
Loviisan automaatiouudistus

ASAF teemapäivä 22.5.2014

Sami Matinaho

Design Engineer, I&C

Fortum, Nuclear & Thermal Power Division, NECON

Automaatiouudistuksen toimittaja vaihtui 21.5.2014

- Fortum vaihtaa Loviisan ydinvoimalan turvallisuusautomaation rakentajan Talouselämä 14:54, 21.5.
- Areva-Siemens jäi rannalle – Rolls-Royce tekee Loviisan ydinvoimalan automaatiouudistuksen Taloussanomien 13:08, 21.5.
- Fortum antoi Areva-Siemensille paketin tilalle Rolls-Royce MTV.fi 13:06, 21.5.
- Fortum hylkäsi Areva-yhteistyön Loviisan uudistuksessa Iltalehti 13:05, 21.5.
- Fortumin hermo petti: Brittifirma hoitaa Loviisan uudistuksen loppuun Turun Sanomat 12:54, 21.5.
- Fortum näytti Areva-Siemensille ovea Loviisassa Talouselämä 12:17, 21.5.



Fortum tänään

Nr 3  Sähkön-
tuotanto

Nr 1  Lämpö

Nr 2  Jakelu

Nr 2  Sähkön
myynti

Pohjoismaat

Sähköntuotanto 46,5 TWh
Lämmön myynti 13,9 TWh
Sähkönjakeluasiakkaat 1,6 milj.
Sähköasiakkaat 1,2 milj.

2013 lyhyesti

Liikevaihto 5,3 miljardia euroa
Liikevoitto 1,5 miljardia euroa
Tase 23 miljardia euroa
Henkilöstö 9 200

Venäjä

OAQ Fortum

Sähköntuotanto 20,0 TWh
Lämmön myynti 24,2 TWh

Lisäksi, ~25 % osuus TGC-1:stä

Iso-Britannia

Sähköntuotanto 1,0 TWh
Lämmön myynti 1,8 TWh

Puola

Sähköntuotanto 0,6 TWh
Lämmön myynti 4,0 TWh

Baltian maat

Sähköntuotanto 0,5 TWh
Lämmön myynti 1,1 TWh

Intia**

Sähköntuotanto ~9 GWh

Fortum tänään



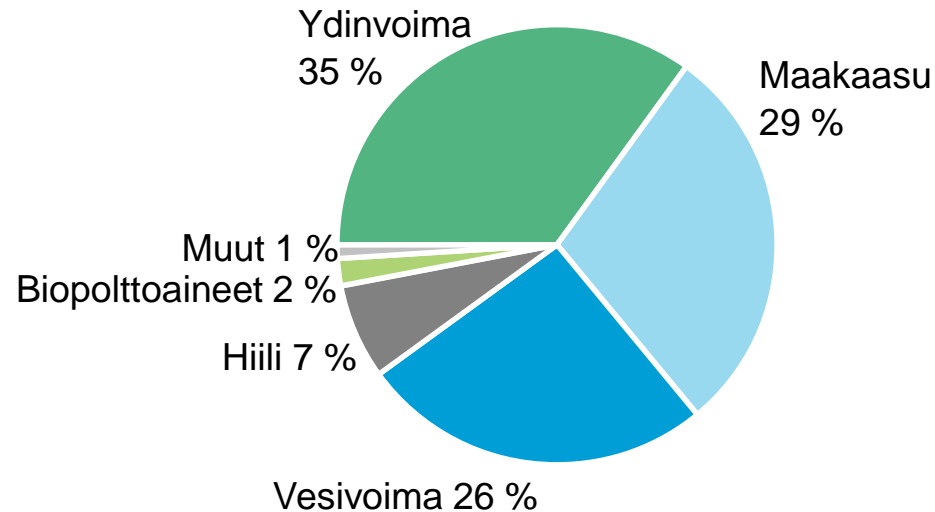
Power and Technology

- Vesi-, ydin- ja lämpövoimatuotanto
- Asiantuntijapalveluita tarjoava Power Solutions
- Tuotannon ohjaus ja trading
- Tutkimus-, kehitys- ja teknologiatoiminnot

Segmentti koostuu kahdesta liiketoiminta-alueesta:

- **Hydro Power and Technology**
- **Nuclear and Thermal Power**

Fortumin sähköntuotanto



Ydinvoimaa 23,7 TWh vuonna 2013

Loviisan ydinvoimalaitos 992 MW

Osaomisteinen ydinvoima 2284 MW

(Olkiluoto 1 ja 2, Forsmark 1-3, Oskarshamn 1-3)

Loviisan voimalaitos

- Fortum Power and Heat Oy
- Laitostyyppi VVER-440
- Käyttöönotto
 - Loviisa 1 helmikuussa 1977
 - Loviisa 2 marraskuussa 1980
- Käyttölupa voimassa
 - Loviisa 1 vuoteen 2027
 - Loviisa 2 vuoteen 2030
- Brutto(netto)teho
 - 2 x 520 (496) MW
- Sähköntuotanto 8,04 TWh (2013)
- Käyttökerroin 92,5 % (2013)

Loviisan yksiköiden nimellisteho (netto) on vuosien saatossa noussut 445 => 496 MW



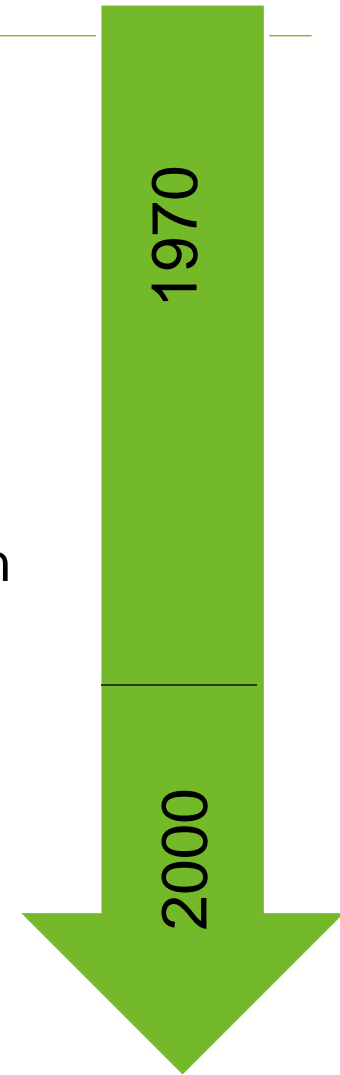
Loviisan voimalaitos

- Primääripiirin pääjärjestelmät ja -komponentit:
 - reaktorisydän (polttoaineniput)
 - reaktorin paineastia
 - paineentasausjärjestelmä
 - 6 kiertopiiriä (höyrystin, pääkiertopumppu, 2 sulkuventtiiliä ja pääkiertoputkisto)



Loviisan voimalaitos – jatkuvaa parantamista

- Aikojen saatossa molemmille laitosesyksiköille on tehty lukuisia turvallisuuteen ja käyttöön vaikuttavia parannuksia
- Tavoitteena on ollut 50 vuoden käyttöikä
- Nykyinen automaatio on venäläistä ja saksalaista 1970-luvun tekniikkaa
- 2000-luvun alussa alettiin valmistella automaatiouudistusta
- Fortum allekirjoitti sopimuksen Framatome ANP:n and Siemens AG:n muodostaman konsortion kanssa joulukuussa 2004, LARA



Loviisan automaatiouudistus

- Uudistus oli tarkoitus tehdä neljässä vaiheessa
- Alkuperäinen vaiheistus suunniteltiin uudestaan kesken projektin
 - Aloitus vaiheen 1 pienemmällä “testilaaajuudella” kokemusten keräämiseksi
 - Muutoslaajuus per revisio mahdollisimman pieni
 - Väliaikaisten ratkaisujen tarpeen vähentäminen vaiheiden välillä
 - Laitosyksiköt uudistetaan peräkkäisinä vuosina, jolloin LO1 kohdalla esiin tulleet virheet voidaan korjata ennen LO2 käyttöönottoa



LARA-projekti, mikä muuttuu?

Automaatioaste

- Pysyy ennallaan

Suojaus- ja käyttöautomaatio

- Uudistetaan

Suojaustoiminnot

- Pysyvät pääosin ennallaan

Valvomo ja automaatiokaapit

- Uudistetaan

Instrumentointi

- Pieniä uudistuksia

Kytkinlaitos

- Pysyy ennallaan

Uusi tilanne 21.5.2014, mikä muuttuu?

Automaatioaste

- Pysyy ennallaan

Suojaus- ja käyttöautomaatio

- Uudistetaan **osittain**

Suojaustoiminnot

- Pysyvät pääosin ennallaan

Valvomo ja automaatiokaapit

- Uudistetaan **osittain**

Instrumentointi

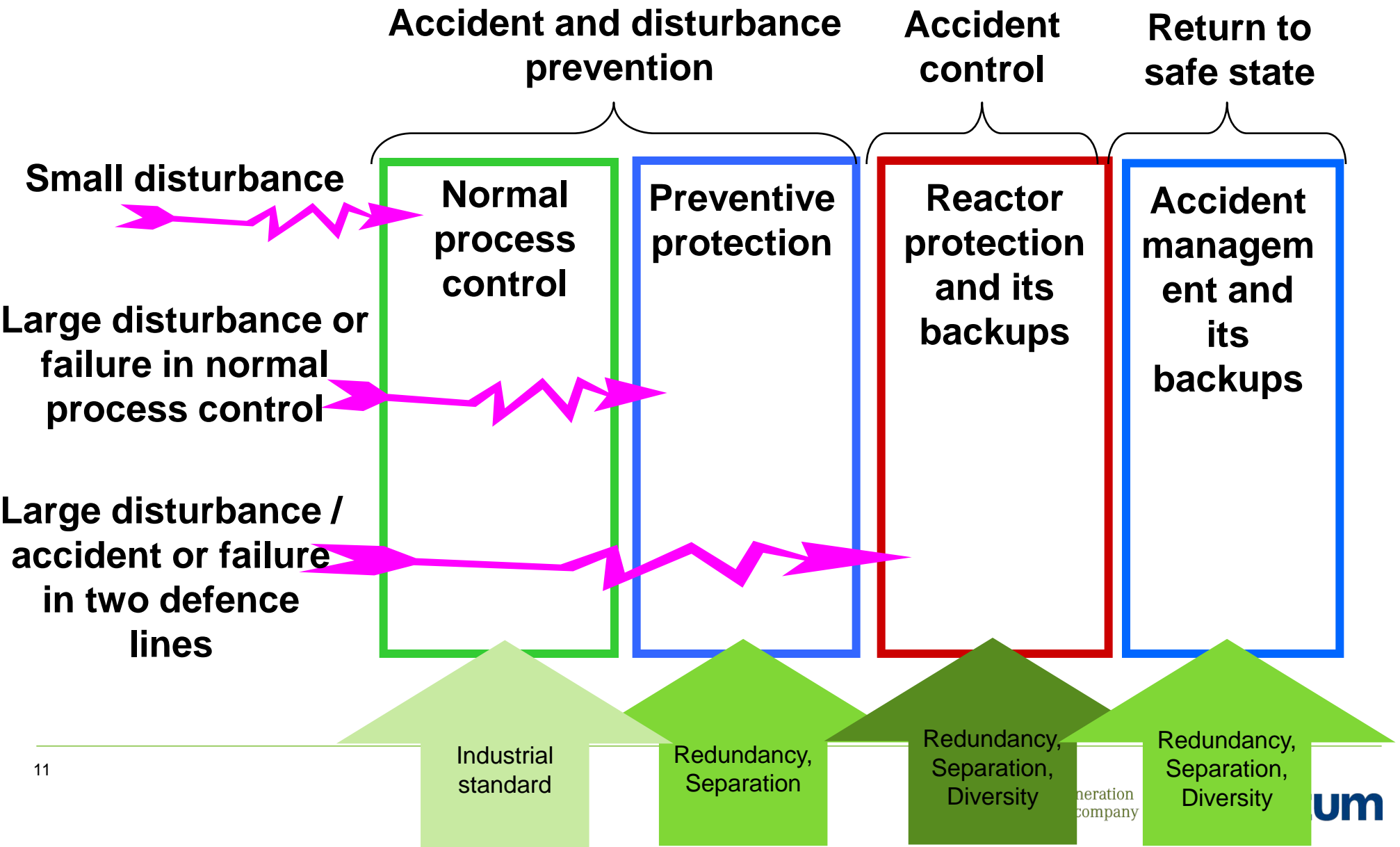
- Pieniä uudistuksia

Kytkinlaitos

- Pysyy ennallaan

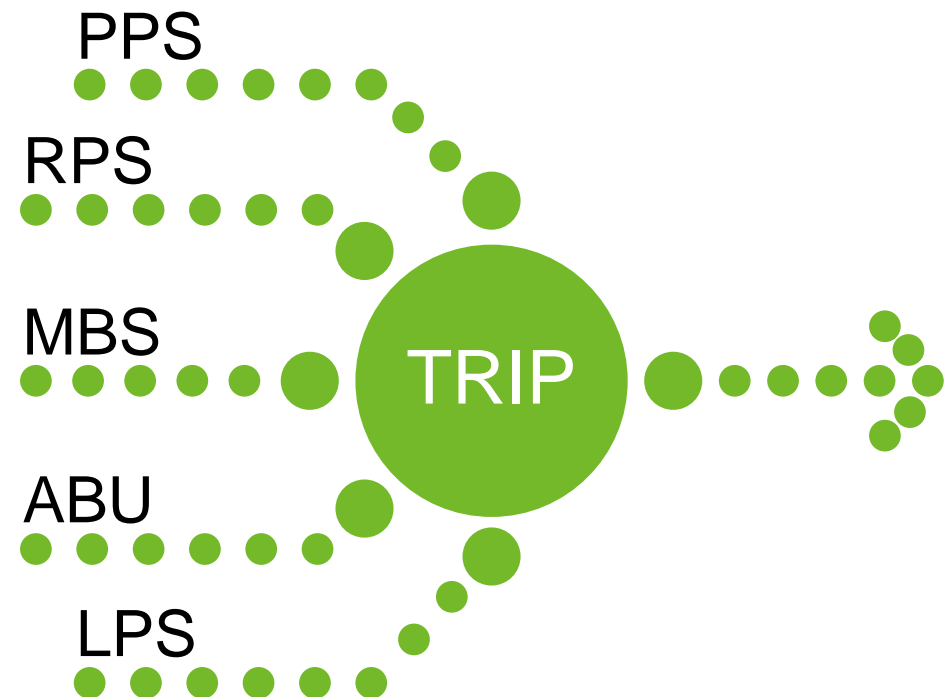
Automaatiouudistuksen suurimmat haasteet 1

Tiukat vaatimukset turvallisuudelle



Automaatiouudistuksen suurimmat haasteet 2

- Redundanssi- ja diversiteettivaatimuksista johtuva monimutkainen arkkitehtuuri (useita osittain päällekkäisiä turvallisuusjärjestelmiä ja varmentavia järjestelmiä)



Automaatiouudistuksen suurimmat haasteet 3

- Useampi järjestelmä ohjaa yhtä toimilaitetta (prioriteetti- eli etuoikeusyksikkö)
 - Ohjelmallinen AV42
 - ”Yksinkertainen” ohjelmallinen PC11

21.5.2014

- Käytetään vanhoja etuoikeuskortteja, johon lisätään uusi langoitettu lisäosa

Automaatiouudistuksen suurimmat haasteet 4

- Valvomosuunnittelu on Fortumin vastuulla



Automaatiouudistuksen suurimmat haasteet 5

- Erittäin rajoitettu joukko mahdollisia toimittajia, suuri joukko alihankkijoita



Automaatiouudistuksen toimittajat ja alustat (LARA)

- AREVA:n automaatioalustalla turvallisuusautomaatio:
 - TELEPERM XS
 - QDS (Qualified Display System), turvakäyttöliittymä
 - Langoitettuja laitteita (reaktorin suojaustoimintojen manuaalinen varmennus).

- Siemensin automaatioalustalla käyttöautomaatio (ja reaktorisuojaustoimintojen automaattinen varmennus):
 - SPPA T2000 (aiemmin TELEPERM XP)
 - OM690 (operointiasemat)



Automaatiouudistuksen toimittajat ja alustat (21.5.2014)

- Turvallisuusautomaatio:
 - Rolls-Royce Spinline
- Käyttöautomaatio:
 - Metso Automation



Automaatiouudistuksen suurimmat haasteet 6

Laadunvarmistus (V&VQ)

- Pohjana IEC 61513 elinkaarimalli
 - V&VQ laatusuunnitelma
 - Järjestelmäkohtaiset laatusuunnitelmat
- Riippumaton V&V ↔ Tarkastuslaitokset

- Kuvan esimerkki: vaihe ”Järjestelmämäärittely”
 - Askelkohtainen Design verification V-01, V-02
 - Vaihekohtainen Phase review R-01

Automaatiouudistuksen suurimmat haasteet 6

Laadunvarmistus (testaus & käyttöönotto)

- Ohjelmistopohjaisten laitteiden, automaatiojärjestelmälustan ja -sovellusten kelpuutus & kelpoistus (validation & qualification)

Kelpoistustestikonsepti Käyttöönottosuunnitelma Testisuunnitelma (järjestelmäkohtaiset)

**Testivaihe A
(Ohjelmistotestaus)**
Testiohjelma
Testiohjeet
Testitulokset

**Testivaihe B
(Testikenttä)**
Testiohjelma
Testiohjeet
Testitulokset

**Testivaihe C
(Järjestelmän
käyttöönotto)**
Testiohjelma
Testiohjeet
Testitulokset

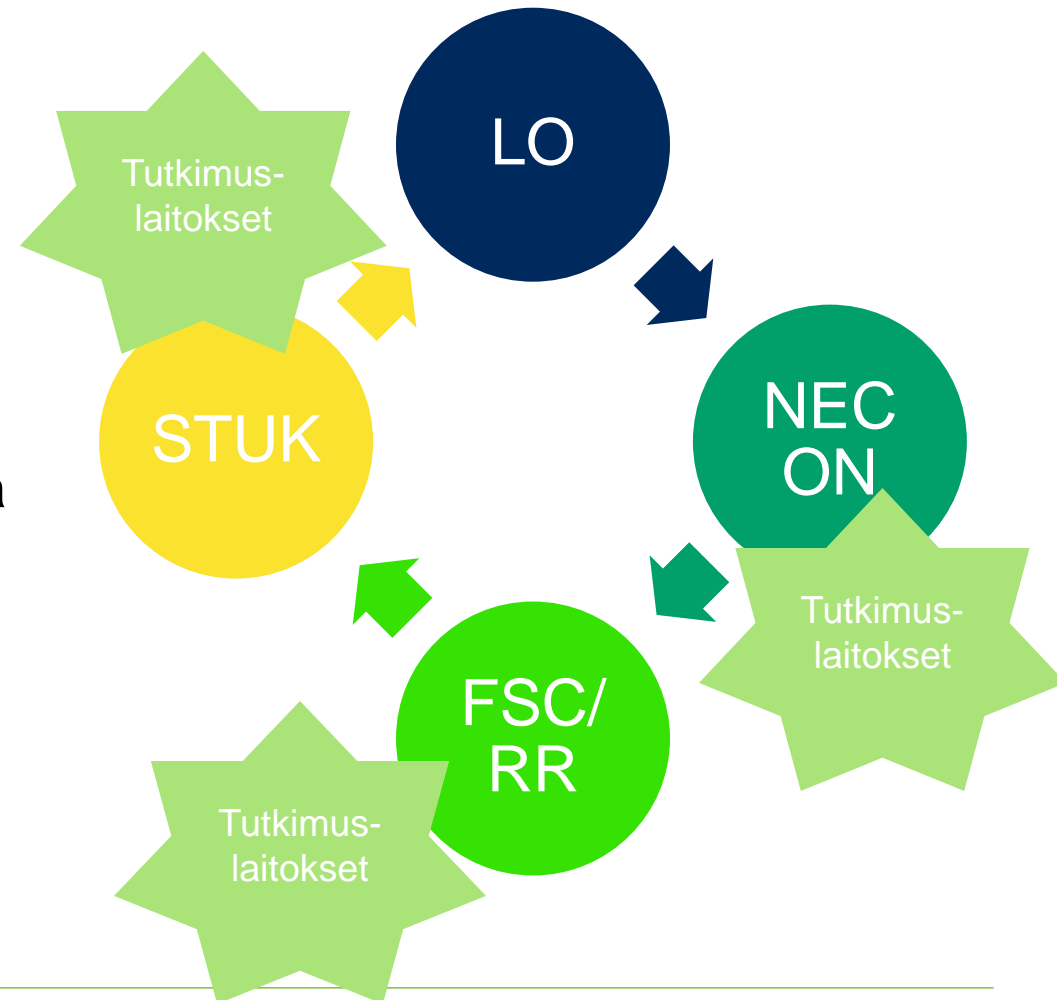
**Testivaihe D
(Laitoksen
käyttöönotto)**
Testiohjelma
Testiohjeet
Testitulokset

Kokonaistestaus
Kokonaistestisuunnitelma
Kokonaistestiohjeet
Kokonaistestitulokset

Automaatiouudistuksen suurimmat haasteet 7

Haasteet henkilöstölle

- Osaamisen siirto 1970-luvun osaajilta 2000-luvun osaajille
- Puute henkilöstöstä, jolla sopivaa ja tuoretta kokemusta länsimaisista ydinvoimaprojekteista
- Osaamisen siirto organisaation sisällä, (pitkäkestoinen projekti, vaihevastuut)
- Töitä tehty 5 paikkakunnalla, 3 maassa (Espoo, Loviisa, Offenbach, Erlangen ja Bratislava)
- Työnjako toimittajan ja tilaajan välillä
- Tiedonvaihto osapuolten välillä



Tilanne 21.5.2014

- Uudistuksen vaihe 1 otettiin käyttöön molemmilla laitousyksiköillä 2008-2009
- Vaiheen 2 laajuus määriteltiin uudestaan ja se oli tarkoitus ottaa käyttöön 2014
- Vaiheen 2 asennus olisi viivästynyt todennäköisesti ainakin vuoteen 2016:
- Kaikki automaatiolaitteet ja –kaapit on valmistettu ja pystytetty testikentälle Saksaan, testikenttävaiheen piti alkaa syksyllä 2014
 - 5 turvallisuusautomaatiojärjestelmää ja 2 käyttöautomaatiojärjestelmää
 - Yhteensä noin 100 turvallisuusautomaatiojärjestelmän kaappia ja 60 käyttöautomaatiojärjestelmän kaappia
- Hyväksytyn FAT:n jälkeen kaapit olisi siirretty Loviisaan vuosi ennen käyttöönottoa
- Esiasennukset olisivat alkaneet revisiossa 2015 ja jatkuneet käytön aikana

Tilanne 21.5.2014

- LARA vaiheen 2 suunnittelun ja testauksen aikana tuli ilmeiseksi, että projektin toteutus olisi myöhästynyt lisää alkuperäisestä aikataulustaan ja sen valmistuminen olisi vienyt liian kauan
- Automaatiouudistukseen haluttiin uusi ratkaisu, jolla voidaan varmistaa turvallinen ja luotettava sähköntuotanto Loviisan voimalaitoksella sen nykyisten käyttöluopien loppuun saakka.
- Automaatiouudistushanke Areva-Siemens –konsortion kanssa keskeytettiin 21.5.2014, ja Fortum allekirjoitti sopimuksen englantilaisen Rolls-Roycen kanssa.