

**Käyttövarmuuden ja kunnossapidon perusteet, KSU-4310: Tentti ma 19.1.2009**

Huom. Vastaus vain viiteen kysymykseen. Funktio- ja/tai ohjelmoitavan laskimen, muistiinpanojen, luentomonisteiden ja kirjallisuuden käyttö tenttitilaisuudessa on sallittu.

Tehtävä 1:

Erään osan keston hasardifunktio on  $h(x) = \sqrt{x}$ . a) Johda tiheysfunktio  $f(x)$ , kertymäfunktio  $F(x)$ , luotettavuusfunktio  $R(t)$  ja kvantiilifunktio  $Q(u)$ . b) Tee kahden vikaantumisajan arvon simulointi käyttäen satunnaissiemeninä kahta eri lukua (tarkkuudeksi riittää kummallekin kaksi desimaalia). c) Miten generoit b-kohdan satunnaissiemenet käytännössä?

Tehtävä 2:

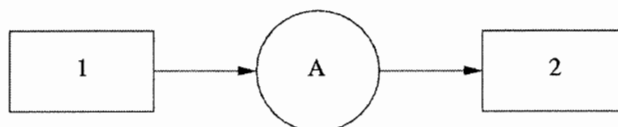
Erään syöttövesipumpun liukurengastiivisteet vaihdetaan, kun vika havaitaan tai viimeistään huolto-ohjeen mukaisena ajankohtana. Oheisessa taulukossa on kunnossapito-organisaatiolta saatu tilasto pumpun liukurengastiivisteiden vaihdoista.

Tiivisteiden sijainti pumpussa	Vaihtoajankohta	Käyttöaika [h]	Vaihdon syy
VAPAA PÄÄ	29.12.1983	10361.00	vuoto ulos
VAPAA PÄÄ	22.5.1985	7159.00	perushuolto
VAPAA PÄÄ	21.6.1986	8402.00	vuoto ulos
VAPAA PÄÄ	11.5.1990	28683.00	perushuolto
VAPAA PÄÄ	9.10.1995	34077.00	vuoto 100-C
VAPAA PÄÄ	15.5.1996	382.00	perushuolto
VAPAA PÄÄ	3.11.1997	9071.00	vuoto 63-C
VAPAA PÄÄ	9.5.1998	4805.00	LR-huolto
KYTKIMEN PÄÄ	5.2.2000	14000.00	Kytkimenpuoleisen liukurengastiivisteiden vaihto. Vuoto 62 °C
KYTKIMEN PÄÄ	12.5.2000	16800.00	Pumpun huolto ohjeen mukaan.
VAPAA PÄÄ	12.5.2000	16800.00	Pumpun huolto ohjeen mukaan.

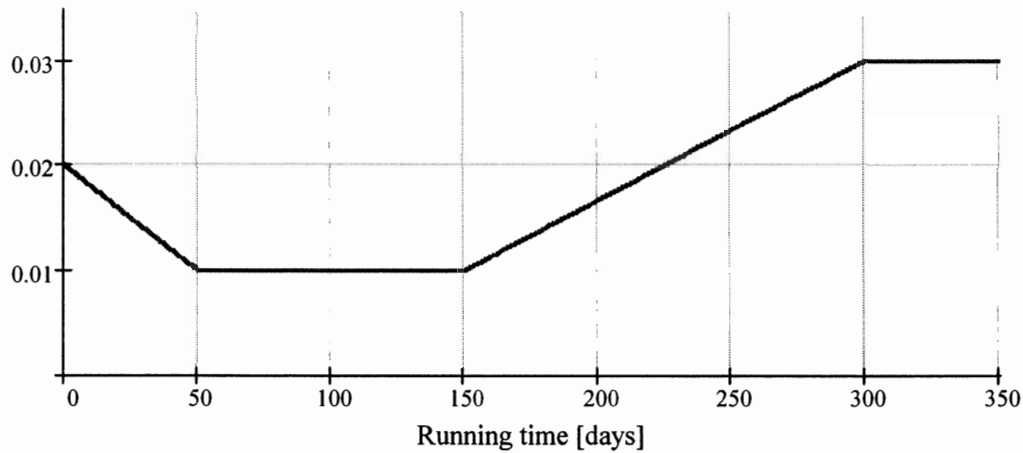
a) Liukurengastiivisteiden vioittuminen halutaan mallintaa soveltaen sensuroidulle datalle Kaplan-Meier menetelmää, joka tarvitsee syöttötiedoikseen ei-sensuroidut ja sensuroidut vikaantumisajat. Laadi taulukko, jossa esität omissa sarakkeissaan ei-sensuroidut ja sensuroidut vikaantumisajat. b) Määritä ei-sensuroidun datan otoskertymäfunktio  $F_n(x)$  ja piirrä sen kuvaaja. Oletetaan, että pumpun molempien päiden liukurengastiivisteet käyvät samalla rasiuksella.

Tehtävä 3:

Laitte 1 tuottaa etanolia  $C_2H_5OH$  varastosäiliöön A ajan funktiona nopeudella  $100+10 \cos(\pi \cdot t)$   $m^3/h$ . Hetkellä  $t = 0$  h säiliössä on  $250 m^3$  etanolia. 4 h kuluttua laitteella 1 on suunniteltu huoltoseisokki, jonka kesto on 8 h. Laitteen 2 etanolin kulutusnopeutta voidaan säätää välillä  $[0,100] m^3/h$ . Millä vakionopeudella laitetta 2 tulisi ajaa hetkestä  $t = 0$  h lähtien, kun tavoitteena on, että huoltoseisokin lopussa säiliössä on  $50 m^3$  etanolia? Säiliön tilavuus on  $800 m^3$ .



**Tehtävä 4:** Alla oleva kuvaaja esittää laitteen tavoitteeksi asetettua vikataajuusfunktiota (rate of occurrence of failures). Laite koostuu kahdesta osakokonaisuudesta 1 ja 2 joista kumpi tahansa vikaantuessaan pysäyttää laitteen. Laske kuinka monta kertaa osakokonaisuudet 1 ja 2 saavat vikaantua, jotta laitteelle asetettu luotettavuus 350 käyttöpäivän ajalle toteutuu.



**Tehtävä 5:**

Varastoitavaa osaa käytetään kahdessa käyttökohteessa. Toisessa kohteessa on kaksi osaa käytössä ja toisessa yksi. Kohteessa jossa on kaksi osaa käytössä, tullaan varastosta hakemaan uudet osat vasta kun molemmat osat ovat vikaantuneet. Molemmissa käyttökohteissa käytettävien osien vikaantumisaajan kertymäfunktiot ovat  $F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta}$ , missä  $\beta = 2$  ja  $\alpha = 1000$ . Laske varaston palveluaste, kun osan toimitusaika tilauksesta varastoon on 100 ja tilauspiste on 0.

**Tehtävä 6:**

Laadi alla olevasta logiikkakaaviosta logiikkamatriisi ja laske tapahtumien 7, 8 ja 9 todennäköisyydet.

