

Tentti 11.4.2019

Kirjoita jokaiseen koepaperiin selvästi:

- MS-E2117 Riskianalyysi
- opintokirjan numero sekä sukunimi ja viralliset etunimet tekstaten
- koulutusohjelma ja vuosikurssi
- nimikirjoitus

Tentissä sallittu funktiolaskin, ei graafista laskinta.

1. Selitä seuraavat käsitteet lyhyesti:

- a) Heikennyspotentiaali (risk achievement worth)
- b) Homogeeninen Poisson-prosessi
- c) Binäärinen päätöskaavio (binary decision diagram, BDD)
- d) Riskien aggregointi
- e) ALARP (tai ALARA) -periaate
- f) Elinajanodotteen alenema (engl. loss of life expectancy)

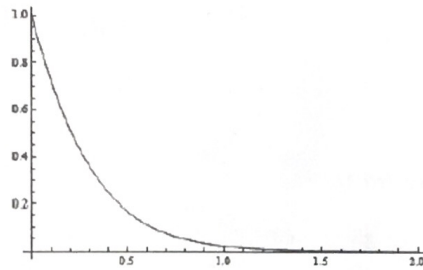
2. Pitävätkö seuraavat väittämät paikkansa? Esitä kussakin kohdassa perusteltu vastaus.

- a) Jos järjestelmä on koherentti, sen yksittäisten komponenttien kahdentaminen parantaa luotettavuutta enemmän kuin koko järjestelmän kahdentaminen.
- b) Eräperustaisessa (block replacement) uusimisessa joudutaan odotusarvoisesti vaihtamaan vähemmän komponentteja kuin vikaantumisperustaisessa (failure replacement).
- c) Myönteiset riskiviestit lisäävät luottamusta tyypillisesti enemmän kuin mitä kielteiset viestit vastaavasti heikentävät sitä.
- d) Vikaantumisintensiteettifunktio $\lambda(t)$ lähestyy ääretöntä, kun $t \rightarrow \infty$.
- e) Korjattavan komponentin keskimääräinen epäkäytettävyys lasketaan kaavalla $U = MTTF / (MTTF + MTTR)$, missä $MTTF$ = mean time to failure ja $MTTR$ = mean time to repair.
- f) Fussell-Vesely ei ole mielekäs riskimitta vikapuille, jossa on vain OR-portteja.

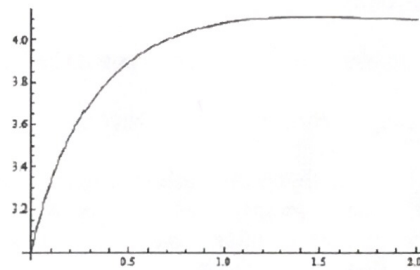
3. Komponentit A , B ja C muodostavat rinnakkaisjärjestelmän. Komponentti C vikaantuu todennäköisyydellä $P(C) = 0.3$ riippumatta komponenteista A ja B . Komponentit A ja B vikaantuvat todennäköisyydellä $P(A) = P(B) = 0.2$. Ne eivät kuitenkaan ole riippumattomia vaan niiden yhteisvikaantumista kuvaa beta-faktorimalli parametrilla $\beta = 0.1$. Määritä järjestelmän toimintatodennäköisyys sekä komponenttien Birnbaumin riskitärkeysmitat.

4. Vikaantumisaian tiheys-, kertymä-, riskitaajuus- ja eloonjäämisfunktiot ovat oheisissa kuvaajissa.

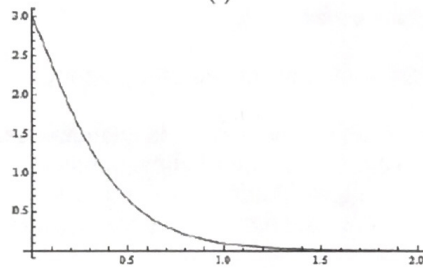
- Mikä kuvaaja vastaa mitäkin funktiota? Perustele kukin valinta.
- Voiko vikaantumisaika olla eksponentiaalijakautunut? Perustele.
- Millä todennäköisyydellä järjestelmä vikaantuu yli 0.6 aikayksikön kuluttua, kun se toimii hetkellä 0.2? Arvioi kuvasta tarvittavat todennäköisyydet 2 desimaalin tarkkuudella.



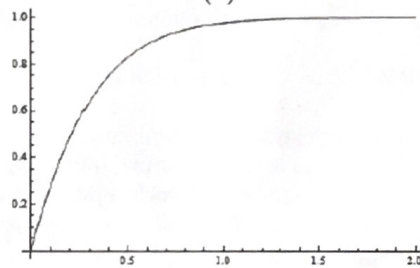
(i)



(ii)



(iii)



(iv)

5. Voimalan molempien turvajärjestelmien A ja B on toimittava, jotta alkutapahtuman I aikaansaavat haitat saadaan estettyä. Mikäli ainoastaan A ei toimi, niin seurauksena on menetys x ja mikäli ainoastaan B ei toimi, niin seurauksena on menetys $5x$. Molempien turvajärjestelmien pettäessä on seurauksena menetys $100x$.

- Muodosta tapahtumapuun, joka kuvaa mahdolliset skenaariot.
- Turvajärjestelmät A ja B koostuvat komponenteista n , m , h ja k ja niiden minimikatkosjoukot kuvattuna Boolean yhtälöillä ovat $A = m + n \cdot h$ ja $B = k + m \cdot n$. Määritä koko järjestelmän minimikatkosjoukot turvajärjestelmien yhtälöiden A ja B sekä tapahtumapuusta saatujen vikaskenaarioiden avulla.
- Laske tapahtumapuun vikaskenaarioiden esiintymistaajuuudet, kun n , m , h ja k tapahtuvat kaikki todennäköisyydellä 0.01. Alkutapahtumataajuus on $f(I) = 0.1$ per vuosi.
- Laske ja piirrä alkutapahtuman aiheuttama riski voimalalle x :n funktiona.