

Hva er egentlig et informativt risikobilde? Noen refleksjoner

Roger Flage
Universitetet i Stavanger
Proactima



Bakgrunn



“Usikkerhet i risikoanalyse”

Case: QRA for en platform

PhD-avhandling:
Contributions to the treatment of uncertainty in
risk assessment and management

Risikoanalyser i jernbanevirksomheten

Forskrift om krav til jernbanevirksomhet på det nasjonale jernbanenettet (sikkerhetsforskriften)

§ 5-2. Risikoanalyser

Jernbanevirksomheten skal planlegge og gjennomføre risikoanalyser som er nødvendige for at virksomheten drives sikkerhetsmessig forsvarlig. Risikoanalysene skal planlegges og gjennomføres på en systematisk og koordinert måte gjennom alle virksomhetsfaser.

Det skal gå klart fram hva som er formålet med den enkelte analysen og hvilke forutsetninger og avgrensninger som er lagt til grunn.

NS 5814:2008 Krav til risikovurderinger

3.4.2 Forutsetninger, antakelser og forenklinger

Alle forutsetninger, antakelser og forenklinger skal vurderes med hensyn på om de er rimelige og realistiske. Virkningen av hver forutsetning, antakelse og forenkling på analyseresultatene bør vurderes.

Mål og formål for en risikoanalyse

Etablere et informativt risikobilde

med det formål å

støtte beslutninger

for eksempel om risikoaksept og implementering av risikoreducerende tiltak i henhold til ALARP-prinsippet

- Hvor fulle tog skal vi tillate?



Universitetet
i Stavanger



Informativt risikobilde?

Dagens praksis

Risikobiled: Risikoindekser

Potential Loss of Life (PLL)

$$E[N(t)]$$

Fatal Accident Rate (FAR)

$$\frac{E[N(t)]}{t} \cdot 10^8$$

Individul Risk (IR)

$$P(X(t)=1)$$

Frequency-Number of fatalities (F-N) curve

$$\approx P(N \geq n)$$

Frequency of main safety function (MSF) impairment

$$\approx P(\text{MSF impairment})$$

- Escape ways
- Shelter area/Temporary refuge
- Evacuation systems
- Main structure integrity

N number of fatalities
t exposure time
X death by specific person

Dagens praksis

Liste med antagelser: Premisser for risikoanalysen

Antakelse: Vedlikeholdsprogram vil forhindre aldring av utstyr

Antakelse: Maksimalt antall personer om bord i en vogn er m

Antakelse: Antall brukere av plattformovergang pr. døgn er n

Dagens praksis

Sensitivitet

- I noen grad med hensyn til beslutningsparametere, for å kartlegge handlingsrom
- I mindre grad for hele spekteret av bakgrunnskunnskap, for eksempel
 - Alternative datakilder
 - Alternative modeller

Section X.Y: Uncertainty

“There are a number of sources of uncertainty in the risk assessment process.”

“Uncertainties exist in most elements of the risk analysis ... in top event frequencies ... in branch probability models ...”

“The absolute accuracy of the assessment is limited.”

Dagens praksis

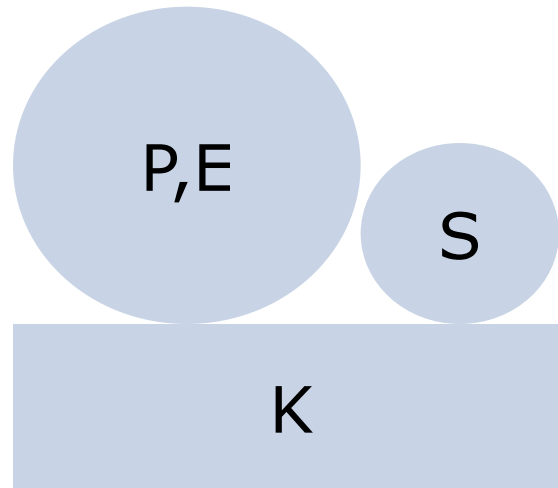
Konklusjoner

Risiko < Risikoakseptkriterier

→ "Den beregnede risikoen er funnet å være akseptabel."

Dagens praksis

Hovedkomponentene i risikobeskrivelsen



P	Probabilities
E	Expected values
S	Sensitivities
K	Background knowledge (list of assumptions)



Universitetet
i Stavanger



Informativt risikobilde?

Risiko og sårbarhet

A hendelser
C konsekvenser
U Usikkerhet

Risiko

(A, C, U)

Sårbarhet

$(C, U | A)$



Initierende hendelse

Eksempel: Risiko og sårbarhet

Risiko

A_1	Brann i passasjervogn
A_2	Avsporing
C	Antall omkomne
U	Brann? Avsporing? Antall omkomne?

Sårbarhet

$C A_1$	Antall omkomne gitt brann
$U A_1$	Antall omkomne gitt brann?

Beskrivelse av usikkerhet

- Sannsynlighet
- Semi-kvantitativ
- Øvre og nedre sannsynlighet
- "Possibility", "Belief", osv.

Risikobilde

Hovedkomponenter

- A hendelser
- C konsekvenser
- C* prediksjoner
- P sannsynligheter
- S sensitivitet
- U usikkerhet ut over P
- K Bakgrunnskunnskap

Sårbarhetsbilde

Hovedkomponenter

C

C*

P

S

U

K

A

Initierende hendelse

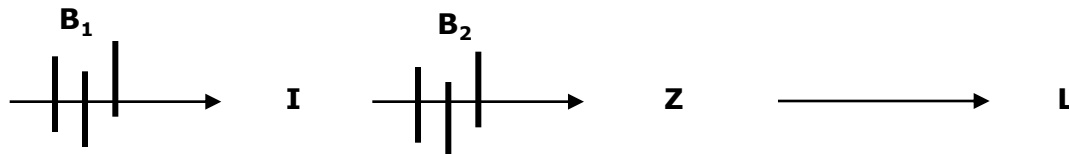
Risikobilde

Mer operasjonelle komponenter

A	I,B	B	barrier failures
		I	initiating events
C	Z,L	Z	physical quantities
		L	losses
C*	$c^*, [c_l^*, c_u^*]_p$	c^*	point predictions
		$[c_l^*, c_u^*]_p$	p% prediction intervals
P	P,E	P	probabilities (IR)
		E	expected values (PLL, FAR)
S			Forward approach
			Backwards approach
U			
K	Assumptions, models, data, analyst's/exspert's knowledge		

Risikobilde

Events and consequences



Uncertainty

$U(B_1|K)$ $U(I|K)$ $U(B_2|I,K)$ $U(Z|I,K)$ $U(L|K), U(L|I,K)$

Probabilities and expected values

$P(B_1|K)$ $P(I|K)$ $P(B_2|I,K)$ $E[Z|I,K]$ $E[L|K], E[L|I,K]$
 $P(Z \leq z|I,K)$ $P(L \leq l|K), P(L \leq l|I,K)$
 $P[z_l \leq Z \leq z_u|I,K]$ $P(l_l \leq L \leq l_u|K), P(l_l \leq L \leq l_u|I,K)$

Sensitivity and risk reducing measures

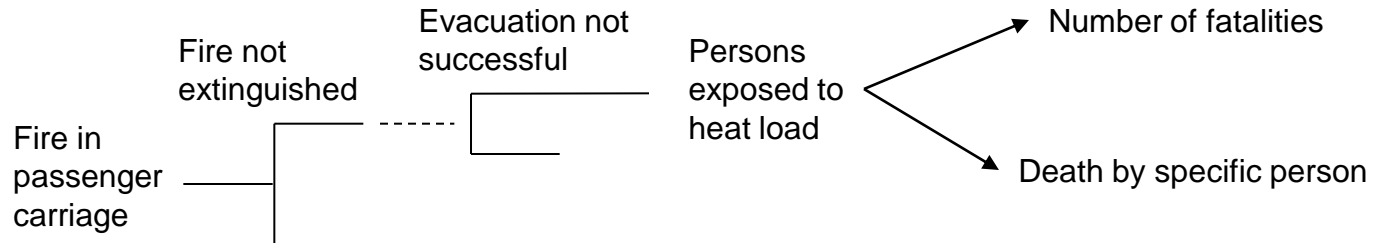
$P(B_1|K')$ $P(I|K')$ $P(B_2|I,K')$ $E[Z|I,K']$ $E[L|K'], E[L|I,K']$
 $P(Z \leq z|I,K')$ $P(L \leq l|K'), P(L \leq l|I,K')$
 $P[z_l \leq Z \leq z_u|I,K']$ $P(l_l \leq L \leq l_u|K'), P(l_l \leq L \leq l_u|I,K')$

Background knowledge

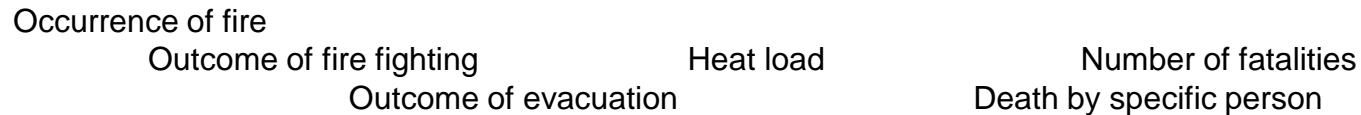
Analyst's knowledge
 Assumptions
 Models, data and experts used

Eksempel: Jernbane

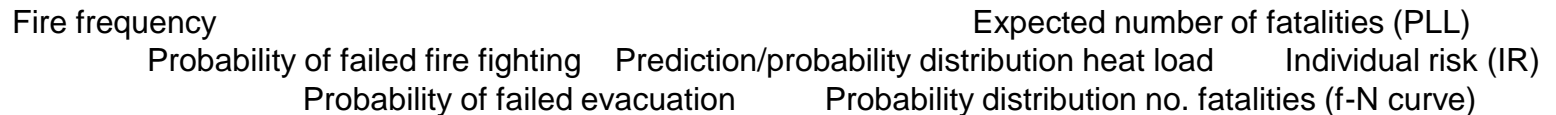
Events and consequences



Uncertainty



Probabilities and expected values



Sensitivity and risk reducing measures

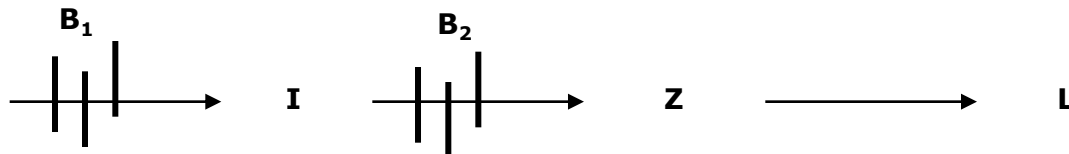
Effect on risk indices of altered input parameters and risk reduction measures

Background knowledge

Generic fire frequency
Event tree model
...
Heat load model
Passenger distribution assumption

Risikobilde

Events and consequences



Uncertainty

$U(B_1|K)$ $U(I|K)$ $U(B_2|I,K)$ $U(Z|I,K)$ $U(L|K), U(L|I,K)$

Probabilities and expected values

$P(B_1|K)$ $P(I|K)$ $P(B_2|I,K)$ $E[Z|I,K]$ $E[L|K], E[L|I,K]$
 $P(Z \leq z|I,K)$ $P(L \leq l|K), P(L \leq l|I,K)$
 $P[z_l \leq Z \leq z_u|I,K]$ $P(l_l \leq L \leq l_u|K), P(l_l \leq L \leq l_u|I,K)$

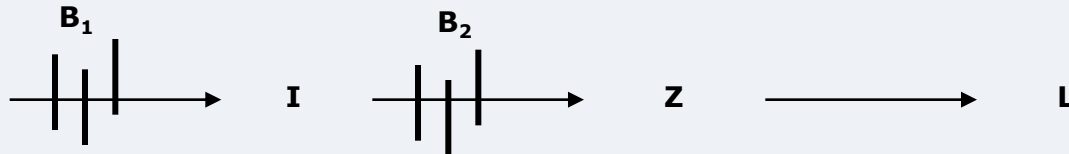
Sensitivity and risk reducing measures

$P(B_1|K')$ $P(I|K')$ $P(B_2|I,K')$ $E[Z|I,K']$ $E[L|K'], E[L|I,K']$
 $P(Z \leq z|I,K')$ $P(L \leq l|K'), P(L \leq l|I,K')$
 $P[z_l \leq Z \leq z_u|I,K']$ $P(l_l \leq L \leq l_u|K'), P(l_l \leq L \leq l_u|I,K')$

Background knowledge

Analyst's knowledge
 Assumptions
 Models, data and experts used

Events and consequences



Uncertainty

$U(B_1|K)$

$U(I|K)$

$U(B_2|I,K)$

$U(Z|I,K)$

$U(L|K), U(L|I,K)$

Probabilities and expected values

$P(B_1|K)$

$P(I|K)$

$P(B_2|I,K)$

$E[Z|I,K]$

$P(Z \leq z|I,K)$

$P[z_l \leq Z \leq z_u|I,K]$

$E[L|K], E[L|I,K]$

$P(L \leq l|K), P(L \leq l|I,K)$

$P(l_l \leq L \leq l_u|K), P(l_l \leq L \leq l_u|I,K)$

Sensitivity and risk reducing measures

$P(B_1|K')$

$P(I|K')$

$P(B_2|A,K')$

$E[Z|I,K']$

$P(Z \leq z|I,K')$

$P[z_l \leq Z \leq z_u|I,K']$

$E[L|K'], E[L|I,K']$

$P(L \leq l|K'), P(L \leq l|I,K')$

$P(l_l \leq L \leq l_u|K'), P(l_l \leq L \leq l_u|I,K')$

Background knowledge

Analyst's knowledge

Assumptions

Models, data and experts used

Hva om feil i K?

$$P(A|K)$$

$$C^* = E[C|K]$$

Usikkerheter "gjemt" i K

"Confounding factors"

"Conditional uncertainty"

Bakgrunnskunnskap (K)

Premissene for en QRA

K Antakelse: Vedlikeholdsprogram vil forhindre aldring av utstyr

K Antakelse: Maksimalt antall personer om bord i en vogn er m

K Antakelse: Antall brukere av plattform-overgang pr. døgn er n



Vurdering av usikkerhetsfaktorer

- Sensitivitet
- Kunnskapsnivå (grad av usikkerhet)
- Styrbarhet

Eksempel

K Antakelse: Antall brukere av plattform-
overgang pr. døgn n

- Sensitivitet
- Kunnskapsnivå (grad av usikkerhet)

Uncertainty factors

Classification: Sensitivity

Significant sensitivity

Relatively small changes in base case values result in altered conclusions (e.g. exceeded risk acceptance criterion).

Moderate sensitivity

Relatively large changes in base case values needed to bring about altered conclusions.

Minor sensitivity

Unrealistically large changes in base case values needed to bring about altered conclusions.

Uncertainty factors

Classification: Degree of uncertainty

Significant uncertainty

One or more of the following conditions are met:

- The phenomena involved are not well understood; models are non-existent or known/believed to give poor predictions.
- The assumptions made represent strong simplifications.
- Data are not available, or are unreliable.
- There is lack of agreement/consensus among experts.

Minor uncertainty

All of the following conditions are met:

- The phenomena involved are well understood; the models used are known to give predictions with the required accuracy.
- The assumptions made are seen as very reasonable.
- Much reliable data are available.
- There is broad agreement among experts.

Moderate uncertainty

Conditions between those characterising significant and minor uncertainty, e.g.:

- The phenomena involved are well understood, but the models used are considered simple/crude.
- Some reliable data are available.



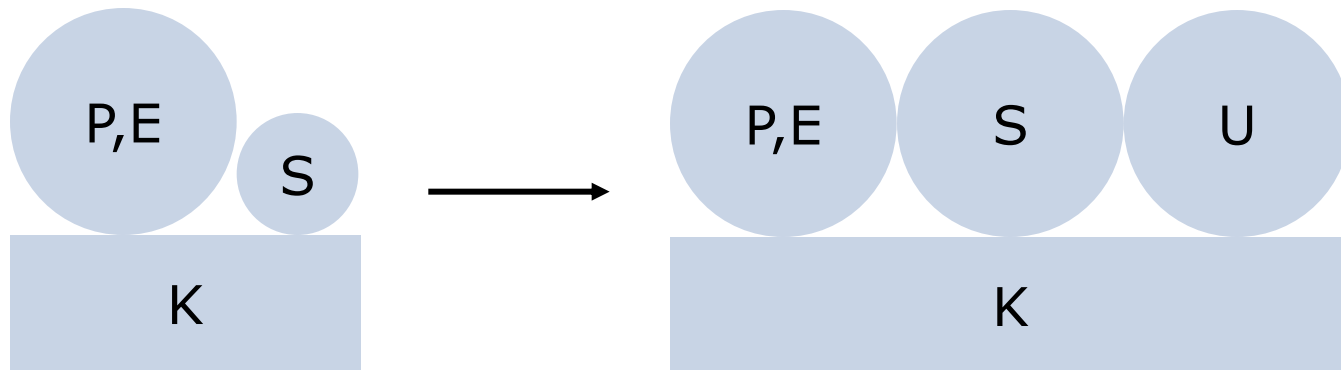
Usikkerhetsfaktorer

Fremstilling: Eksempel

Degree of sensitivity	Significant	9	3	2,3
	Moderate	8	6	1,5
	Low	7		
		Low	Moderate	Significant
	Degree of uncertainty			

Risikobilde

Justering av dagens tilnærming



P Probabilities
 E Expected values
 S Sensitivities
 K Background knowledge
 U Uncertainty factors

Risikobilde

1. Risikonivå, hovedbidragsytere og sensitivitet
2. Usikkerhetsfaktorer
3. Risikoreduserende tiltak



Universitetet
i Stavanger

Referanse

Roger Flage & Terje Aven

EXPRESSING AND COMMUNICATING UNCERTAINTY IN
RELATION TO QUANTITATIVE RISK ANALYSIS

Reliability & Risk Analysis: Theory & Applications.

Vol.2 No. 2 (part 1), 2009

[http://gnedenko-
forum.org/Journal/2009/022009/RATA_2_2009-01.pdf](http://gnedenko-forum.org/Journal/2009/022009/RATA_2_2009-01.pdf)

Takk for oppmerksomheten!



Universitetet
i Stavanger