



Open your mind. LUT.

Lappeenranta **University of Technology**



Esisuunnittelu ja teknologian valinta ydinvoimaprojektissa

Prof. Juhani Hyvärinen

LUT School of Energy Systems, Nuclear
Engineering

PSK:n kevätseminaari 16.4.2015

Lyhyt CV

1988-2007 Säteilyturvakeskus,
ydinvoimalaitosten valvonta. Vastuulla mm.

- Laitostyyppien alustava turvallisuusarviointi
Olkiluoto 3 periaatepäätöstä varten (1999-
2001)
- Olkiluoto 3 rakentamisluvan
turvallisuusarviointi 2004-2005

2007-2013 Fennovoima Oy,
ydintekniikkajohtaja. Vastuulla mm.

- Ydinvoimalaitoksen teknologia
- Polttoainehankinta ja jätehuolto

2013- LUT, ydintekniikan professori



Kuva: TVO (2009)



Kuva: Fennovoima (2013)

Esityksen juoni

Ydinvoimahankkeen luonne 2000-luvulla

Valmistautuminen hankkeeseen

Esiselvitykset

Viranomaismenettelyistä

Vuorovaikutus suunnittelun ja toteutuksen kanssa

Poliittinen periaatepäätös

Laitostoimituksen kilpailuttaminen: **teknologian valinta**

Rakentamiseen valmistautuminen

Yhteenveto

Ydinvoimalaitoshankkeen ominaisuuksia 2000-luvun alussa (EU, US)

Kaupallisesti saatavilla olevat ydinvoimalaitostyypit ovat kooltaan hyvin suuria, 1100 .. 1700 MWe

Suomessa vuotuinen sähköntuotanto keskimäärin n. 9 000 MW

Suuresta koosta seuraa, että

- Hankkeilla on poliittisesti korkea profiili
- Investointi on iso; 3-6 Mrd€ / 1000 MWe (sisältäen rahoituskulut)
- Toteutus kestää kauan, ~10 vuotta
- Projektissa on paljon osapuolia, iso ja syvä alihankintaverkosto
- Viranomaisvalvonta on yksityiskohtaista ja jatkuvaa
- Projekteja tehdään harvoin, ja tekijät vaihtuvat

Paljon organisaatioiden välistä vuorovaikutusta

Esimerkkejä käynnissä olevista rakennushankkeista

Eurooppa: 2 x EPR

Olkiluoto 3, 2005 – ja Flamanville 3, 2007 –

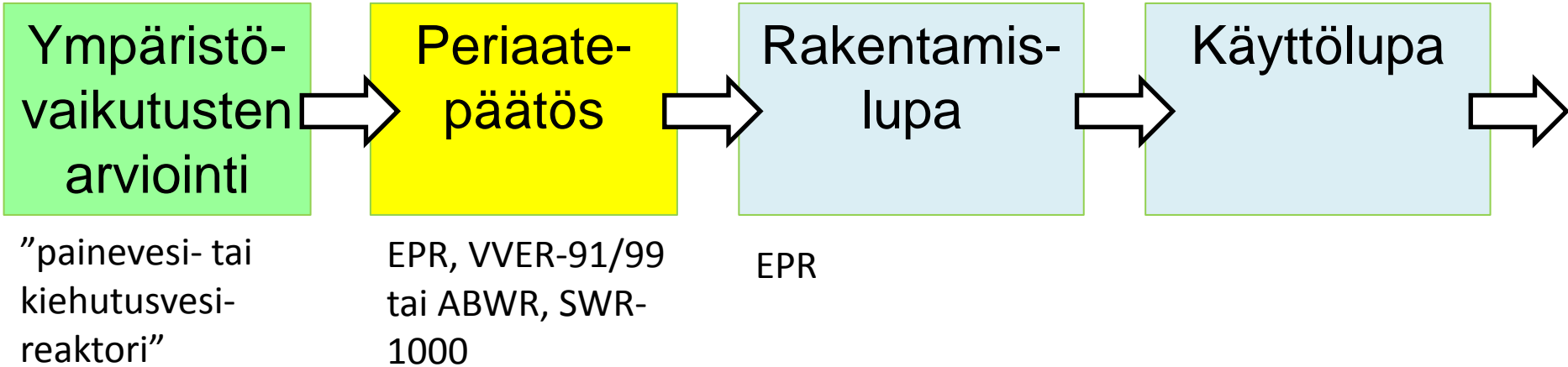
Yhdysvallat 4 x AP1000

Vogtle 3, 4 ja Summer 3, 4

Kiina: lähes 30 erilaista reaktoria rakenteilla, ml. 2x EPR, 4x AP1000, sekä vanhempia kotimaisia versioita

Maailmanlaajuisesti n. 60 reaktoria; lähinnä Aasiassa

Viranomaismenettelyt (Suomi)



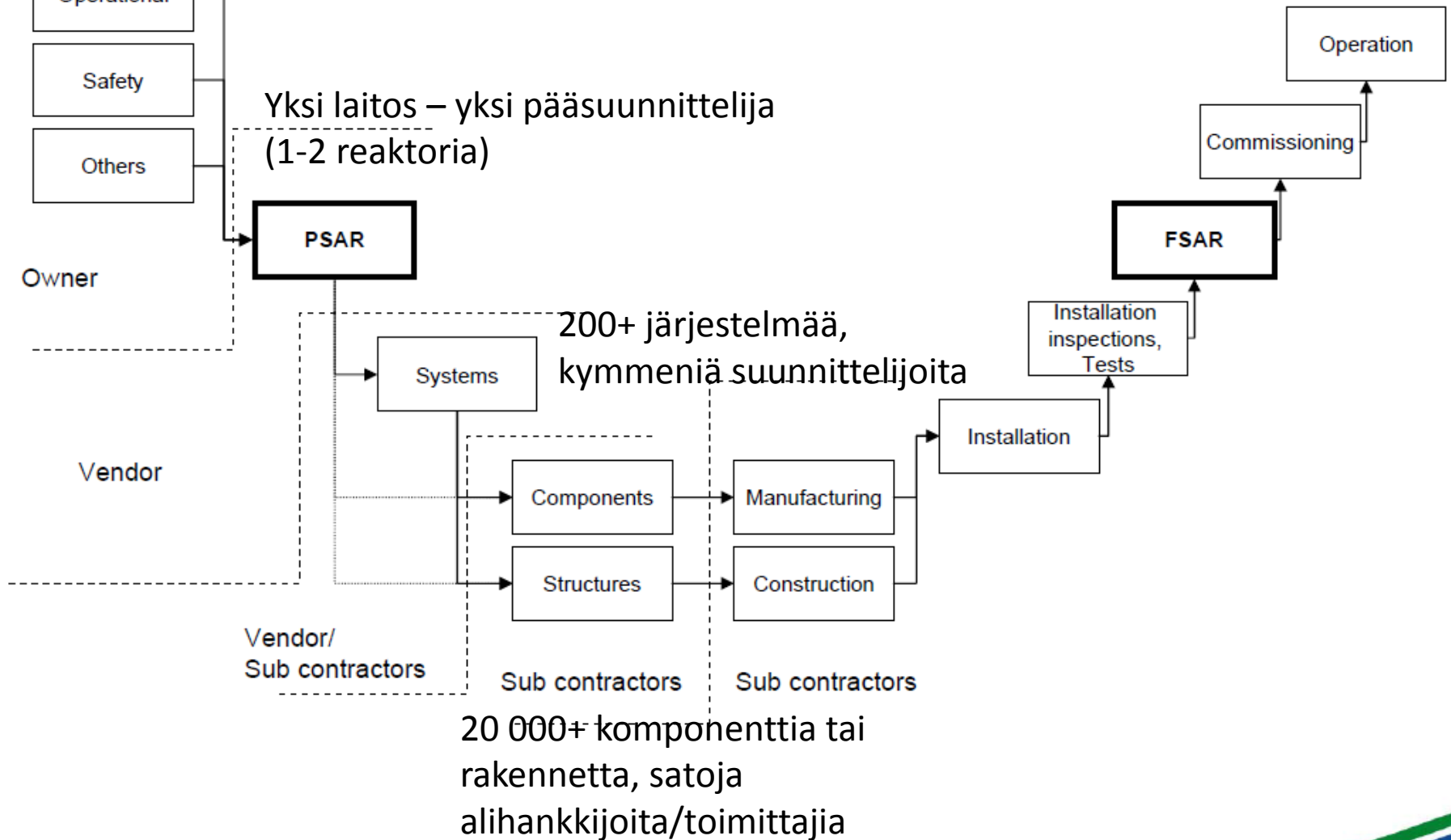
Ydinvoimahankkeen ympäristövaikutukset arvioidaan ennen periaatepäätöstä

Laitosmalleja ei tarvitse tietää mutta kokoluokka ja yleisiä ominaisuuksia kylläkin → ympäristövaikutusten yläraja

Periaatepäätöksessä pitää kiinnittää ”käytettävä teknologia” mutta ei vielä laitostyyppiä (→ kilpailu)

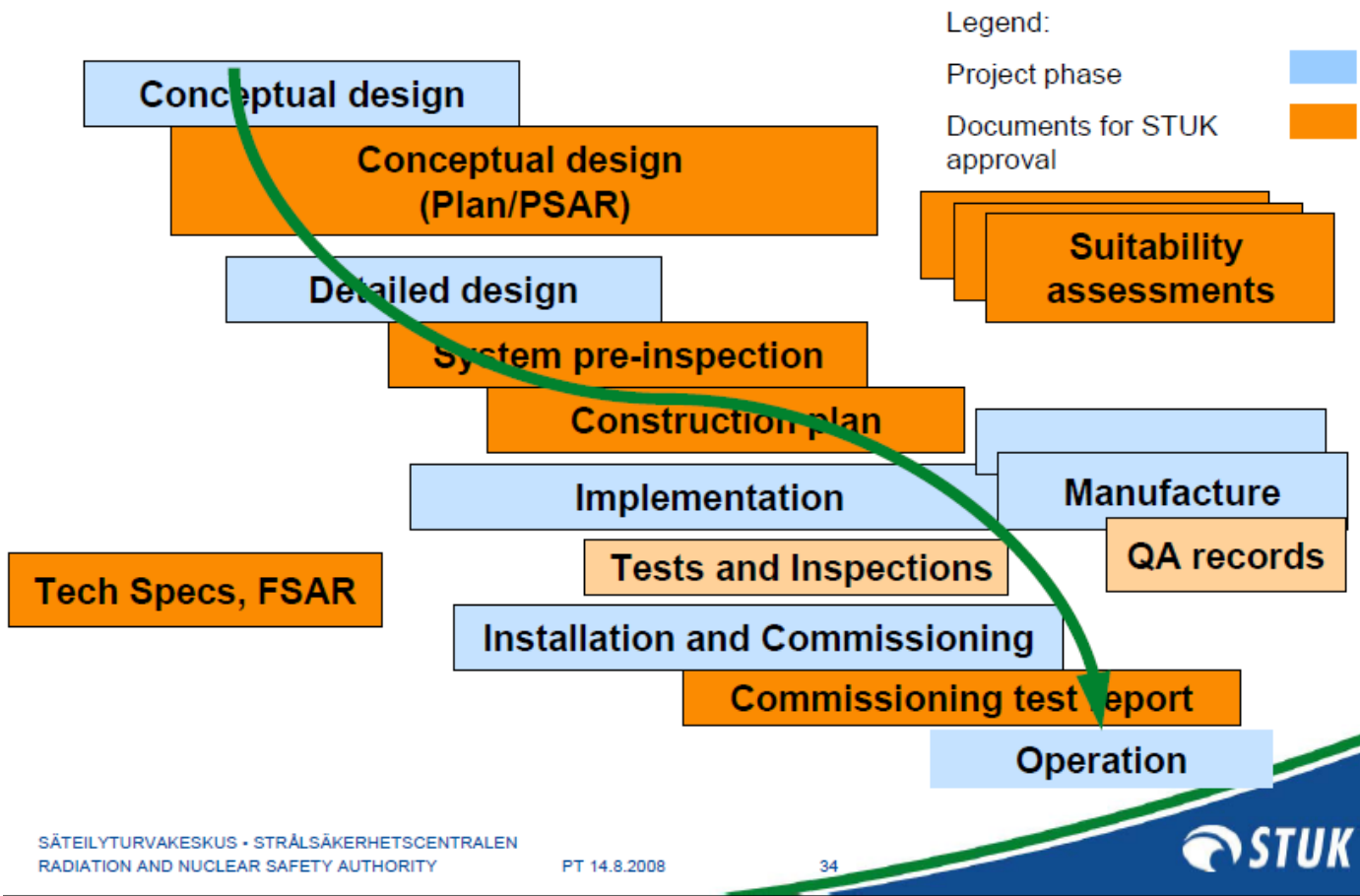
Rakentamislupaan tarvitaan lopullinen laitosvalinta.

Voimalaitoksen suunnittelusta



Viranomaishyväksyntä turvallisuudelle tärkeille järjestelmille, laitteille, rakenteille

Compatible and timely interfaces between the design and regulatory approval process

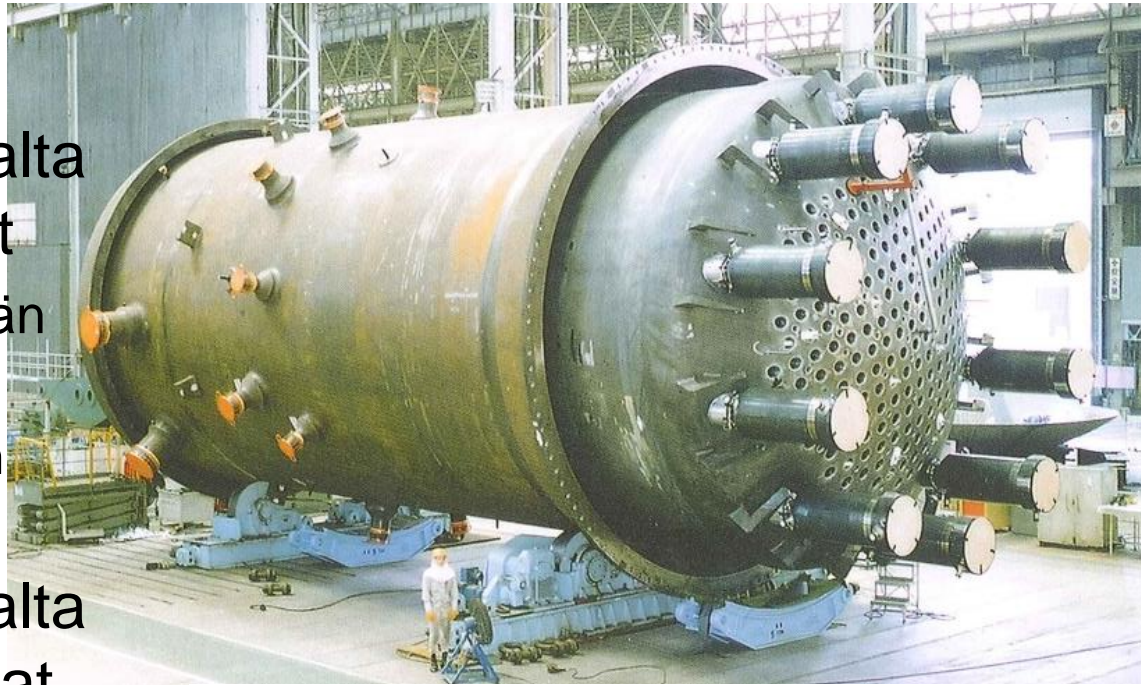


Työtä saa jatkaa vasta kun STUK on hyväksynyt suunnitelman / tarkastustuloksen

Ydinvoima-alan vaatimusten noudattamisen haasteita: helppoja osia

Helppoja osia ovat

- turvallisuuden kannalta *kriittiset* komponentit
 - lukumääräisesti vähän
 - kaikki asianosaiset kokeneita toimimaan ydinalalla
- turvallisuuden kannalta merkityksettömät osat
 - teollisuuslaatu + yhtiön omat vaatimukset riittävät



Kuva: Ishikawajima-Harima Heavy industries

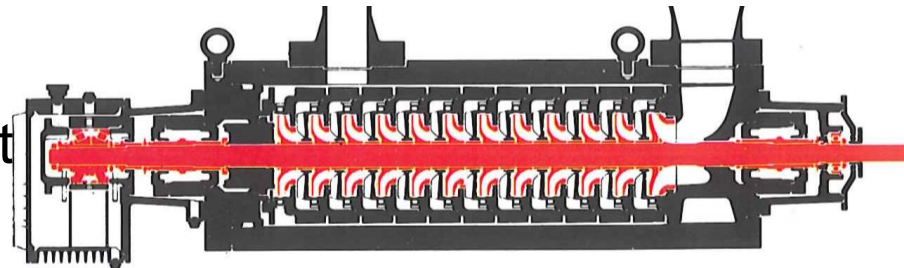
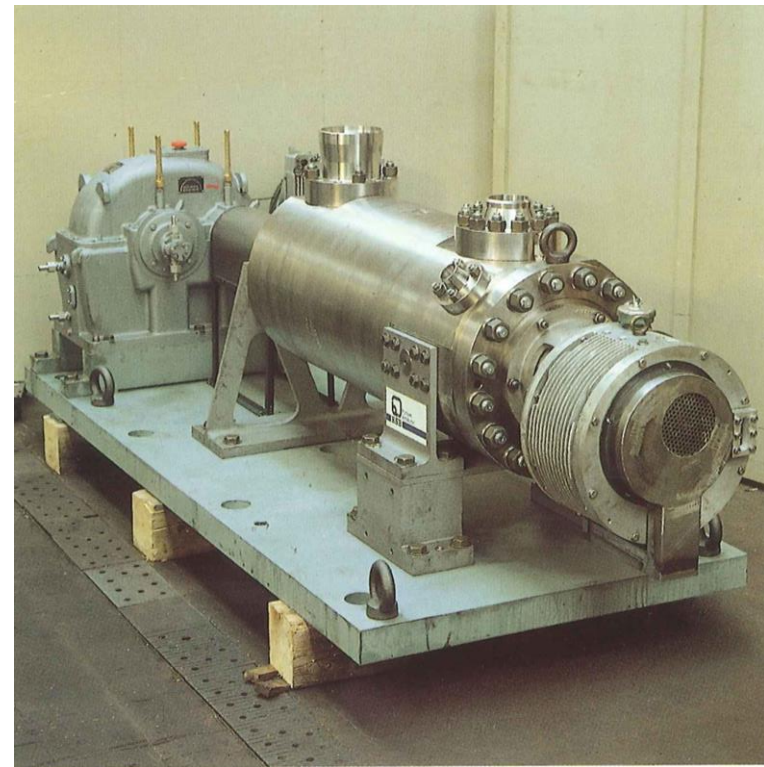
Ydinvoima-alan vaatimusten noudattamisen haasteita: vaikeita osia

Hankalia ovat turvallisuuden kannalta *tärkeitä* ja turvallisuuteen *liittyvät* osat

- ovat yleensä tavallista tekniikkaa: pumppuja, moottoreita, venttiileitä, automaatiota, betonirakennuksia

→ valmistajien kokemus enimmäkseen muulta kuin ydinvoima-alalta

- lukumääräisesti paljon
- ydintekniset erikoisvaatimukset todennäköisiä



Esiselvitykset

Tekniikka

Kaupallisesti saatavilla olevat laitosvaihtoehdot

Laitostoimittajien kiinnostus

Päälaitetoimittajavaihtoehdot ja -kombinaatiot:
reaktorilaitos, turbiinilaitos, rakentaminen, automaatio

Toteutettavuus


Hankintamalli: avaimet käteen <> hajautettu hankinta

Turvallisuus

Kuinka täyttää suomalaiset turvallisuusvaatimukset
suunnittelussa ja valmistuksen valvonnassa

Talous

Rahoitettavuus



Tuloksena
"shortlist",
jossa 2-6
vaihtoehtoa

Periaatepäätös on poliittinen valinta

Energiapoliittinen päätös: kyllä vai ydinenergiaa Suomeen; paljonko, minne ja kuka saa rakentaa

Hakija kuvaa teknologiavaihtoehtot *pääpiirteissään*

Tarkoitus estää ennalta turvallisuuden kannalta mahdottomat vaihtoehtot, ja

Varmistaa että hanke on teknisesti periaatteessa toteutettavissa

Hakijan/rakennuttajan kannalta samalla tekninen ja luvitettavuuden esiselvitys –sinänsä jo iso (konsultti)työ

Laitostoimituksen kilpailuttaminen: teknologian valinta

Tarjousprosessi perustuu rakennuttajan
vaatimuksiin

- Viranomaisvaatimusten välittäminen usein merkittävä osa tarjouskyselyaineistoa; laitosmalleja pitää muokata Suomeen sopiviksi
- Hankintamalli päätetään tässä vaiheessa
- Samoin keskeiset alihankkijat
- Ja rahoitus

Teknologian valinta on lopulta kokonaisarviointi tekniikasta, turvallisuudesta, toteutettavuudesta ja taloudellisuudesta



Rakentamiseen valmistautuminen sopimuksessa

Vastuut, velvollisuudet ja valtuudet mm. suorittaa tarkastuksia ja puuttua töiden etenemiseen määritellään laitostoimitussopimuksessa

Sopimus on rakennuttajan ja laitostoimittaja(konsortion) välinen, *mutta*

- Pääsopimuksen mukaisten *vaatimusten valuttaminen eteenpäin* konsortion sisäisiin sopimuksiin ja alihankintaketjuun vaatii paljon ennakkotyötä
- Turvallisuus*viranomaisella* ei ole mitään sopimuksellista velvoitteita, vaikka sillä *on oikeus esittää lisävaatimuksia*, jopa keskeyttää työt

Rakentamiseen valmistautuminen käytännössä

Sijoituspaijan valmistelu alkaa

Pitkän valmistusajan vaativien komponenttien valmistus alkaa

Muuhun komponentti- ja rakennevalmistuksen valvontaan valmistautuminen

- Paperityö
- Pääsy valmistuspaikoille



Kuva: Fennovoima

Yhteenveto ydinvoima-alan kokemuksista

Isossa hankkeessa on paljon toteuttajia...

...jotka kaikki olisi saatava samalle kartalle mahdollisimman varhain.

→ ennakkosuunnittelu ja huolellinen sopimuksellinen vastuunjako!



Kiitos!

juhani.hyvarinen@lut.fi