut. Frekvensen for utslipp av gass er 0.5 pr år. Hvis gassen detekteres (automatisk eller av operatøren) vil operatøren forsøke å rømme unna området og det er 50% sannsynlighet for at hun rømmer tidsnok hvis hun er til stede når gass slipper ut. Gitt at det er personer til stede når gassen antennes er sannsynligheten for å bli drept 0.2. En enkel skisse av systemet er vist i figur 2.

- Tegn et hendelsestre med starthendelse “Gass slipper ut” og med sluthendelser “Operatør drept” og “Operatør ikke drept”.
- Hva er frekvensen for at operatøren blir drept?

⁵ Oppgave 6 er basert på Stein Haugens fagmateriale.



Figur 2: Enkel skisse av gassdeteksjonssystemet.

12 Barriereanalyse

1. Beskriv barriere-begrepet i et bow-tie diagram.
2. En uønsket hendelse i drikkevannsforsyningen er forekomst av parasitten Giardia Lamblia i slike mengder at mennesker blir sjuke. Hvilke barrierer kan motvirke slike utbrudd?
3. Ta utgangspunkt i NOU 2000-30 om Åsta-ulykka. Hvilke barrierer sviktet før og etter ulykka?
4. Lag et barriereblokkdiagram for svikt i en hydrostatisk utløser på en redningsflåte ombord på et fiskefartøy.
5. Kan en hydrostatisk utløser, nevnt i forrige oppgave, i seg selv være en barriere?
6. Anta at du skal bygge et svømmebasseng i hagen din. Gjør en enkel grovanalyse av risikoen for drukning i bassenget, der du inkluderer en analyse av mulige barrierer og deres risikoreduserende effekt.

13 Analyse av operatørfeil

1. Beskriv to feilhandlinger du har begått i trafikken. Hva var årsakene til disse feilhandlingene? Hvordan kunne feilhandlingene vært unngått?
2. Gjennomfør en hierarkisk oppgaveanalyse for å skifte batteri i en røykvarsler.
3. Ta for deg et bilstereoanlegg. Hvordan kan bruk av dette anlegget føre til ulykker? Dersom du skulle ha designet et slikt anlegg, hvilke analyser bør du gjennomføre da?
4. Betrakt en vaskemaskin. For at maskinen skal starte når du trykker på startbryteren, må du huske å lukke døra, stille inn riktig programvalg og åpne vanntilførsel. Anta at sønnen din på 9 år skal starte maskinen, og at du etterpå skal kontrollere at han har gjort det riktig. Hvordan kan et HRA hendelsestre se ut? Bruk følgende sannsynligheter:
 - D : Lukke døra $\Pr(D) = 0.90$
 - P : Velge riktig program $\Pr(P) = 0.80$
 - V : Åpne vanntilførsel $\Pr(V) = 0.70$
 - K : Du kontrollerer $\Pr(K) = 0.95$
5. Hva er sannsynligheten for at du ikke får startet maskinen (vi ser bort fra teknisk svikt) når du trykker på start-bryteren i oppgaven over? Hva er sannsynligheten, dersom vi ignorerer avhengighet?
6. Hva er sammenhengen mellom menneskelige faktorer (human factors) og “Human Reliability Analysis” (HRA)?
7. Gi noen eksempler på organisatoriske faktorer. Hvorfor er det viktig å se på effekten av organisatoriske faktorer på risiko?⁶

⁶ Oppgave 6 og 7 er basert på Stein Haugens fagmateriale.

14 Usikkerhet og følsomhet

1. Baking av sukkerbrød kan være forbundet med en viss grad av usikkerhet knyttet til om resultatet blir vellykket eller ikke. Dersom du skulle bake sukkerbrød, hvilken usikkerhet mener du vil være epistemisk og hvilken usikkerhet vil være aleatorisk?
2. Hva er forskjellen på en usikkerhetsvurdering og en følsomhetsanalyse?
3. Vi skiller mellom aleatorisk og epistemisk usikkerhet. Anta at vi har en stokastisk variabel T som kan beskrives med følgende fordeling:

$$F(t|\lambda, M) = \Pr(T \leq t) = 1 - e^{-\lambda t}$$

Beskriver denne fordelingen aleatorisk eller epistemisk usikkerhet? Hvordan kan den andre typen usikkerhet beskrives i en slik modell⁷?

⁷ Oppgave 3 er basert på Stein Haugens fagmateriale.

Del III

Spesielle analyser

15 Samfunnssikkerhet

1. Hvilke elementer inngår i samfunnssikkerhetskjeden og hva kan denne kjeden brukes til i sammenheng med risikoanalyser?
2. Gi eksempler på kritiske samfunnsfunksjoner og kritisk infrastruktur.
3. Kapittel 15.3.1 beskriver en kabelbrann på Oslo S i 2007 som rammet kritisk infrastruktur. Forsøk å beskrive avhengighetene i denne hendelsen.

16 Risiko- og sårbarhetsanalyser

1. Anta at du skal lede ei gruppe på femten 10-åringar på en telttur i marka. Dere må gå fem kilometer for å komme fram til teltplassen som ligger ved et lite vann. Gjennomfør en DagROS-analyse for denne turen. Notér de antakelsene du må gjøre når du gjennomfører analysen.
2. List opp noen aktuelle uønskede hendelser som kan inntreffe i den kommunen der du bor. Forsøk å vurdere sannsynligheten og konsekvensene for hver hendelse. Foreslå aktuelle risikoreduserende tiltak for hver hendelse. Tiltakene bør omfatte både forebyggende og skadebegrensende tiltak.
3. Anta at du skal gjennomføre en ROS-analyse for brann- og redningsetaten i din kommune. Lag en tabell med konsekvensdimensjoner for liv og helse, økonomi og miljø. Hva er utfordringene med en slik tabell?
4. Jf. spørsmål 15.3. Eksemplifiser hvordan slike avhengigheter mellom kritisk infrastruktur kan fremkomme i en ROS-analyse.

17 Miljørisikoanalyse

1. Den tyske ubåten U-864 ble senket i 1945 utenfor Fedje i Hordaland. Ubåten inneholder ca. 67 tonn metallisk kvikksølv. Et stort område rundt vraket er kvikksølvforurenset og analyser tilsier at det lekker ca. 4 kg kvikksølv i året fra det forurensete området. Grovt sett er det to alternative løsninger – å heve ubåten eller å dekke den til. Hvis du skulle lede en risikoanalyse og vurdering av disse to alternativene, hvilken kompetanse ville du ha hentet inn da?
2. Hva er utfordringene med å etablere miljørisikoakseptkriterier knyttet til analysen i oppgave 17.1?
3. Beskriv føre-var-prinsippet. Hva er utfordringene med dette prinsippet?

18 Risikoanalyse og storulykkeforskrifta

1. I NOU 2000-24 peker Sårbarhetsutvalget på en del utfordringer i forhold til organisering av sikkerhetsarbeidet i Norge, og foreslår blant annet opprettelsen av ett departement med “et overordnet ansvar for å ta initiativ, fungere som pådriver, være koordinator og kontrollør for det ikke-militære arbeid for samfunnssikkerhet.” Hva er problemet med dagens organisering av sikkerhet og beredskapen i Norge?
2. Når hører et prosessanlegg for olje/gass inn under petroleumsregelverket, og når hører det inn under storulykkeforskriften?
3. Hva er svakhetene med dagens regelverk for storulykkevirksomheter?

19 Produkt – og maskinsikkerhet

1. Beskriv prosessen fram til du kan sette et CE-merke på produktet ditt.
2. Hva er forskjellen på vanlige og farlige maskiner i maskindirektivet?
3. Gjør et internettsøk i EUs informasjonssystem om farlige produkter – RAPEX – og finn eksempler på farlige produkter. Sjekk nettsidene til DSB og finn advarsler om produkter.
4. Anta at du er en produsent av en flytevest. Hvilke tiltak kan du gjøre for å hindre forutsigbar misbruk av vesten?
5. Nevn instanser som er “tekniske kontrollorgan” i Norge.

20 Sikringsrisikoanalyse

1. Beskriv ulike trusler en selvkjørende bil kan bli utsatt for.
2. Lag et angrepstre for et cyber-angrep på en selvkjørende bil.
3. Hvorfor kan det være mer krevende å anslå sannsynligheter for tilsikta uønska hendelser enn for utilsikta uønska hendelser?
4. Lag en sløfemodell for den tilsikta hendelsen «lastebil kjører inn i folkemengde ved Slottet på 17. mai». Beskriv både sannsynlighetsreduserende og konsekvensreduserende barrierer.
5. Gjennomfør en sikringsrisikoanalyse for identitetstjuveri. Bruk deg selv som eksempel.

21 Risikoanalyse av pandemier

1. Anta at du driver en kjede med fire restauranter på ulike plasser i Norge. Gjennomfør en risikoanalyse med fokus på pandemi for virksomheten din. Hvilke tiltak kan du innføre for å redusere konsekvensene av ulike smitteverntiltak?
2. Diskuter og eksemplifiser hvordan en risikovurdering kan bidra til å synliggjøre forholdsmessighet av ulike smitteverntiltak.
3. Hvordan kan en risikoanalyse for pandemi kobles til ROS-analyser og beredskapsanalyser?

Sannsynlighetsregning

1. Betrakt to uavhengige hendelser A og B, der $\Pr(A) = 0.25$ og $\Pr(B) = 0.45$. Finn:

$$\Pr(A^*) \text{ og } \Pr(B^*)$$

$$\Pr(A \cap B)$$

$$\Pr(A \cup B)$$

$$\Pr(A \cap B^*)$$

$$\Pr(A^* \cap B^*)$$

2. Anta at du har to hendelser A og B slik at $\Pr(A) = 0.32$ og $\Pr(B) = 0.44$ og $\Pr(A \cup B) = 0.58$.

Er de to hendelsene disjunkte?

Er de to hendelsene uavhengige?

$$\text{Finn } \Pr(A|B)$$

$$\text{Finn } \Pr(B|A)$$

3. To releer av samme type har feilsannsynlighet $p = 0.12$. Vi tester begge releene.
- Finn sannsynligheten for at ingen av releene feiler.
 - Finn sannsynligheten for at begge releene feiler.
4. En stokastisk variabel X tar verdiene 0, 1, 2 og 3 med sannsynligheter 0.4, 0.3, 0.2 og 0.1.
- Tegn et histogram for denne fordelingen
 - Finn sannsynligheten for at $X \leq 2$
 - Finn forventningsverdien $E(X)$ / og merk av verdien i histogrammet
 - Finn variansen $\text{Var}(X)$ og standardavviket $\text{SD}(X)$
5. En fabrikk produserer 1 000 rullelager. Hvert rullelager vil feile med sannsynlighet 0.002.

- a. Finn sannsynligheten for at mindre enn 0.1% av rullelagene vil feile.
 - b. Finn sannsynligheten for at mer enn 0.5% av rullelagene vil feile.

6. Landingshjulene på et fly kan skades under landing. Sannsynligheten for at landingshjulene blir skadet under en landing er anslått til $p = 5 \cdot 10^{-6}$. Finn sannsynligheten for at flyet kan foreta 10 000 landinger uten at landingshjulene blir skadet. Hvilke ekstra antakelser må du gjøre for å løse oppgaven?

7. Du har observert $n = 5$ feil av en gitt type i løpet av en total driftstid $t = 17\,500$ timer. Anta at antall feil inntreffer slik at forutsetningene for en Poisson-prosess er oppfylt.
 - a. Finn et anslag (estimat) for feilfrekvensen λ .
 - b. Finn sannsynligheten for at det vil inntreffe maksimalt en feil i løpet av 540 timer.

8. En komponent har feilrate $\lambda = 5 \cdot 10^{-5}$ feil pr. time.
 - a. Finn forventet levetid, MTTF, for komponenten.
 - b. Finn sannsynligheten for at komponenten overlever 3 måneder i kontinuerlig drift uten at den svikter.

9. Anta at levetiden for et strømaggregat er eksponensialfordelt, $F_t(t) = 1 - e^{-\lambda t}$. Feilraten er λ og forventet tid til svikt er 10 år. Aggregatet inspiseres hvert år, og repareres dersom feil oppstår.
 - a. Hva er sannsynligheten for at aggregatet svikter før første inspeksjon?
 - b. Hva er sannsynligheten for at aggregatet fortsatt virker etter 4 år?