

Risikobasert styring – Øvingsoppgaver

Sannsynlighetsregning

1. Du kaster en terning. Hva er sannsynligheten for at du får 3 øyne?
2. I en studie av Viagra fikk 117 pasienter hodepine, mens 617 ikke fikk hodepine. Finn sannsynligheten for å få hodepine.
3. Et spørsmål på en multiple-choice test har 5 svaralternativer, og bare ett er riktig. Hvis du velger svaralternativ helt tilfeldig, hva er sannsynligheten for at du svarer galt?
4. Politiet har hatt trafikkkontroll på Sola. 2 % av de kontrollerte bilene kjørte uten lys og i 17 % av de kontrollerte bilene brukte ikke føreren bilbelte. 0,5 % av de kontrollerte bilene hadde begge manglene.
 - a) Hva er sannsynligheten for at en tilfeldig utvalgt bil har minst en av manglene?
 - b) Hva er sannsynligheten for at en tilfeldig utvalgt bil ikke har noen av disse manglene?
5. Et spill består i å kaste en mynt og en terning. Mynten og terningen kastes uavhengig av hverandre.
 - a) Hva er utfallsrommet (alle mulige resultater du kan få ved å kaste både en mynt og en terning)?
 - b) Hva er sannsynligheten for å få "krone" og "5"?
6. En hatt inneholder 3 røde kuler, 4 sorte kuler og 3 grønne kuler (totalt 10 kuler). Du trekker fortløpende tre kuler fra hatten. Hva er sannsynligheten for først å trekke en rød kule, deretter er sort kule, og til slutt en grønn kule?
7. Et system består av to komponenter K_1 og K_2 . Sannsynligheten for at komponent K_1 virker på et gitt tidspunkt er 0,95, mens den tilsvarende sannsynligheten for komponent K_2 er 0,90. Sannsynligheten for at begge virker, er 0,87. Hva er sannsynligheten for at ingen av komponentene virker?
8. Da passasjerbåten *Titanic* sank, var det totalt 2223 personer om bord. Tabellen under viser antallet menn, kvinner, gutter og jenter om bord, og hvor mange av disse som omkom og overlevde forliset.

	<i>Menn</i>	<i>Kvinner</i>	<i>Gutter</i>	<i>Jenter</i>	Totalt
<i>Overlevende</i>	332	318	29	27	706
<i>Omkomne</i>	1360	104	35	18	1517
Totalt	1692	422	64	45	2223

- a) Hva er sannsynligheten for å velge en omkommet mann, hvis det velges tilfeldig blant alle omkomne?

- b) Hva er sannsynligheten for å velge en mann eller en gutt, hvis det velges tilfeldig blant alle om bord på skipet?
 - c) Hva er sannsynligheten for å velge en mann eller noen som overlevde, hvis det velges tilfeldig blant alle om bord på skipet?
 - d) Hva er sannsynligheten for å velge en kvinne, gitt at den valgte personen overlevde?
9. Et fly har 2 motorer, som begge fungerer uavhengig av hverandre. Under flyging fungerer motorene med en sannsynlighet på 99 %.
- a) Hva er sannsynligheten for at begge motorene fungerer?
 - b) Hva er sannsynligheten for den ene motoren fungerer og den andre feiler?
 - c) Hva er sannsynligheten for at begge motorene feiler?

10. Et flyselskap har 50 fly. Det siste året har 11 av flyene fått problemer med motorene under flyging. Ingen av disse motorproblemer har ført til ulykker, men flyselskapet ønsker å redusere antall motorproblemer. Du får i oppgave å identifisere hvor hovedproblemet ligger.

Du tar først kontakt med produsenten av flyene. De forteller at motorproblemer i hovedsak skyldes enten teknisk svikt på motorene eller manglende vedlikehold. Videre forteller de at motorene fungerer med veldig høy sannsynlighet (svært liten sannsynlighet for at det oppstår teknisk svikt), hvis de blir vedlikeholdt i henhold til instruksene. Blir motorene ikke tilstrekkelig vedlikeholdt, er sannsynligheten for at de fungerer betydelig mindre. På grunnlag av disse opplysningene gjør du en undersøkelse av flyene til flyselskapet, for å finne ut hvilke fly som har hatt motorproblemer og hvilke motorer som er vedlikeholdt i henhold til instruksene. Resultatene fra denne undersøkelsen er vist i tabellen under.

	<i>Vedlikeholdt</i>	<i>Ikke vedlikeholdt</i>	Totalt
<i>Motor fungerer</i>	24	15	39
<i>Motor feiler</i>	1	10	11
Totalt	25	25	50

- a) Hva er sannsynligheten for at et fly får motorproblemer?
 - b) Hva er sannsynligheten for at en motor fungerer, gitt at den er vedlikeholdt?
 - c) Hva er sannsynligheten for at en motor fungerer, gitt at den ikke er vedlikeholdt?
 - d) Hva er sannsynligheten for at en motor ikke er vedlikeholdt, hvis et fly får motorproblemer?
 - e) Hva er sannsynligheten for at motoren til et fly er vedlikeholdt?
 - f) Basert på resultatene fra denne analysen, hva vil du anbefale flyselskapet å gjøre for å forbedre sikkerheten?
11. Helsedepartementet i USA opplyser at i New York er 10 % av ”risikogruppen” smittet med HIV-viruset. Risikogruppen er antatt å bestå av 5 000 personer. Under visse forutsetninger gir den første testen for HIV-virus korrekt diagnose i 95 % av tilfellene (personer som blir testet for HIV får ikke vite at de er smittet før både første og andre test har påvist HIV-virus).
- a) Sett opp en tabell (av samme type som i oppgaven over) som strukturerer de opplysningene som er gitt. Tabellen skal vise hvor mange HIV-smittede som testet

positivt og negativt på første test, og hvor mange som ikke er HIV-smittede som testet positivt og negativt på første test.

- b) En person i risikogruppen blir valgt tilfeldig. Hva er sannsynligheten for at vedkommende har HIV-viruset, hvis vedkommende har testet positivt på den første testen?

12. Et brannvarslingssystem har to detektorer. La A_i være hendelsen at detektor i ikke varsler. Det opplyses om at $P(A_1) = 0,007$, $P(A_2) = 0,003$ og $P(A_1 \cap A_2) = 0,000028$

- a) Er A_1 og A_2 uavhengige?
 b) Finn sannsynligheten for at minst en av detektorene varsler.
 c) Gitt at minst en av detektorene ikke varsler, hva er sannsynligheten for at detektor 1 ikke varsler?

13. Ved drift av en maskin får en varsel om systemfeil på tre måter: $C_1 =$ "lampe 1 lyser, $C_2 =$ "lampe 2 lyser" og $C_3 =$ "lampe 3 lyser". La $\bar{B} =$ "systemfeil". Dersom en lampe lyser har vi at $P(C_1) = 0,5$, $P(C_2) = 0,3$, $P(C_3) = 0,2$, $P(\bar{B} | C_1) = 0,2$, $P(\bar{B} | C_2) = 0,4$ og $P(\bar{B} | C_3) = 0,8$. I tillegg har vi at $C = (C_1 - (C_2 \cup C_3)) \cup (C_2 - (C_1 \cup C_3)) \cup (C_3 - (C_1 \cup C_2))$. Finn $P(\bar{B} | C)$. Forklar hva denne sannsynligheten uttrykker. (Hint: Formelen

$$P(B) = \sum_{i=1}^r P(B \cap A_i) = \sum_{i=1}^r P(B | A_i) \cdot P(A_i) \text{ kan benyttes.}$$

14. Hvis du kaster en vanlig terning, er antall øyne enten 1, 2, 3, 4, 5 eller 6 øyne. Dette gir utfallsrommet S :

$$S = \{1 \ 2 \ 3 \ 4 \ 5 \ 6\}$$

- a) Hva er sannsynlighetene for å få de ulike verdiene?
 b) Hva blir summen av alle disse sannsynlighetene?
 c) Hva blir forventningsverdien hvis du kaster terningen veldig mange ganger?

15. En bensinstasjon tar 150 kr. for å vaske en bil i vaskehallen. Hvor mange biler som er innom vaskehallen i løpet av en time en fredags ettermiddag varierer. Ut fra statistikk for de siste tre månedene finner de ut hvor mange biler som er innom i løpet av en time, og tilhørende sannsynlighet for at akkurat så mange biler er innom. Dette vises i tabellen under.

Antall biler	4	5	6	7	8
Sannsynlighet	0,15	0,25	0,30	0,20	0,10

Finn ut hvor mange biler bensinstasjonen kan forvente kommer innom vaskehallen i løpet av en time en vilkårlig ettermiddag. Finn deretter ut hvor mye de kan forvente å tjene på bilvask en gjennomsnittlig time.

16. Ambulansene tilknyttet Stavanger Universitetssykehus rykker ut til mange forskjellige typer oppdrag hver dag, året rundt. Fra tid til annen får de melding om trafikkulykke. Erfaringer fra de siste årene har vist at det er 90 % sannsynlighet for at de en tilfeldig dag ikke får noen melding om trafikkulykke. Det er 7 % sannsynlighet for at de en tilfeldig

dag får melding om 1 trafikkulykke, mens det er 3 % sannsynlighet for at de får melding om 2 trafikkulykker på samme dag. Sannsynligheten for at de skal få melding om 3 eller flere trafikkulykker på samme dag er så liten at den blir sett bort ifra her. Hvor mange trafikkulykker må de i gjennomsnitt regne med å rykke ut til en tilfeldig dag?

17. Vi betrakter to maskiner A og B . La X og Y betegne antall feil som oppstår på henholdsvis maskin A og B i løpet av en uke. Sannsynlighetsfordelingen til X og Y er gitt ved:

i	0	1	2
$P(X = i)$	0,95	0,04	0,01
$P(Y = i)$	0,90	0,08	0,02

Vi antar at X og Y er uavhengige.

- Finn $E(X)$, $E(Y)$ og $E(X + Y)$. Gi en fortolkning av disse størrelsene.
- Finn $P(X = i \cap Y = j)$ for $i, j = 0, 1, 2$. Hva er sannsynligheten for at det oppstår flere feil på maskin A enn på maskin B ?
- Gitt at det har oppstått to feil til sammen på maskinene A og B , hva er sannsynligheten for at det ikke har oppstått noen feil på maskin A ?

Vurdering av risiko

- Hvordan defineres risiko?
- Hva er sannsynlighet og frekvens? Forklar forskjellen på objektiv og subjektiv sannsynlighet?
- I forbindelse med risiko er det ofte snakk om det klassiske perspektivet og det alternative perspektivet (Bayesiansk). Hva er forskjellen på disse to perspektivene?
- I en bedrift har det i de siste 10 årene vært 6 drepte. I denne perioden er det nedlagt til sammen 10 000 årsverk (1 årsverk = 1600 timer). Beregn både PLL-verdi og FAR-verdi for denne perioden.
- I et større selskap jobber det 1000 personer. Hvert år de siste fem årene har det omkommet en person i arbeidsulykker. En risikoanalyse gjennomført av selskapet konkluderer med at de også neste år må regne med at en person vil omkomme. Hva er sannsynligheten for at en bestemt ansatt omkommer?
- I et bestemt anlegg arbeider 100 personer i en periode over 10 år. Arbeidstid for den enkelte er 1700 timer pr. år. Det har forekommet 5 dødsfall på denne arbeidsplassen i løpet av disse 10 årene. Beregn FAR-verdien.
- Bedriften i oppgaven over driver anlegget i nye 20 år. I denne perioden forekommer det ingen flere dødsfall. Regn ut FAR-verdien etter 30 år samlet.

25. Med et bestemt flyselskap reiser det i gjennomsnitt 1500 personer ukentlig med fly fra Stavanger til Oslo. Flytiden er satt til 1 time og FAR-verdien er 56. Finn eksponert tid for ett år (52 uker). Regn deretter ut forventet antall drepte pr. år (PLL).
26. Flyselskapet i oppgaven over forbedrer sikkerheten, og får en "ny" FAR-verdi på 40. Antall reisende personer og reisetid er uendret. Regn ut ny PLL. Forbedringene koster 1 million kr. pr. år. Hva blir "prisen" på et menneskeliv?
27. Innenfor to industrigrenene A og B har en følgende ulykkesstatistikk:

Industrigren	Antall drepte	Antall årsverk
A	16	50 000
B	5	10 000

Sett opp et passende mål på (uttrykk for) risiko og beregn dette på grunnlag av statistikken ovenfor for hver av industrigrenene og for begge grenene under ett. Ser du noen betenkeligheter knyttet til å basere en sammenligning av risikoen for tap av liv utelukkende på dette målet? Begrunn svaret

28. I et prosessanlegg er dødsrisikoen knyttet til driften fastsatt til 10 FAR. Det arbeider 500 personer ved anlegget. Hver person antas å være eksponert for risiko 1600 timer pr. år. Denne risikoen kan reduseres med 10 % ved å innføre visse risikoreducerende tiltak. Tiltakene vil koste 2 millioner kroner pr. driftsår. Hvor mange driftsår er hundre millioner timer (10^8 timer)? Ved å innføre disse tiltakene, hvilken "prislapp" settes da på et liv?
29. Innenfor en industrigren er det samlet inn følgende ulykkesstatistikk i løpet av en tiårsperiode:

Ulykkeskategori	1 drept	2-4 drepte	5-9 drepte	10-20 drepte
Antall ulykker	140	10	6	3

Innenfor denne industrigrenen var det over tiårsperioden gjennomsnittlig 2000 industrianlegg i drift pr. år. Antall personer pr. anlegg er 100 i gjennomsnitt.

- a) Lag en tabell eller en figur som viser sammenhengen mellom ulykkeskategori og frekvens av ulykker pr. anleggsår. Basert på den informasjonen som er gitt i oppgaven, uttrykk sannsynligheten (din sannsynlighet) for at det på et bestemt anlegg i løpet av ett år skal inntreffe en ulykke som medfører 10-20 drepte.
- b) Beregn en tilnærmet FAR-verdi basert på ulykkesstatistikken ovenfor.
30. Diskuter hva følgende utsagn betyr: "Analysegruppen fastsetter en sannsynlighet for en bestemt villet handling til å være 0,1." Endres denne sannsynligheten hvis de som planlegger å utføre handlingen får vite om denne sannsynligheten?
31. I en bedrift er 6 personer blitt drept som følge av ulykker de siste 10 årene. I denne tidsperioden er det blitt nedlagt til sammen 10 000 årsverk. Ole Jensen arbeider i denne bedriften. Etter å ha sett på denne dødsstatistikken uttaler Ole: "Sannsynligheten for at jeg skal bli drept på arbeid i løpet av neste år er $6/10000 = 0,06 \%$ ". Kommenter dette utsagnet.

- 32.** Ole Olsen, som bor i Stavanger, skal reise til Oslo. Han vurderer to reisemåter: å kjøre med bil og å fly. Ut fra statistikk over antall drepte innenfor ulike aktiviteter, leser Ole at bilkjøring har en observert FAR på 17 og reiser med fly har en observert FAR på 34. Ole slår dermed fast at det er omtrent dobbelt så farlig å fly som å kjøre bil. Han bestemmer seg derfor å kjøre med bil til Oslo. Diskuter dette resonnementet.
- 33.** I en stor bedrift er det registrert en observert FAR-verdi lik 5 for en ettårsperiode. Ved teoretiske beregninger er det fremkommet en FAR-verdi for bedriftens personell som er lik 16. Diskuter grunner til denne store forskjellen mellom observert FAR-verdi og beregnet FAR-verdi.
- 34.** I år 2006 omkom det totalt 242 personer i trafikkulykker i Norge. Samme år bodde det 4 640 219 personer i Norge. Hva er sannsynligheten for at tilfeldige Ola Nordmann omkommer i en trafikkulykke? Hvor riktig blir det å angi en slik sannsynlighet for at en tilfeldig person i Norge skal omkomme i en trafikkulykke?
- 35.** Statistisk materiale benyttes ofte ved vurdering av risiko. Er det noen betenkeligheter ved å benytte statistisk datamateriale i denne sammenhengen?

Feiltreanalyse

- 36.** Hva er pålitelighet?
- 37.** Det er viktig at topphendelsen til et feiltre blir definert på en klar og entydig måte. Hvilke spørsmål bør beskrivelsen av topphendelsen gi svar på?
- 38.** Hva menes med randbetingelser?
- 39.** Huset ditt har to dører. For å komme inn i huset kan du benytte en av de to dørene (hoveddøren eller kjellerdøren). Hver av disse dørene kan imidlertid "svikte", dvs. det ikke er mulig å åpne døren. Lag et feiltre for topphendelsen "Utestengt fra huset". Sett opp det tilhørende pålitelighetsblokkdiagrammet.
- 40.** En korridor på skolen, som skal benyttes som rømningsvei i tilfelle det oppstår brann, har en dør i hver ende. For å kunne rømme gjennom denne korridoren, må du først gå gjennom den ene døren og deretter den andre døren. Hver av disse dørene kan imidlertid av ulike grunner ikke være mulig å åpne (dørene "svikter"). Lag et feiltre for topphendelsen "Ikke mulig å rømme gjennom korridor". Sett opp det tilhørende pålitelighetsblokkdiagrammet.
- 41.** Hva menes med minimal kuttmengde?
- 42.** Hvordan kan man, ved å ta utgangspunkt i de minimale kuttmengdene, beregne tilnærmet sannsynlighet for at topphendelsen i feiltreet inntreffer?
- 43.** Komfyren din består av fire kokeplater. For at kokeplate nr. 4 skal virke, må følgende grunnhendelser fungere:

1. Strøm i kontakten
2. Bryter til komfyren virker
3. Sikringen fungerer
4. Kokeplate nr. 4 fungerer

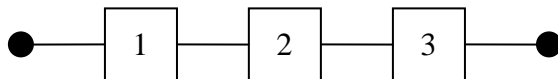
- a) Lag feiltre og tilhørende pålitelighetsblokkdiagram for topphendelsen "Ikke varme i plate nr. 4". Finn deretter de minimale kuttmengdene.
- b) Sannsynligheten for at det er strøm i kontakten er 99 %, sannsynligheten for at bryteren til komfyren virker er 98 %, sannsynligheten for at sikringen fungerer er 96 % og sannsynligheten for at en kokeplate fungerer er 95 %. Anta at alle grunnhendelsene er uavhengige. Finn tilnærmet sannsynlighet for at det ikke er varme i plate nr. 4.

44. Vi betrakter samme komfyr som i oppgaven over. For at du skal kunne koke potetene dine, er det nok at en av de fire platene på komfyren virker. Sannsynlighetene er de samme som i del b) av oppgaven over.

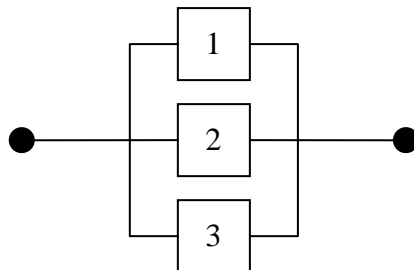
- a) Lag feiltre og tilhørende pålitelighetsblokkdiagram for topphendelsen "Får ikke varmet opp mat". Finn deretter de minimale kuttmengdene.
- b) Hva er sannsynligheten for at du ikke får varmet opp maten din, dvs. at ingen av platene virker?

45. I denne oppgaven skal ulike systemer betraktes, der hvert system består av tre uavhengige komponenter. La $A_1 =$ "komponent 1 virker", $A_2 =$ "komponent 2 virker" og $A_3 =$ "komponent 3 virker". Anta at $P(\overline{A_1}) = P(\overline{A_2}) = P(\overline{A_3}) = 0,1$. La $B =$ "systemet virker". For hvert av de systemene som skisseres under, finn minimale kuttmengder og tilnærmet pålitelighet til systemet.

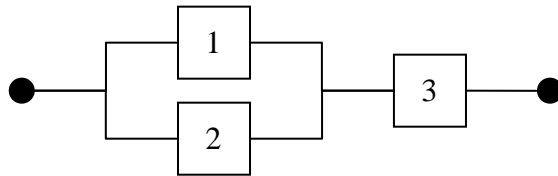
- a) Dette systemet fungerer hvis både komponent 1, 2 og 3 fungerer, se pålitelighetsblokkdiagram.



- b) Dette systemet fungerer hvis enten komponent 1, 2 eller 3 fungerer, se pålitelighetsblokkdiagram.



- c) Dette systemet fungerer hvis enten komponent 1 eller 2 fungerer, samtidig som komponent 3 må fungere, se pålitelighetsblokkdiagram.



46. Vi skal i denne oppgaven ta utgangspunkt i noen av systemene i oppgaven over, for å regne litt på sannsynligheter.

- a) Betrakte systemet i del c) i oppgaven over. Nå er komponentene 1 og 2 avhengige, men uavhengige av komponent 3. A_1 , A_2 , A_3 og B er definert likt som i oppgaven over. Anta at $P(\overline{A_1}) = P(\overline{A_2}) = 0,1$ og $P(\overline{A_3}) = 0,01$. Anta at avhengigheten mellom komponent 1 og 2 er gitt ved at $P(\overline{A_1} | \overline{A_2}) = 0,5$. Finn $P(B)$, altså sannsynligheten for at systemet fungerer (husk at metoden for å finne tilnærmet pålitelighet, som ble brukt i oppgaven over, kun gjelder for systemer der alle komponentene er uavhengige, og kan derfor ikke benyttes her.).
- b) Betrakt systemet i del b) i oppgaven over. La $X =$ "Antall komponenter som fungerer". Finn $P(X = 0)$, $P(X \geq 2)$ og $E(X)$. Vi gjør ellers de samme forutsetningene som i oppgaven over.

47. I denne oppgaven skal vi se på en forenklet modell for et bremsesystem for bil. Vi definerer følgende grunnhendelser:

1. Defekt i bremsepedal/bremsesylinder
2. Lekkasje i bremsekrets A
3. Lekkasje i bremsekrets B
4. Overoppheting av bremsene
5. Sjåføren trykker ikke på bremsepedalen

Defekt i pedal/sylinder, eller overoppheting eller at sjåføren ikke trykker på pedalen vil føre til at bilen ikke bremses når den skal. De to bremsekretsene overfører bremsekraft til hjulene uavhengig av hverandre, så begge kretsene må være lekk for at bilen ikke skal bremse.

- a) Sett opp pålitelighetsblokkdiagrammet for hendelsen "Bilen ikke bremses når den skal". Finn minimale kuttmengder.

Vi ser nå bort i fra muligheten for at sjåføren ikke trykker på bremsepedalen når han skal (dvs. vi skal bare se på de mekaniske tingene som kan gå galt). I tillegg til de ordinære bremsene skal vi nå også anta at nødvendig bremsekraft kan oppnås ved bruk av håndbremsen. Vi bytter ut punkt 5 i listen av grunnhendelser over med:

5. Håndbremsen fungerer ikke

- b) Sett opp pålitelighetsblokkdiagrammet for hendelsen "Sjåføren ikke får til å bremse bilen". Finn minimale kuttmengder.

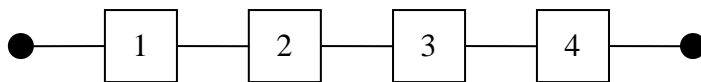
- c) Anta at de fem grunnhendelsene er uavhengige og at $q_1 = P(\text{enhet 1 svikter}) = 0,005$, $q_2 = q_3 = 0,02$, $q_4 = 0,03$ og $q_5 = 0,01$. Finn for alle kuttmengdene sannsynligheten for at kuttmengden svikter. Finn deretter tilnærmet sannsynlighet for at bremsesystemet svikter.

48. Forklar hvordan man med utgangspunkt i de minimale kuttmengdene kan sette opp et pålitelighetsblokkdiagram.

49. I et system i en tidligere oppgave kom vi fram til følgende minimale kuttmengder: $\{1, 5\}$, $\{2, 3, 5\}$, $\{4, 5\}$. Sett opp et alternativt pålitelighetsblokkdiagram basert på de minimale kuttmengdene.

50. Et system består av følgende minimale kuttmengder: $\{1, 2\}$, $\{1, 3\}$, $\{2, 3\}$. Alle komponentene antas å være uavhengige. Finn eksakt pålitelighet for systemet, når samtlige komponenter har en pålitelighet på 0,9.

51. Et system består av fire komponenter, se pålitelighetsblokkdiagrammet. La A_i være hendelsen at komponent i ikke fungerer. Det er oppgitt at $P(A_1) = P(A_2) = 0,05$ og $P(A_3) = P(A_4) = 0,02$. Finn både tilnærmet og eksakt sannsynlighet for at systemet er i feiltilstand (upåliteligheten).



52. En plenklipper består av elektrisk og manuell start, motor, bensintank og knivsett.

- Foreslå et pålitelighetsblokkdiagram for plenklipperen.
- Lag et feiltre for hendelsen "Plenklipper feiler i å klippe gress"

Hendelsestreanalyse og GFUA

53. Hva er en Grafisk Feilutviklingsanalyse (GFUA)?

54. I et auditorium er det forelesning med 100 personer til stede. Hvis det oppstår brann inne i auditoriumet kan flere av disse personene bli skadet, avhengig av hendelsesforløpet som utarter seg. For å forenkle noe antar vi at skadeomfanget til personene til stede avhenger av om brannen blir slukket og om nødutgangene fungerer (med dette menes det at alle personene rekker å evakuere ut gjennom nødutgangene før det blir farlig å oppholde seg inne i auditoriumet). Lag et GFUA-diagram for hendelsen "Brann i auditorium".

55. Togulykken på Åsta fikk katastrofalt utfall. To tog kjørte mot hverandre på samme linje, som resulterte i kollisjon. Denne kollisjonen kunne vært unngått, hvis noen aktuelle barrierer hadde fungert. Vi skal her betrakte følgende barrierer:

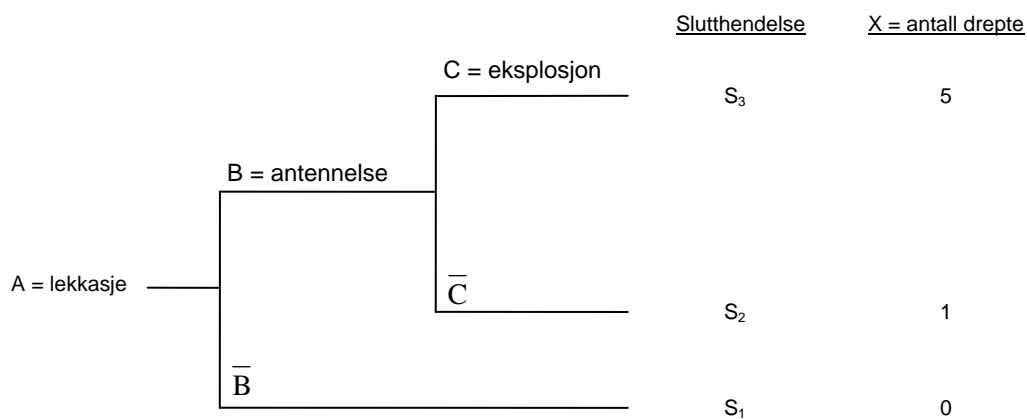
- ATC (Automatic Train Control) oppdager automatisk at to tog er på kollisjonskurs og stanser togene.
- Operatøren på togkontrollstasjonen oppdager den farlige situasjonen.

3. Operatøren varsler førerne av togene om den farlige situasjonen.
4. Førerne av togene stanser togene.

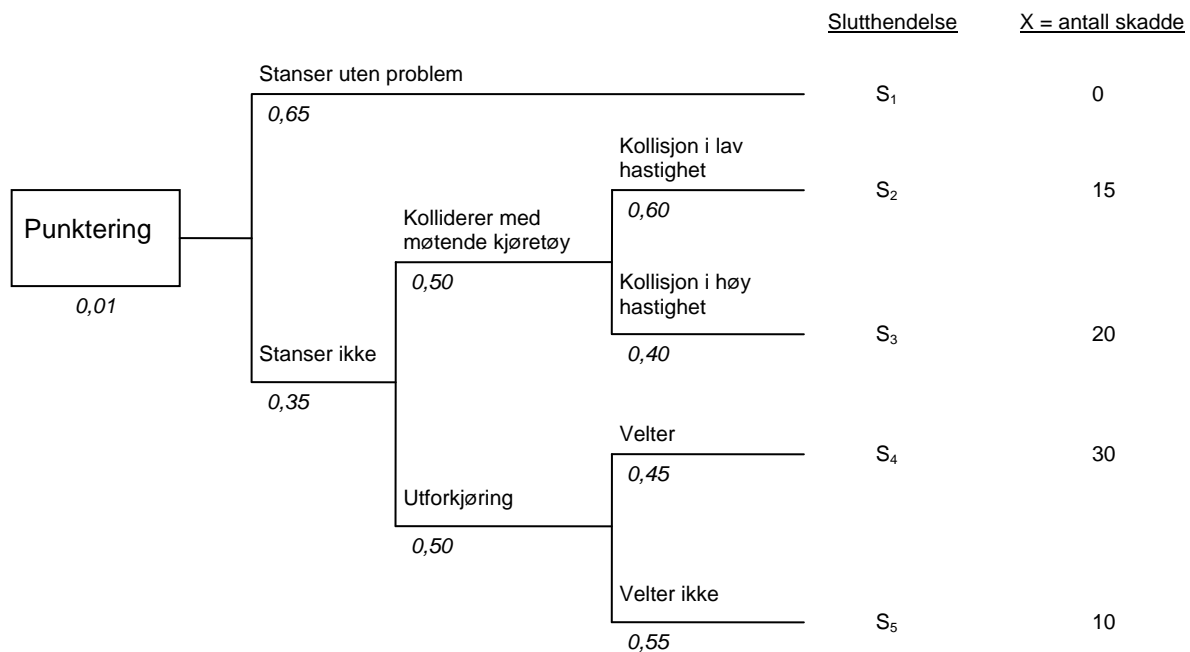
Lag et GFUA-diagram for hendelsen ”To tog på kollisjonskurs”, med svikt i barrierene nevnt over. Konsekvensene begrenses til ”Kollisjon” og ”Kollisjon unngått”. Lag også et hendelsestre for samme hendelse.

56. Sannsynligheten for at et dekk skal punktere når du er ute å kjøre er 1 %. Hvis du først punkterer, kan du enten klare å stanse raskt eller du mister kontrollen på bilen (stanser ikke). Sannsynligheten for å klare å stanse raskt antas å være 70 %. Mister du kontrollen på bilen, antar vi at du enten kolliderer med en møtende bil eller havner i grøfta. Det vil være 50 % sannsynlighet for hvert av disse utfallene. Kolliderer du med en møtende bil, vil hastigheten avgjøre om du blir lettere eller alvorlig skadet. Sannsynligheten for at hastigheten er høy antas å være 80 %, mens det er 20 % sannsynlighet for at hastigheten er lav. Havner du i grøfta antas det at du kun blir mindre skadet (du kjører på en ny og sikker vei, der det ikke er trær, steiner e.l. nært veibanen). Lag et hendelsestre for hendelsen ”Punktering”, og finn sannsynligheten at de ulike slutthendelsene/konsekvensene skal inntreffe (som deles inn i alvorlighetsgraden på personskade).

57. På en fabrikk behandles det store mengder farlig gass. Oppstår det gasslekkasje kan gassen antenne, slik at det oppstår alvorlig brann. Antennes gassen er det også en mulighet for at det oppstår eksplosjon, noe som vil gi langt mer alvorlige konsekvenser enn en brann. Vi definerer $A = \text{”Lekkasje”}$, $B = \text{”Antennelse”}$, $C = \text{”Eksplosjon”}$, $S_i = \text{slutthendelse } i$, og $X = \text{antall drepte}$. Se hendelsestreet under. Vi antar at $P(A) = 0,01$, $P(B|A) = 0,2$ og $P(C|A \text{ og } B) = 0,4$. Finn $P(S_1)$, $P(S_2)$, $P(S_3)$, $P(X = 5)$, $P(X = 1)$, $P(X = 0)$ og $E(X)$.



58. En buss som punkterer på ett av forhjulene kan skape en farlig situasjon for passasjerene. Hendelsestreet under viser hvordan en slik punktering kan utarte seg, samt sannsynlighetene for at de ulike hendelsene skal inntreffe. Det antas at det er totalt 40 personer i bussen. Hvor mange personer som antas å bli skadet i de ulike slutthendelsene vises også i hendelsestreet. Med en sannsynlighet på 0,01 for å punktere, hva er sannsynlighetene for de ulike slutthendelsene og hva er forventet antall skadde?



59. I forbindelse med gjennomføringen av en risikoanalyse er det brukt et hendelsestre for å analysere risikoen knyttet til tap av liv. Hendelsestreet ender opp i 5 konsekvenser: K_1 , K_2 , K_3 , K_4 og K_5 . Gitt den initierende hendelsen i hendelsestreet, så er sannsynligheten for å ende opp i disse fem konsekvensene henholdsvis 0.01, 0.02, 0.03, 0.06 og 0.88. Antall drepte personer knyttet til disse konsekvensene er anslått til å være henholdsvis 10, 4, 2, 1 og 0.

Beregn det statistisk forventede antallet drepte personer pr. år knyttet til den initierende hendelsen i treet, når frekvensen av denne hendelsen er 0,1 pr. år. Fortolk resultatet

60. Et hendelsestre er benyttet for å analysere risikoen knyttet til tap av liv ved brann i et auditorium på Universitetet, der det er plass til 200 personer. Hendelsestreet viser hvordan utviklingen av en brann kan forløpe seg og hvor mange som forventes å omkomme i de ulike slutthendelsene. Sannsynligheten for de ulike hendelsene er påført hendelsestreet. Frekvensen for brann i undervisningslokaler er 0,04 pr. år (én brann pr. 25 år).

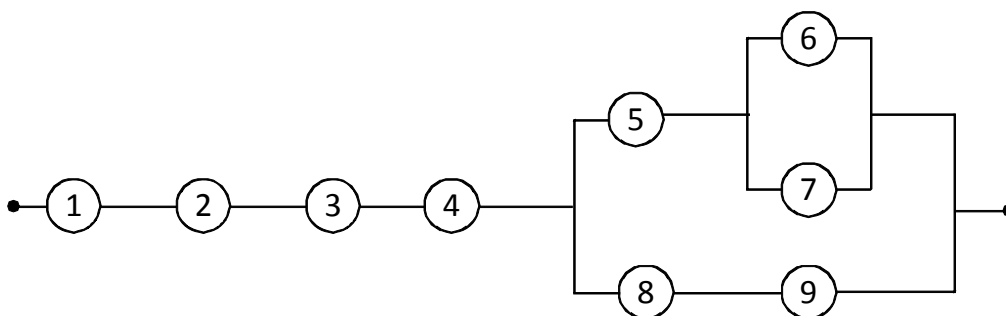
	Brannalarm varslers?	Personer slokker?	Sprinkler virker?	Alle rømningsveier fungerer?	Slutthendelse	X = antall drepte	
Brann	Ja 0,80	Ja			S ₁	0	
		0,60	Ja		S ₂	1	
		Nei	0,95	Ja	S ₃	3	
		0,40	Nei	0,90	S ₄	80	
	Nei 0,20	Ja			S ₅	0	
		0,60	Ja		S ₆	2	
		Nei	0,95	Ja	S ₇	5	
		0,40	Nei	0,90	S ₈	150	
			0,05	Nei	0,10		

- Gitt den initierende hendelsen (Brann), finn sannsynlighetene for de ulike slutt-hendelsene.
- Beregn det statistisk forventede antall drepte personer pr. år knyttet til den initierende hendelsen brann.

Eksamensoppgave Våren 2010

Oppgave 1 (33 %)

Pålitelighetsblokkdiagrammet er laget for systemet; ”kommunikasjon med pårørende ved forespørsel om organdonasjon”. Systemsvikt er definert som at pårørende sier nei til å donere organ.



”Komponentene” (hendelsene) i pålitelighetsblokkdiagrammet er:

- Pårørende er upåvirkelige, 2) Behandlende lege har dårlig tid til samtale, 3) Behandlende lege er autoritær i samtaleformen, 4) Behandlende lege klarer ikke å informere om hva donasjon innebærer,

5) Forstyrrelser i lokalet for samtale, 6) Lokalets form er lite egnet, 7) Inneklimaet i lokalet er dårlig, 8) Pårørende har et meget høyt frustrasjonsnivå, 9) Enkeltpersoner blant de pårørende utøver sterk innflytelse for å avvise donasjon

- a) Foreslå et feiltre basert på pålitelighetsblokkdiagrammet.
- b) Vi tenker oss at sentralt organdonasjonssykehus har gjort en studie av alle landets sykehus definert som donorsykehus (vi antar at det gjelder 25 sykehus). Gjennom studien har de kommet frem til sannsynligheter for basishendelsene, hvor sannsynligheten er relatert til en tilfeldig valgt donor over hele populasjonen donorer. De har funnet følgende sannsynligheter for de definerte basishendelsene:

Hendelse	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sanns.	0,12	0,03	0,05	0,02	0,09	0,12	0,05	0,15	0,15

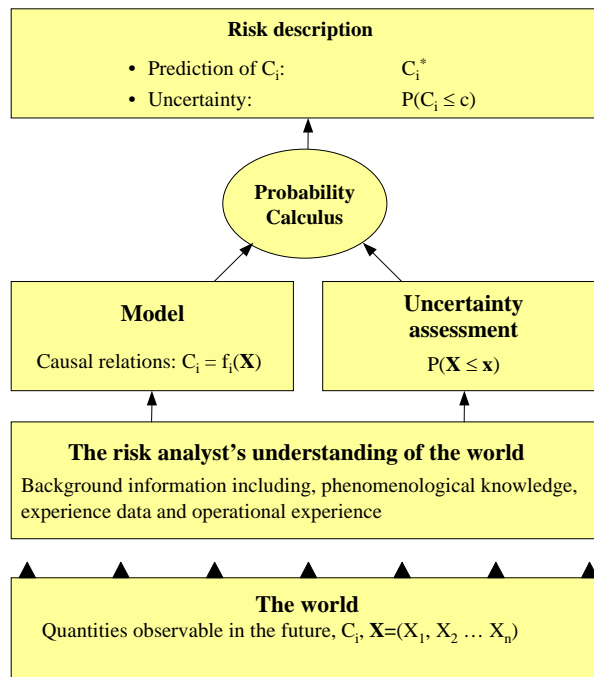
Finn minimale kuttmengder og beregn sannsynligheten for systemsvikt.

- c) Nå tenker vi oss at du er donoransvarlig på ditt lokale sykehus. Du vil selv gjøre en analyse av systemsvikten "påstående sier nei til å avgi organ". Beskriv hvordan du ville gått frem for å gjøre denne analysen. Vektlegg hvordan du ville planlagt analysen, utviklet modell(er), og etablert data for analysen. Du skal ikke gjennomføre analysen.
- d) Det er rimelig å anta at ditt sykehus har 40 forespørsler om organdonasjon årlig. Dersom du legger modell og data fra det sentrale organdonasjonssykehuset til grunn (oppgave b), hva er forventet antall avviste forespørsler? Diskuter bruk av forventningsverdi som uttrykk for risiko (dette gjelder generelt, men bruk gjerne eksemplet over for å illustrere hva du mener).

Oppgave 2 (33 %)

Denne oppgaven handler om grunnleggende forståelse av risikokonseptet og alternative tenkemåter.

- a) Figuren under er basert på figur 3.1 i Terje Avens bok "Foundations of Risk Analysis". Figuren viser Avens anbefalte tilnærming til risikoanalyse. Forklar elementene i Avens anbefalte tilnærming ut fra figuren under. Bruk eksempler for å illustrere hva som inngår i de ulike boksene og notasjonene.



- b) Hans Petter Graver er kritisk til sannsynlighetsteori innenfor bevisvurdering i rettssaker. Fra side 195 og 200 i hans artikkel om bevisbedømmelse i Tidsskrift for Rettsvitenskap hefte nr. 2 i 2009:

”I denne artikkelen vil jeg se nærmere på om det egentlig er så stor forskjell i tilnærming mellom naturvitenskapelig metode og juridisk bevisvurdering som mange later til å tro. En annen problemstilling er sannsynlighetsteoriens plass i bevisbedømmelsen. Min tese er at vitenskapelige kjensgjerninger og sannsynlighetsteori utgjør rammer på samme måte som formell logikk, som bevisvurderingen må holde seg innenfor, men at dette ofte ikke er tilstrekkelig for bevisbedømmelsen. I bevisbedømmelsen må man ofte trekke slutninger som ikke er tvingende ut fra logikken eller som kan begrunnes ut fra sannsynlighetsteori, på samme måte som når man konstruerer teorier i natur- og samfunnsvitenskapene. Når disse slutningene ikke kan demonstreres som tvingende eller gyldige, må vi ha andre kriterier for å avgjøre om vi har gode eller mindre gode grunner til å tro på dem.”

”Dette viser at når vi velger mellom to alternativer som begge virker som gode forklaringer, eller uten å føle oss overbevist om noen av dem, så er tilnærmingen en annen enn den som legges til grunn i sannsynlighetsteori. Denne situasjonen kan vi ikke bare stå overfor i rettslig bevisvurdering, men også innenfor empiriske vitenskaper når vi skal utvikle hypoteser og forklaringer på grunnlag av observasjoner og data. Vår måte å resonnerer på stemmer rett og slett ikke med sannsynlighetsteoriens forutsetninger.”

Drøft hva som inngår i Gravers skepsis.

- c) Graver fremmer koherensteori som en egnet erstatning for å vurdere beviser. I artikkelen skriver han bl.a. dette om koherens (s. 217):

”Koherens betyr å henge sammen. Koherens innebærer mer enn at elementer som inngår i forklaringen ikke står i motstrid til hverandre. Koherens kan være et sterkere krav enn fravær av motstrid, og er dessuten graduelt – et sett av påstander som inngår i en teori eller en forklaring kan være mer eller mindre koherente. Motstrid mellom påstander i et slikt sett svekker koherensen, men fravær av motstrid er ikke nok til å gjøre det koherent.”

Drøft likheter og ulikheter i Avens anbefalte metode og Gravers fremstilling av koherensteori.

Oppgave 3 (33 %)

Ny forskrift om helse miljø og sikkerheten i petroleumsvirksomheten og på enkelte landanlegg (rammeforskriften) ble vedtatt i februar 2010, men har ennå ikke trådt i kraft. Blant de mange bestemmelsene i denne forskriften finnes følgende tre, som hver for seg viser tre ulike måter som lovgiver kan benytte for å styre sikkerheten:

§ 10. Forsvarlig virksomhet

Virksomheten skal være forsvarlig både ut fra en enkeltvis og samlet vurdering av alle faktorer som har betydning for planlegging og gjennomføring av virksomheten når det gjelder helse, miljø og sikkerhet. Det skal også tas hensyn til de enkelte virksomhetenes egenart, stedlige forhold og operasjonelle forutsetninger.

Et høyt nivå for helse, miljø og sikkerhet skal etableres, opprettholdes og videreutvikles.

§ 17. Plikt til å etablere, følge opp og videreutvikle styringssystem

Den ansvarlige skal etablere, følge opp og videreutvikle et styringssystem for å sikre etterlevelse av krav som er gitt i helse-, miljø- og sikkerhetslovgivningen.

Rettighetshaveren og eieren av landanlegg skal etablere, følge opp og videreutvikle et styringssystem for å sikre etterlevelse av krav gitt i helse-, miljø- og sikkerhetslovgivningen som er rettet mot rettighetshavere og eiere av landanlegg.

Arbeidstakerne skal medvirke ved etablering, oppfølging og videreutvikling av styringssystem.

§ 37 (annet ledd). Den alminnelige arbeidstiden

Den alminnelige arbeidstiden skal ikke overstige tolv timer i døgnet og 36 timer i uken i gjennomsnitt i løpet av en periode på høyst ett år. For arbeidstakere som jevnlig arbeider mer enn tre timer om natten skal den alminnelige arbeidstiden ikke overstige 8 timer i døgnet i gjennomsnitt i løpet av en periode på ett år.

- a) Beskriv hva som karakteriserer hver av disse tre regelverksteknikkene (de ulike måtene å formulere forskriftskrav på).
- b) Drøft muligheter og begrensninger, fordeler og ulemper med de ulike teknikkene i lys av teorier om risikostyring.