

Tentti 19.4.2023

Kirjoita jokaiseen koepaperiin selvästi:

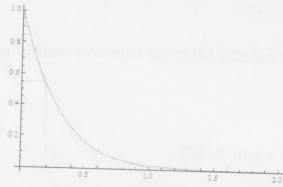
- MS-E2117 Riskianalyysi
- opintokirjan numero sekä sukunimi ja viralliset etunimet tekstaten
- koulutusohjelma ja vuosikurssi
- nimikirjoitus

Tentissä sallittu funktiolaskin. Kännykkää tai muita laitteita, joihin voi tallentaa muistiinpanoja tai voi olla yhteydessä internettiin, ei saa käyttää.

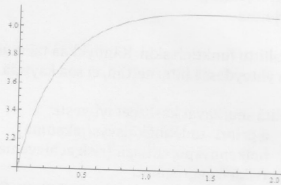
1. Selitä seuraavat käsitteet lyhyesti:
 - a) á priori -todennäköisyys (jakauma)
 - b) heikennyspotentiaali (risk achievement worth, RAW)
 - c) riskien aggregointi
 - d) yhteisvika (Common Cause Failure, CCF)
 - e) minimitoimintapolku
 - f) Farmerin käyrä
2. Pitävätkö seuraavat väittämät paikkansa? Esitä kussakin kohdassa perusteltu vastaus.
 - a) Vikapuuta kuvaavassa binaarisessa päätöskaavioissa (binary decision diagram, BDD) mikä tahansa polku huipputapahtumasta johonkin alemman tason ykköshaaraan vastaa vikapuun minimikatkosjoukkoa.
 - b) Rinnakkaisjärjestelmän minimikatkosjoukkojen todennäköisyyksien summa antaa tarkan arvon rinnakkaisjärjestelmän vikaantumistodennäköisyydelle.
 - c) Mitä pienempi riskitehokkuusluku (risk-effectiveness measure) jollakin riskienhallintatoimenpiteellä on, sen parempi tämä toimenpide on suhteessa muihin riskienhallintatoimenpiteisiin.
 - d) **Kolmannen** tason todennäköisyyspohjaisessa turvallisuusanalyysissä (PSA) (todennäköisyysperustaisessa riskianalyysissä (PRA)) arvioidaan muun muassa onnettomuusketjujen seuraamusten terveys- ja ympäristövaikutukset.
 - e) ALARA (As Low As Reasonably Achievable) -periaatetta noudatettaessa ollaan valmiit hyväksymään kalliimpia turvallisuusratkaisuja kuin BAT (Best Available Technology) -periaatetta noudatettaessa.
 - f) Ihmisiä, jotka pelaavat lottoa (tai vastaavia uhkapelejä), voidaan kutsua riskihakuisiksi (engl. risk seeking)

3. Vikaantumisaajan tiheys-, kertymä-, riskitaajuus- ja eloonjäämisfunktiot ovat oheisissa kuvaajissa.

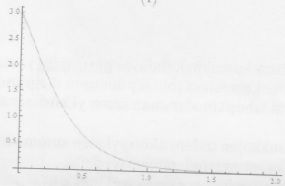
- Mikä kuvaaja vastaa mitäkin funktiota? Perustele kukin valinta.
- Voiko vikaantumisaika olla eksponentiaalijakautunut? Perustele.
- Millä todennäköisyydellä järjestelmä vikaantuu yli 0.6 aikayksikön kuluttua, kun se toimii hetkellä 0.2? Arvioi kuvasta tarvittavat todennäköisyydet 2 desimaalin tarkkuudella.



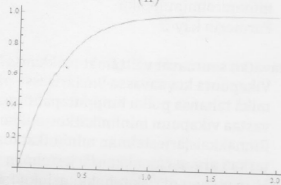
(i)



(ii)

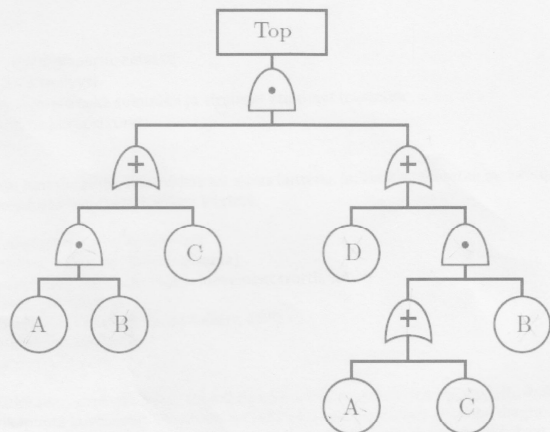


(iii)



(iv)

4. Alla on kuvattu järjestelmä.



- Muodosta järjestelmän tapahtumapuu
 - Etsi kaikki minimikatkosjoukot sekä minimitoimintajoukot
 - Oletetaan, että komponentit $\{A, B, C, D\}$ vikaantuvat toisistaan riippumatta todennäköisyydellä 0.03. Laske huipputapahtuman todennäköisyys.
5. Käytetty ydinpolttoaine aiotaan loppusijoittaa Suomessa sulkemalla polttoaineniput kuparikapseleihin, jotka haudataan maan alle peruskallioon. Kapselin ulkokuori koostuu kahdesta osasta: sylinteri ja kapselin kansi. Kapselointiprosessissa, sen jälkeen kun polttoaineniput on ladattu sylinteriin, suljetaan kapseli hitsaamalla kansi kiinni sylinteriin.

Olkoon p todennäköisyys, että hitsaus on epätäydellinen (hitsauma ei täytä eheysvaatimuksia) ja olkoon q todennäköisyys, että epätäydellistä hitsausta ei havaita hitsauksen jälkeisessä tarkastuksessa. Loppusijoitettavia kapseleita valmistetaan n kappaletta.

- Mikä on loppusijoitukseen menevien viallisten kapseleiden todennäköisyysjakauma, $P(X = x), x = 0, \dots, n$?
- Mitä jakaumatyyppiä X :n jakauma on?
- Mikä on X :n odotusarvo?
- Mikä on todennäköisyys, että loppusijoitukseen menee enemmän kuin yksi viallinen kapseli, $P(X > 1)$?
- Oletetaan, että voit parantaa joko hitsauksen luotettavuutta puolittamalla p tai tarkituksen luotettavuutta puolittamalla q . Kumman todennäköisyyden puolittamisesta on enemmän hyötyä?

Arvostelu: Kohdat a-d) 1p, kohta e) 2p