



Aalto-yliopisto
Perustieteiden
korkeakoulu

Intervallitodennäköisyydet ja yhteisviat vikapuuanalyysissä (valmiin työn esittely)

Tomi Jussila

19.11.2012

Ohjaaja: DI Antti Toppila

Valvoja: Prof. Ahti Salo

Työn saa tallentaa ja julkistaa Aalto-yliopiston avoimilla verkkosivuilla. Muilta osin kaikki oikeudet pidätetään.

Tausta

Toppila ja Salo (2012) kehittäneet mallin, jossa komponenttien riskitärkeysmitat voidaan laskea vaikka komponenttien vikaantumistodennäköisyyksiä ei tunneta tarkasti

- Todennäköisyydet esitetään intervaleina niiden ala- ja ylärajan avulla
- Ei yhtä tiettyä arvoa riskitärkeysmittojen arvoille

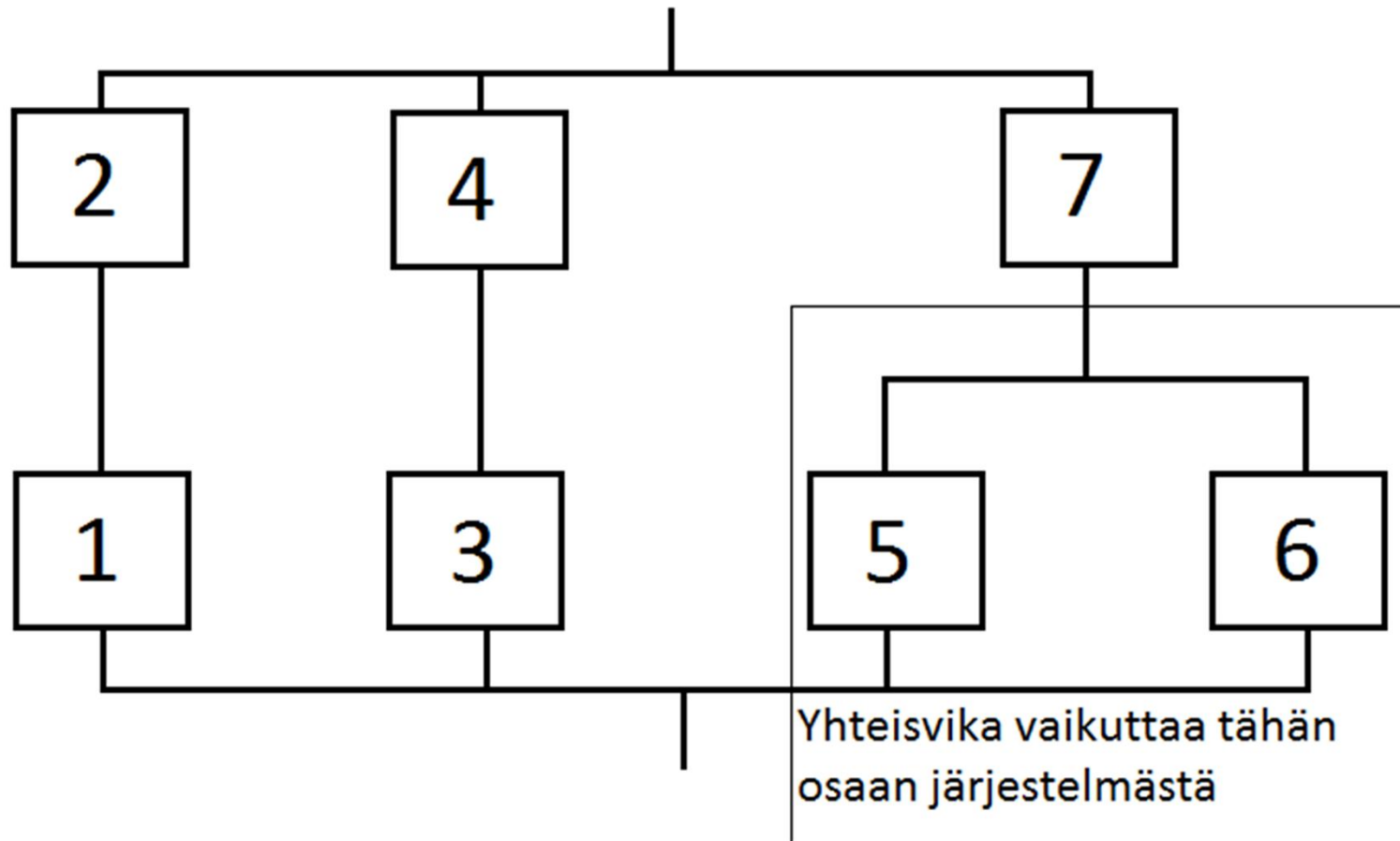
Työssä malli on laajennettu yhteisvikojen tarkasteluun

- Sama syy aiheuttaa samanaikaisesti useamman kuin yhden komponentin vikaantumisen

Betafaktorimalli (Fleming, 1975)

- Yhden parametrin yhteisvikamalli
- β -parametri on yhteisvikojen osuus kaikista vikaantumisista: $\beta = \mathbb{P}(\text{Yhteisvika}|\text{Vika})$
- Yhteisvika vikaannuttaa jokaisen komponentin
- A ja B kahden komponentin vikaantumiset, C yhteisvika
- $\mathbb{P}(A) = \mathbb{P}(B) = p$
- $\mathbb{P}(C) = p\beta$
- $\mathbb{P}(A|C^c) = \mathbb{P}(B|C^c) = (1 - \beta)p$
- $\mathbb{P}(A \cap B) = p\beta + (1 - p\beta)((1 - \beta)p)^2 \approx p\beta$, kun $p \ll \beta$

Esimerkkijärjestelmä



Komponenttien riskitärkeydet

- Komponenttien vikaantumisen todennäköisyys 0.002
- Riskitärkeys Fussell-Veselyn mitalla
 $I_{FV}(A) = \mathbb{P}(A|T)$
- Osa vikaantumista, joissa A osallisena

	$\beta=0$	$\beta=0.1$	$\beta=0.2$
1	0.5	0.5	0.5
2	0.5	0.5	0.5
3	0.5	0.5	0.5
4	0.5	0.5	0.5
5	0.002	0.09	0.167
6	0.002	0.09	0.167
7	0.998	0.91	0.833

Epävarmuus β -parametrissa

- Suurimman uskottavuuden estimaattori $\hat{\beta} = \frac{n_c}{n_t}$
- n_c havaitut yhteisviat, n_t havaitut viat yhteensä
- $n_c \sim Bin(\beta, n_t)$
- Etsitään väli, jolla yhteisvikojen määrä on 95 % varmuudella
- $\hat{\beta}$:n luottamusväli saadaan jakamalla yhteisvikojen määrän luottamusväli n_t :lla

Yhteisvikoja/ Havainnot	10/ 100	100/ 1000	200/ 2000
95 % luottamusvälin alaraja	0.04	0.081	0.0865
95 % luottamusvälin yläraja	0.16	0.119	0.1135

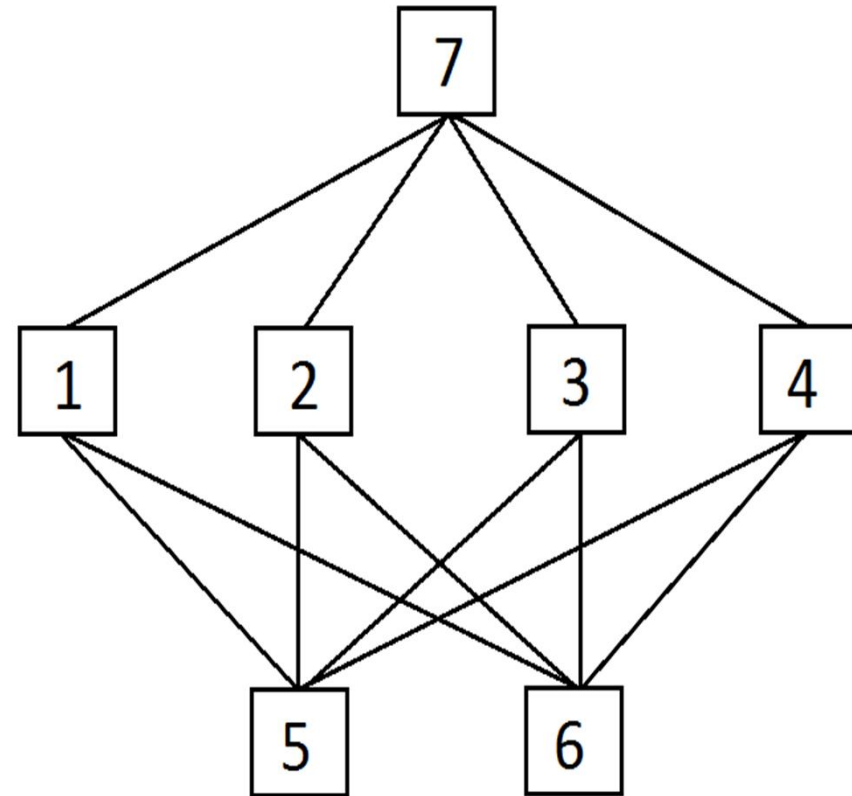
Dominanssit esimerkkitapauksessa

Dominanssit silloin kun
 $t_n:t = 0.002$ ja β välillä $[0.05, 0.15]$

Komponentti dominoi toista tietyn riskitärkeysmitan suhteen, jos

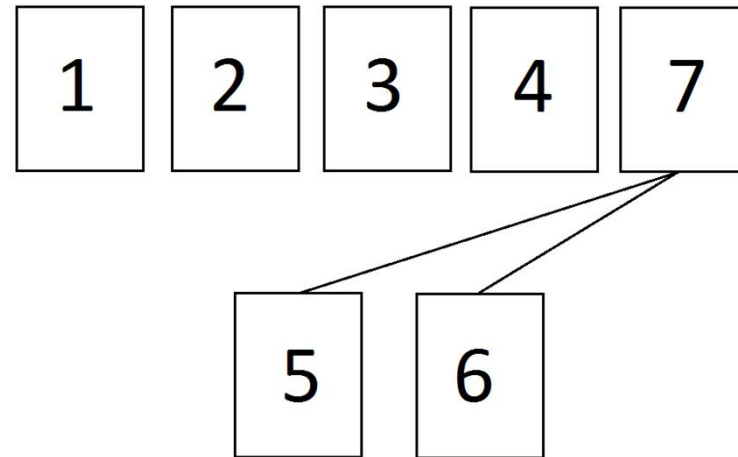
- se saa vähintään yhtä suuren riskitärkeysmitan arvon kaikilla käyvillä todennäköisyyksillä
- se saa suuremman arvon ainakin yhdellä käyvällä todennäköisyydellä

Dominoivan komponentin prioriteetti on suurempi kuin dominoidun, sillä sen riskitärkeys on aina suurempi



Dominanssit esimerkkitapauksessa

- t_n välillä [0.001,0.003]
- β :n välin pisteiden kasvaessa dominanssit katoavat (ylärajan ylittäessä 1/3)
- β :n välin pisteiden pienentyessä dominanssit kuten edellisellä kalvolla (ylärajan alittaessa 1/9)



Yhteenveto

- Yhteisviat vaikuttavat huomattavasti järjestelmän luotettavuuteen
- Yhteisvikojen mallintaminen vaatii paljon havaintoja, joita ei usein ole saatavilla tarpeeksi
- Malli ottaa epävarmuudet huomioon ja mahdollistaa komponenttien priorisoinnin

Viitteet

- Toppila, A., Salo, A., Prioritizing failure events in fault tree analysis using interval-valued probability estimates, Proceedings of the International Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management & Annual European Safety and Reliability Conference, 25.-29.6.2012, Helsinki
- Fleming, K.N., A reliability model for redundant safety systems, Proceedings of the Sixth Annual Conference on Modeling and Simulations, Instrument Society of America, 1975, Pittsburgh, PA.