



Aalto-yliopisto
Perustieteiden
korkeakoulu

Turvallisuudelle tärkeiden laitteiden koestusten merkitys vikojen havaitsemisessa (Valmis työ)

Raul Kleinberg 12.3.2012

Ohjaaja: *Suunnittelupäällikkö Kalle Jänkälä*

Valvoja: *Prof. Ahti Salo*

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

Sisältö

- Tausta
- Tavoitteet
- Laitetyypit ja vikatyypit
- Tarkasteluhistoria ja vikojen määrä
- Vikaantumisten havaitsemistavat ja niiden osuudet
- Tulokset
 - Järjestelmille
 - Laitetyypeille
 - Mittauksille
- Yhteenveto

Tausta

- Loviisan ydinvoimalaitoksella tuhansia erilaisia turvallisuudelle tärkeitä laitteita
- Koestuksilla varmistetaan laitteiden toimintakuntoisuus
- Laitteille sattuu käyttöhistoriansa aikana vikaantumisia
- Varalla olevien laitteiden vikaantumiset havaitaan yleensä koestuksissa
 - Vikaantumisia havaitaan myös muilla tavoilla

Työn tavoitteena

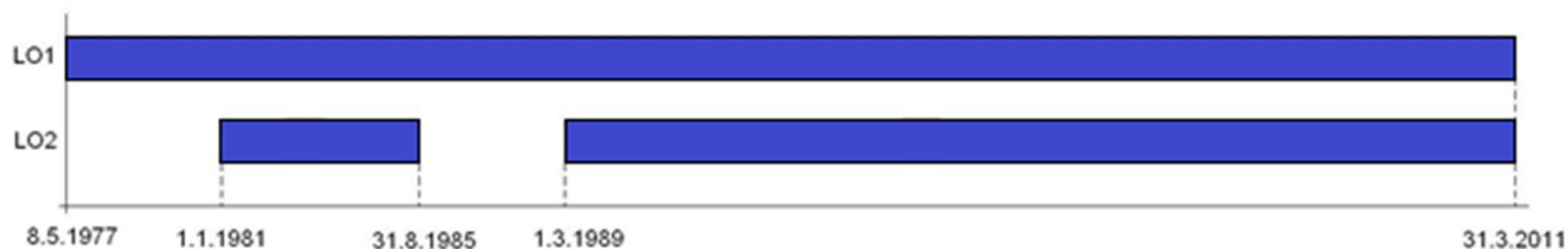
- Kartoittaa laitteiden ja komponenttien vikaantumisten havaitsemistavat
- Selvittää eri havaitsemistapojen osuus vikojen havaitsemisessa
 - Erityisesti tarkastella määräaikaiskoestusten roolia
- Tutkia miten vikoja havaitaan
 - laitetyypeittäin
 - järjestelmittäin
 - mittauksille

Laitetyypit ja vikatyypit

- Tarkasteltavina laitetyppeinä
 - Venttiilit
 - Pumput
 - Dieselgeneraattorit
 - Mittaukset
- Vain kriittiset vikaantumiset huomioitu
- Tarkasteltavina vikatyyppeinä
 - Epäonnistunut sulkeutuminen tai avautuminen (venttiilit)
 - Epäonnistunut käynnistyminen (pumput)
 - Epäonnistunut käynnistyminen (dieselgeneraattorit)
 - Epäonnistunut signaali (mittaukset)

Tarkasteluhistoria ja vikojen määrä

- Vikahistoriaa käytössä kummankin laitoksen käytön alusta
- Laitoksella otettiin 1.3.1989 käyttöön ATK-pohjainen työsuunnittelujärjestelmä
 - Järjestelmästä vikatiedot saadaan suoraan koodattuna vikaistoriana



- Vikaantumisia laitteille 527 kappaletta ja mittauksille 197 kappaletta

Vikaantumisten havaitsemistavat ja niiden osuudet

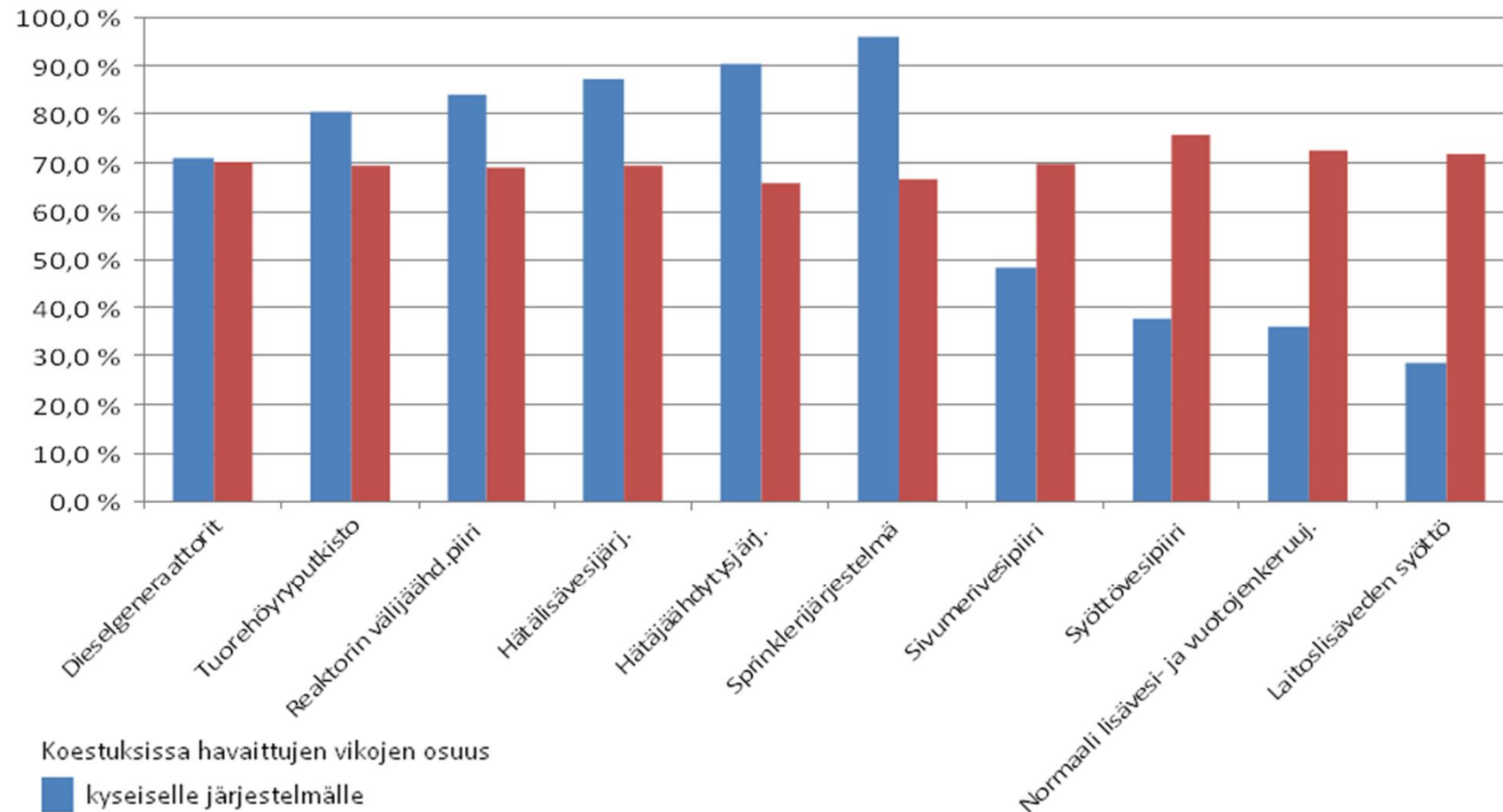
- Yhdeksän eri kategorialla

1. Oireista valvomossa	14,2 %
2. Muuten havaittu (välit. vian synnyttyä)	5,3 %
3. Vuorokierroksella	1,3 %
4. Määräaikaiskoestuksen yhteydessä	68,3 %
5. Ennakkohuoltotyön yhteydessä	0,9 %
6. Käyttötarpeen tullessa	7,0 %
7. Kunnon/laadunvalvonnan yhteydessä	0,6 %
8. Korjauksen tai sen jälk. koekäytön yht.	1,9 %
9. Satunnaisesti	0,4 %

Tulokset järjestelmille

- Mukana yhteensä 13 eri järjestelmää, joista 10:llä riittävästi vikatapauksia tilastolliseen tutkimukseen
 - EY Dieselgeneraattorit
 - RA Tuorehöyryputkisto
 - RL Syöttövesipiiri
 - RV Laitosisäveden syöttö
 - TF Reaktorin välijäähdytyspiiri
 - TH Hätäähdytysjärjestelmä
 - TJ Hätälisävesijärjestelmä
 - TK Normaali lisävesi- ja vuotojenkeruujärjestelmä
 - TQ Sprinklerijärjestelmä
 - VF Sivumerivesipiiri

Määräaikaiskoestusten merkitys



Koetuksissa havaittujen vikojen osuus

- kyseiselle järjestelmälle
- kaikille muille järjestelmille

Määräaikaistestien merkitys

- Onko osuuksissa tilastollisesti merkitsevää eroa?
- Ei eroa:
 - EY Dieselgeneraattorit
 - RA Tuorehöyryputkisto
- Suurempi
 - TF Reaktorin välijäähdytyspiiri
 - TJ Hätälisävesijärjestelmä
 - TH Hätäjäähdytysjärjestelmä
 - TQ Sprinklerijärjestelmä
- Pienempi
 - VF Sivumerivesipiiri
 - RL Syöttövesipiiri
 - TK Normaali lisävesi- ja vuotojenkeruujärjestelmä
 - RV Laitoslisäveden syöttö

Tulokset laitetyypeille

Laitetyyppi	Määräaikaiskoestuksissa havaittujen vikojen osuus	
Venttiilit	59,2 %	(132/223)
Pumput	71,2 %	(42/59)
Dieselgeneraattorit	69,1 %	(56/81)

- Pumppujen suurempi osuus verrattuna dieselgeneraattoreihin tilastollisesti merkitsevä
- Muiden laiteparien kohdalla ei merkitseviä eroja

Tulokset laitteiden alatyypeille

– Venttiilit:

- 6 alatyyppeä: takaisku-, eristys-, paineenalennus-, magneetti-, moottori- ja säätöventtiilit
- Takaisku-, eristys-, paineenalennus- ja magneettiventtiileillä vähän vikaantumisia
- Moottoriventtiileillä määräaikaistestauksissa havaittujen vikojen osuus suurempi kuin säätöventtiileillä

– Pumput

- Jakautuvat vuoroittaikäytössä oleviin ja varalla oleviin
- Ei eroa määräaikaistestauksissa havaittujen vikojen osuuksissa

– Dieselgeneraattorit

- Jakautuvat automaatiovikoihin ja muihin vikoihin
- Ei eroa määräaikaistestauksissa havaittujen vikojen osuuksissa

Tulokset mittauksille

- Mittauksille erillinen tarkastelu
- Yhteensä 197 vikaantumista
- Hyvin erilaiset tulokset verrattuna muihin laitteisiin
- Selvästi suurin osa vioista havaitaan oireista valvomossa

	Oireista valvomossa havaittujen vikojen osuus	Määräaikaiskoestuksissa havaittujen vikojen osuus
Mittaukset	78,2 % (154/197)	6,1 % (12/154)

Tulokset mittauksien alatyypeille

- Mittausten alatyyppejä paine-, pinnan-, ja lämpötilamittaukset sekä termostaatit
- Termostaateilla ei riittävästi vikatapauksia johtopäätösten tekoa varten
- Oireista valvomossa havaittujen vikojen osuuksissa ei tilastollisesti merkitseviä eroja
- Myös jokaisella alatyyppillä määräaikaistestusten rooli pieni

Yhteenveto

- Määräaikaiskoestuksilla tärkeä rooli
- Eri järjestelmien välillä tilastollisesti merkitseviä eroja määräaikaiskoestuksissa havaittujen vikojen osuuksissa
- Laitetyyppien välillä erot pienempiä
- Laitteiden alatyypin välillä erot myös pieniä
- Mittausten kohdalla tulokset hyvin erilaisia kuin muilla laitteilla
- Tarkastelun pohjalta voidaan vetää johtopäätöksiä vain kriittisistä vioista