

OLKILUOTO
Ydinvoimalaitosyksiköt
Olkiluoto 1 ja Olkiluoto 2

Teollisuuden Voima Oy

TVO

Teollisuuden Voima Oy

Sisällysluettelo

Teollisuuden Voima Oy (TVO)	*4*
840 MWe:n kiehutusvesilaitosyksiköt	
Olkiluoto 1 ja Olkiluoto 2	*6*
Reaktorirakennus	*8*
Reaktorin suojarakennus	*10*
Reaktori	*12*
Säätösauvojen toimilaitteet	*14*
Pääkiertojärjestelmä	*16*
Sydämen hätäjäähdytysjärjestelmä	*18*
Turpiinilaitos	*20*
Korkeapaineturpiini	*21*
Matalapaineturpiini	*22*
Lauhde ja syöttövesi	*24*
Turpiiniakselin tiivisteet	*25*
Generaattori	*25*
Sähköjärjestelmät	*26*
Ohjaus- ja säätöjärjestelmät	*28*
Poistokaasujärjestelmä	*30*
Jätteidenkäsittelyjärjestelmä	*32*
Vesikemia	*33*
Reaktorisydän ja polttoaine	*34*
Ajo ilman säätösauvasekvenssin vaihtoa	*36*
Polttoainekierron joustavuus	*36*
Ohjattavuus ja tehotasot	*37*
Tekniset tiedot	*38*

Suomessa sähkön tuotanto on monipuolista. Jo useiden vuosien ajan ydinenergia on ollut sähkön tuotannon merkittävin energialähde, sillä Suomen neljä ydinvoimalaitosyksikköä tuottavat noin 28 prosenttia maan vuosittaisesta sähkön tarpeesta. Muut tuotantomuodot ovat vesivoima, vastapainevoima ja lauhdevoima. Nettotuonti on kulutuksesta noin 14 prosenttia.

Suomen länsirannikolla, Eurajoen kunnassa toimiva Teollisuuden Voima Oy (TVO) käyttää kahta 840 MW:n kiehutusvesireaktoria.

Rakennustyöt Olkiluodossa aloitettiin vuonna 1974. Ensimmäisen yksikön, Olkiluoto 1:n (OL1), toimitti ruotsalainen AB ASEA-ATOM (nykyään Westinghouse Atom AB) avaimet käteen -periaatteella. Vuoden 1975 syyskuussa aloitettiin toisen, identtisen laitosyksikön rakentaminen. Olkiluoto 2 (OL2) toimitettiin samalla periaatteella, kuitenkin sillä erolla, että TVO vastasi rakennustöistä.

Merkittävimmät rakennusprojektin aikaiset alihankkijat olivat STAL-LAVAL Turbin AB (turpiinilaitos), ASEA AB (sähkölaitteet, generaattori), Uddcomb Sweden AB (reaktoripaineastia), Finnatom (reaktorin sisäosat, mekaaniset komponentit), Oy Strömberg Ab (sähkölaitteet) ja Atomirakennus (OL1:n rakennustyöt). OL2:n rakennustyöt teki suomalais-ruotsalainen Jukola-yhtymä.

OL1-yksikkö kytkettiin ensimmäisen kerran valtakunnan verkkoon syyskuussa 1978 ja OL2-yksikkö helmikuussa 1980.

Yksikköjen tehotasoa on nostettu kaksi kertaa käyttöönoton jälkeen. Kummankin reaktorin lämpötehoa nostettiin 2000 MW:stä 2160 MW:iin vuonna 1984 ja 2500 MW:iin vuonna 1998. Vastaavat nettosähkötehot ovat 660 MWe, 710 MWe ja 840 MWe.

Viimeksi tehoa korotettiin osana laitosyksiköiden modernisointiohjelmaa. Vuosina 1994-1998 tehdyn modernisoinnin jälkeen laitosyksiköt täyttävät valtaosan uusia ydinvoimalaitoksia koskevista teknisistä vaatimuksista. Modernisointi on osa TVO:n pyrkimystä pitää laitosyksiköt aina uuden veroisina.

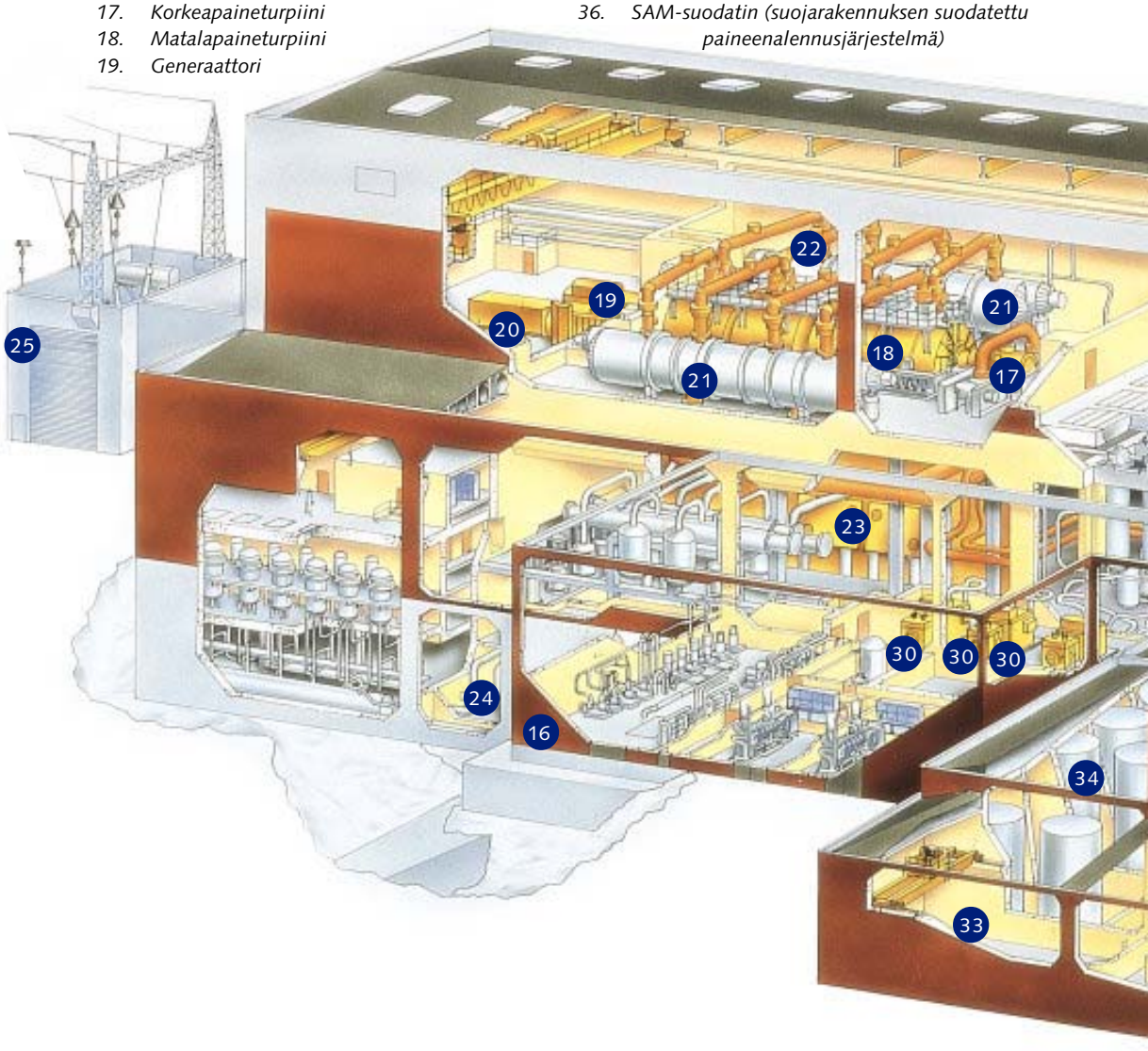
Teollisuuden Voima Oy

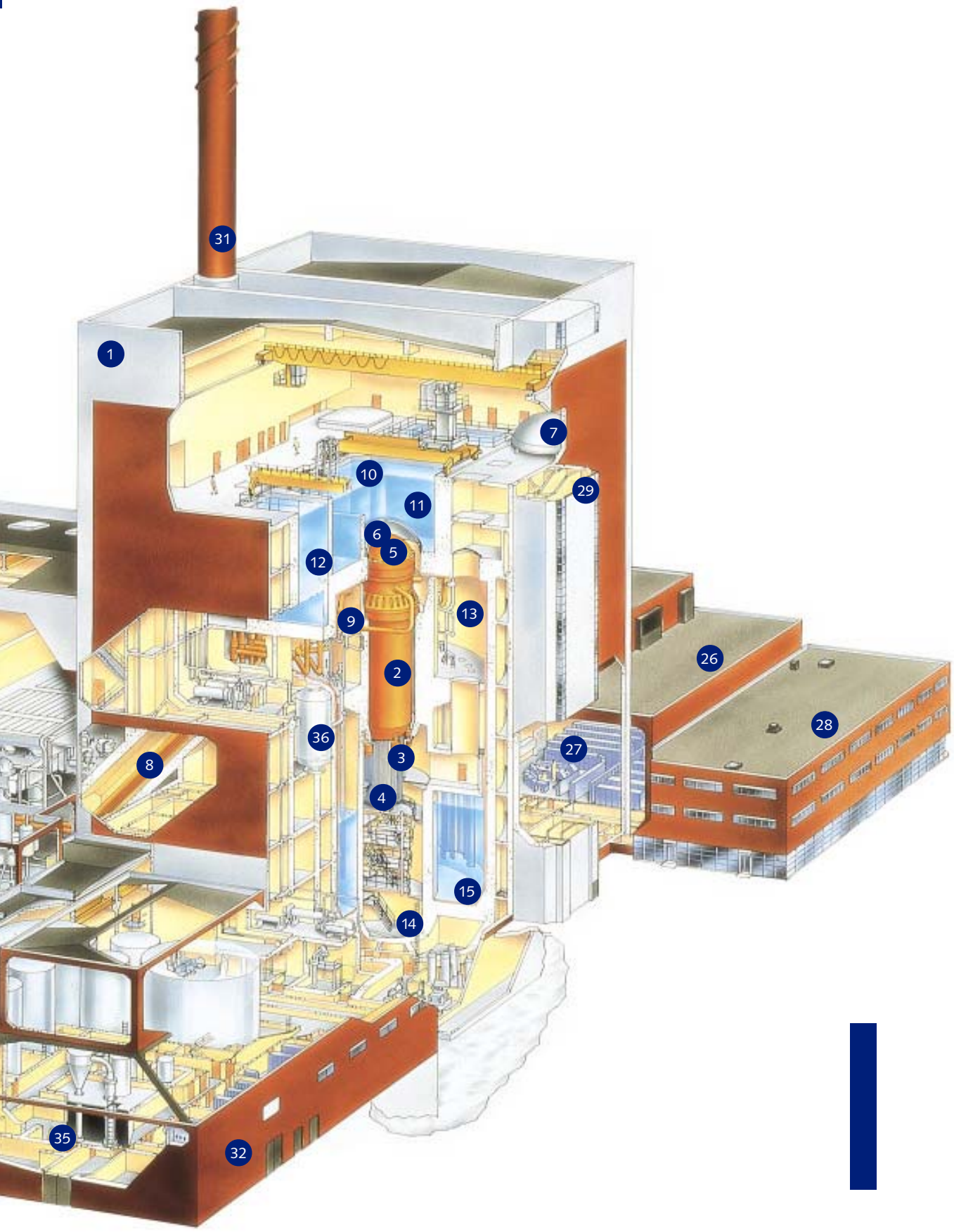
Joukko suomalaisia metsäteollisuusyhtiöitä perusti vuonna 1969 Teollisuuden Voima Oy:n (TVO), jonka toiminta-ajatuksena on rakentaa ja käyttää suuria voimalaitoksia. Yhtiö toimittaa sähköä osakkailleen omakustannushintaan.



840 MWe:n kiehutusvesilaitosyksiköt Olkiluoto 1 ja Olkiluoto 2

1. *Reaktorirakennus*
2. *Reaktoripaineastia*
3. *Pääkiertopumput*
4. *Säätösauvojen toimilaitteet*
5. *Reaktoripaineastian kansi*
6. *Suojarakennuksen kupoli*
7. *Suojarakennuksen kupoli avattuna*
8. *Päähöyryputket*
9. *Syöttövesiputket*
10. *Polttoaineen siirtokone*
11. *Reaktoriallas*
12. *Polttoaineallas*
13. *Suojarakennuksen ylempi kuivatila*
14. *Suojarakennuksen alempi kuivatila*
15. *Suojarakennuksen lauhdutusallas*
16. *Apurakennus*
17. *Korkeapaineturpiini*
18. *Matalapaineturpiini*
19. *Generaattori*
20. *Magnetointikone*
21. *Välitulistin*
22. *Höyryputket matalapaineturpiineille*
23. *Lauhdutin*
24. *Lauhdeputket*
25. *Päämuuntaja*
26. *Valvomorakennus*
27. *Valvomo*
28. *Toimistorakennus*
29. *Hissi*
30. *Syöttövesipumput*
31. *Ilmastointipiippu*
32. *Jäterakennus*
33. *Radioaktiivisen jätteen varasto*
34. *Nestemäisen jätteen säiliöt*
35. *Keskiaktiivisen jätteen käsittely*
36. *SAM-suodatin (suojarakennuksen suodatettu paineenalennusjärjestelmä)*




31
1
7
10
29
11
6
5
12
9
13
26
2
28
36
27
8
3
4
15
14
35
32

Reaktorirakennus

Laitosyksikön korkein ja hallitsevin rakennus on reaktorirakennus, jonka sisällä on reaktorin suojarakennus.

Reaktorirakennus toimii sekundäärisenä suojarakennuksena. Rakennuksen yläosassa on reaktorihalli, jossa ovat reaktoriallas ja polttoainealtaat polttoainetelineineen sekä reaktorin sisäosien säilytysaltaat, polttoaineen vaihtoon tarvittava polttoaineen siirtokone sekä hallinosturi suojarakennuksen kupolin, reaktoripaineastian kannen ja muiden raskaiden komponenttien nostoa varten.

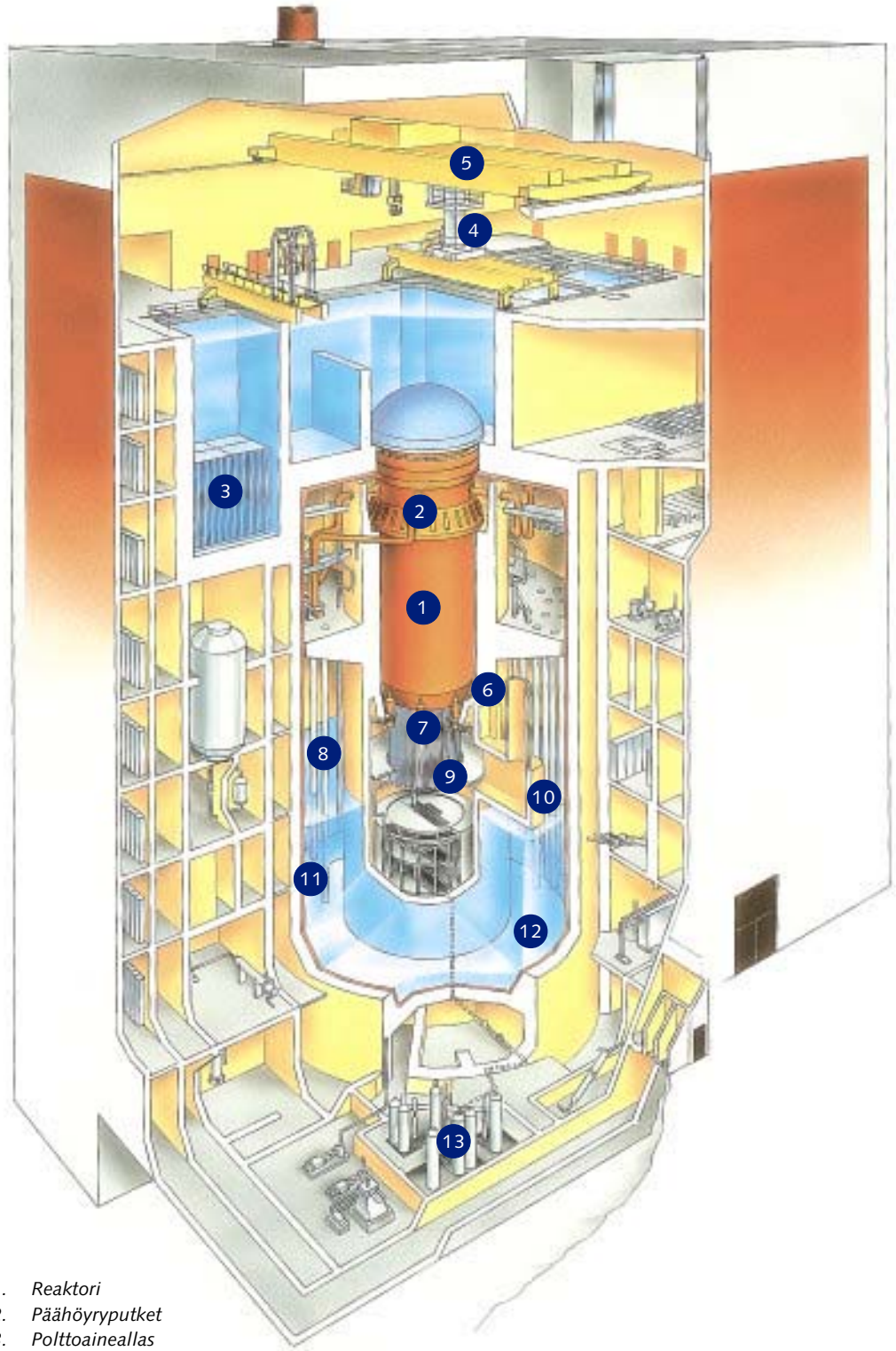
Kuivavarasto tuoreen polttoaineen vastaanottoa ja varastointia varten on reaktorihallin alapuolella.

Reaktorirakennuksen alaosassa ovat tärkeät turvallisuusjärjestelmät, esimerkiksi hätäjäähdytysjärjestelmät.

Fyysinen erottelu

Olkiluodon laitosyksiköillä turvallisuusjärjestelmät on jaettu neljään rinnakkaiseen osajärjestelmään (A-D), millä saavutetaan paras mahdollinen suojaus tulipalon, tulvan, lentokoneen törmäyksen ja muiden ulkoisten riskien varalta.

Olkiluodon laitosyksikön rinnakkaiset turvallisuuspiirit on jaettu kahteen pääryhmään, jotka sijaitsevat fyysisesti eri paikoissa. Rinnakkaisia osajärjestelmiä, A/C ja vastaavasti B/D, erottaa joko etäisyys tai fyysinen este. Tätä samaa periaatetta sovelletaan myös sähkönsyöttö- ja sähkönsäätöjärjestelmiin. Niitä alueita, joissa on eri osajärjestelmien laitteita, ilmastoidaan ja jäähdytetään erillisillä ilmastointijärjestelmillä.



1. *Reaktori*
2. *Päähöyryputket*
3. *Polttoaineallas*
4. *Polttoaineen siirtokone*
5. *Hallinosturi*
6. *Pääkiertopumput*
7. *Säätösauvojen toimilaitteet*
8. *Suojarakennus*
9. *Säätösauvojen huoltotaso*
10. *Alaspuhallusputket*
11. *Suojarakennuksen seinään valettu teräslevy*
12. *Lauhdutusallas*
13. *Pikasulkujärjestelmän säiliöt*

Reaktorirakennuksen ja reaktorin suoja-rakennuksen halki-leikkaus

Reaktorin suojarakennus

Reaktorin suojarakennus on esijännitettyä betonia. Suojarakennus perustuu niin sanottuun paineenalennusperiaatteeseen, joka mahdollistaa kompaktin rakenteen. Suojarakennuksen sisällä on mahdollisimman vähän laitteita.

Sisäisten pääkiertopumppujen käyttö pienentää myös osaltaan suojarakennusta. Kaikki normaalin käytön aikana säännöllistä huoltoa vaativat laitteet sijaitsevat suojarakennuksen ulkopuolella.

Suojarakennuksen tiiveyden takaa betoniin upotettu teräslevy. Betoni suojaa levyä korroosiolta, lämpötilan muutoksilta, kuumalta vedeltä, höyrysuihkuilta ja lentäviltä esineiltä, joita putkikatkostilanteessa voi esiintyä.

Suojarakennuksen tiiveys tarkastetaan säännöllisesti, kymmenen vuoden aikana kolme kertaa. Suojarakennus on täytettynä typpikaasulla laitosyksikön käydessä. Suojarakennuksessa on kiinteät järjestelmät mahdollisessa onnettomuustilanteessa vapau-

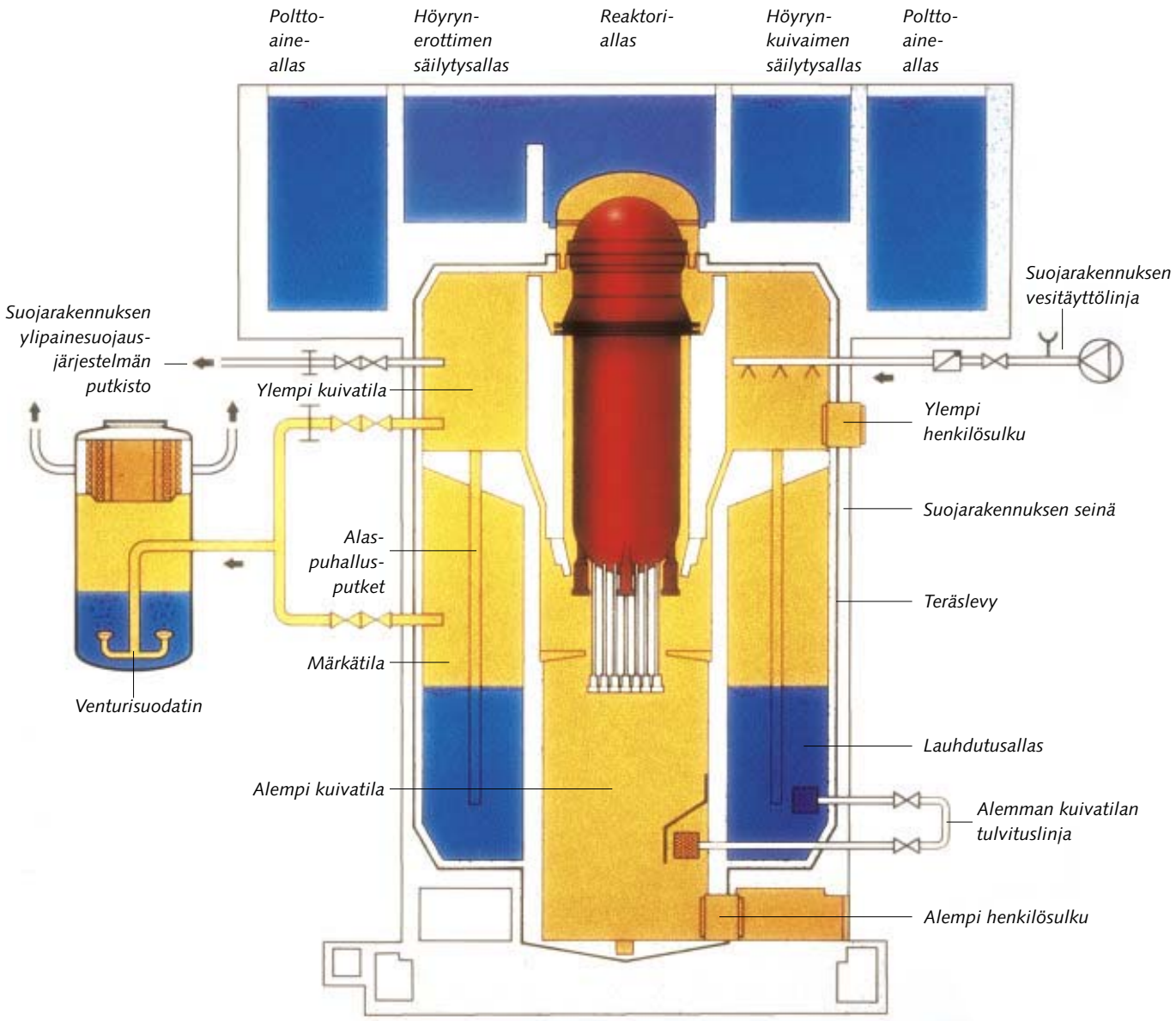


Suojarakennuksen kupoli on valmistettu teräksestä

tuvan vedyn hallittua polttamista varten, millä estetään vaarallisten palavien kaasuseosten kerääntyminen suojarakennukseen jäähdytteenmenetysonnettomuudessa. Suojarakennus on jaettu lohkoihin, ylempään ja alempaan kuivatilaan sekä märkätilaan.

Suojarakennukseen pääsee sisälle henkilösulkujen kautta, jotka sijaitsevat alemman kuivatilan alaosassa ja ylemmässä kuivatilassa. Suojarakennuksen sylinterimäinen osa ulottuu reaktoripaineastian yläosaan asti ja sen rakentamisessa on käytetty liukuvalutekniikkaa.

Lauhdutusallas on pyöreässä tilassa suojarakennuksen ulkoseinän ja sisemmän sylinterinmuotoisen seinän välissä. Sisempi seinä tukee myös reaktorin biologista suojaa.

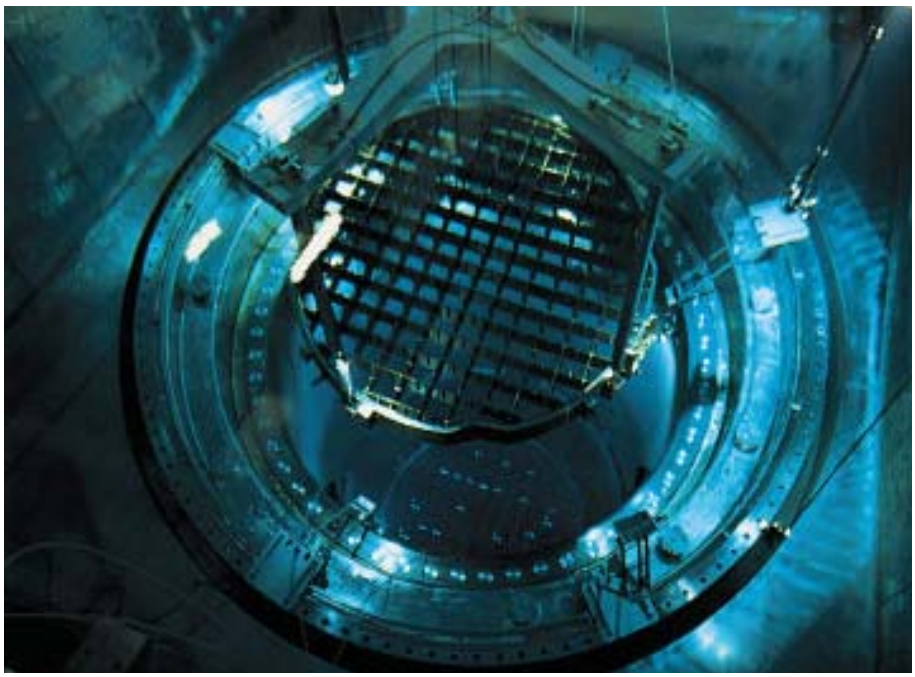


Alaspuhallusputket kulkevat pystysuuntaisesti kuivatilasta lauhdutusaltaaseen. Mahdollisista reaktorin paineastiaan liittyvien putkistojen murtumista tai vuotokohdista virtaava höyry tiivistyy altaaseen. Höyry reaktorin puhallus- ja varoventtiileistä johdetaan lauhdutusaltaaseen kunkin venttiilin jälkeisen putkiston kautta. Murtolevyn särkyessä avautuva ylipainesuojauslinja estää suojarakennuksen nopean paineennousun mahdollisissa lauhdutusaltaan ohitustilanteissa. Suojarakennuksen painetta voidaan vakavan onnettomuuden aikana alentaa suodattimella (SAM-suodatin) varustetun paineenalennuslinjan kautta. Alempaan kuivatilaan voidaan johtaa vettä avaamalla lauhdutusaltaasta tuleva putkilinja. Täyttölinjojen kautta suojarakennus voidaan täyttää vedellä ulkopuolelta.

Reaktori

Reaktoripaineastia on valmistettu niukkaseosteisesta teräksestä ja se on sisäpinnaltaan vuorattu ruostumattomalla teräksellä. Kaikki suuremmat putkiyhteet ovat reaktorisydämen yläpuolella. Tällä varmistetaan se, että sydän pysyy veden alla siinäkin tapauksessa, että jokin reaktoriin liittyvä putki katkeaisi. Reaktoripaineastia tukeutuu biologisen suojan yläosaan paineastiaan hitsatun tukihelman välityksellä.

Paineastian tukihelma on lähellä primäärijärjestelmän putkiliitäntöjä. Tämä rakenne minimoi lämpölaajenemisen putkistoon aiheuttamat rasitukset. Helman sijainti antaa myös enemmän tilaa pääkiertopumppujen huoltoon.



Uuden reaktorisydämen tukiristikon asennus

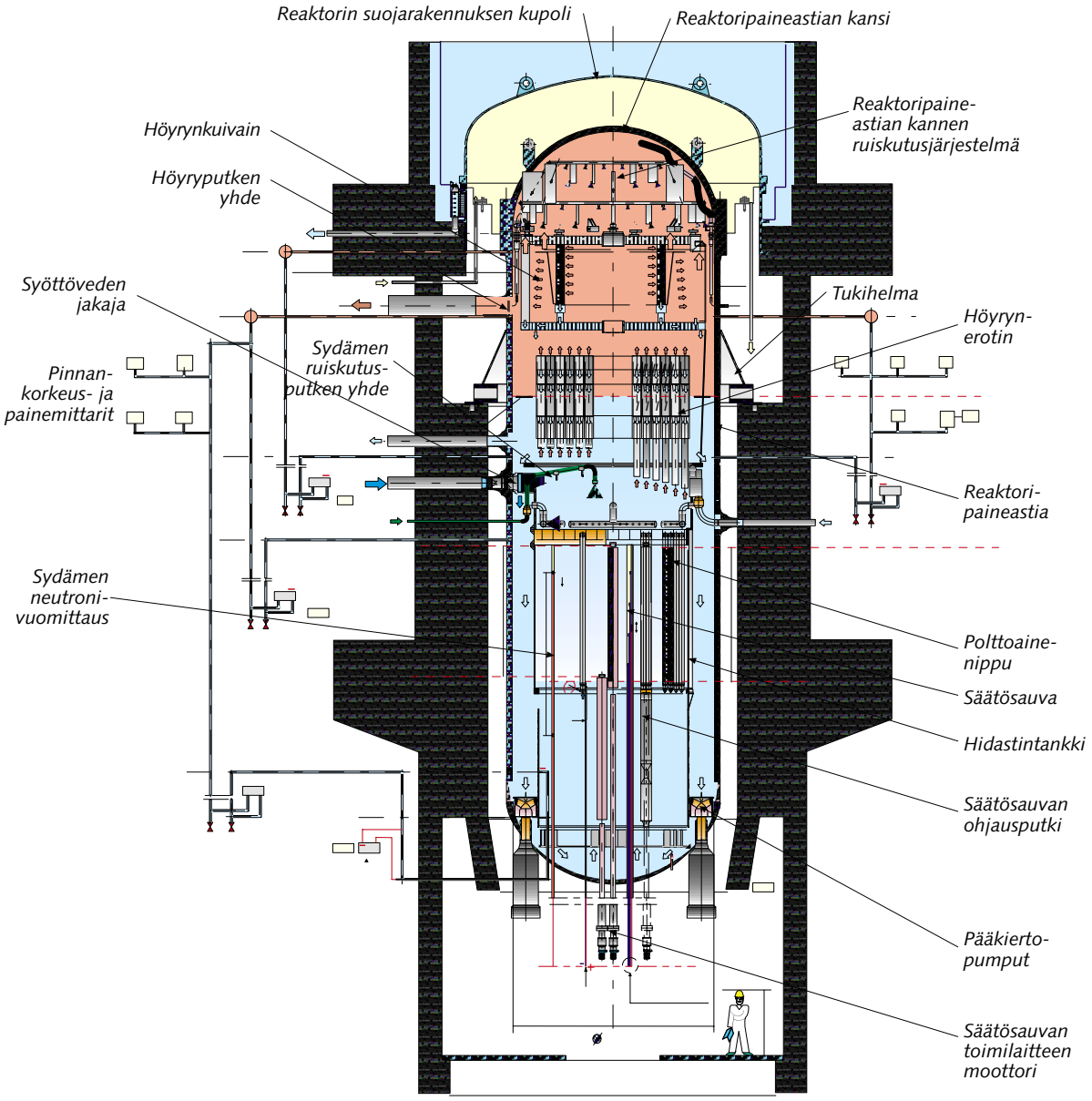
Reaktorin sisäosat on suunniteltu siten, että polttoaineen vaihto sujuu nopeasti ja turvallisesti.

Kaikki muut reaktorin sisäosat ovat irrotettavia, paitsi hidastintankkia kannattava tukilieriö ja pumpputaso, jotka on hitsattu reaktorin paineastiaan.

Reaktoripaineastian sisäosat pysyvät paikoillaan reaktoripaineastian kanteen kiinnitettyjen joustavien tukipalkkien avulla. Kun kansi on avattuna, sisäosat voidaan nostaa reaktorista avaamatta yhtään pulttiliitosta.

Reaktorin kannen lämpöeriste on kiinnitetty suojarakennuksen kupolin sisäpuolelle, ja se siirtyy yhdessä kupolin mukana, kun reaktori avataan.

Kaikki ulkoiset putkiliitokset reaktorin kanteen on poistettu tekemällä liitokset reaktorin sisään. Näin reaktoripaineastian kannen avaaminen sujuu helposti.



Reaktori-
paineastian
halkileikkaus

Säätösauvojen toimilaitteet

Säätösauvojen toimilaitteilla voidaan säätösauvoja liikuttaa kahdella eri tavalla; normaaliajon aikana sähkömekaanisesti ja pikasulkutilanteessa hydraulisesti.

Toimilaitteet mahdollistavat sauvojen hitaan liikuttamisen sekä tarkan säätösauvojen asennon. Hienosäätö mahdollistaa säätösauvojen liikuttamisen myös täyden tehon aikana ilman niin sanotun polttoainetabletin ja suojakuoren välisen mekaanisen vuorovaikutuksen vaaran lisääntymistä.

Laitosyksikön säädettävyyttä parantaa myös mahdollisuus liikuttaa säätösauvoja ryhminä. Sähkömekaanisten toimilaitteiden virtalähteenä on neljä dieselvarmistettua sähkökiskoa.

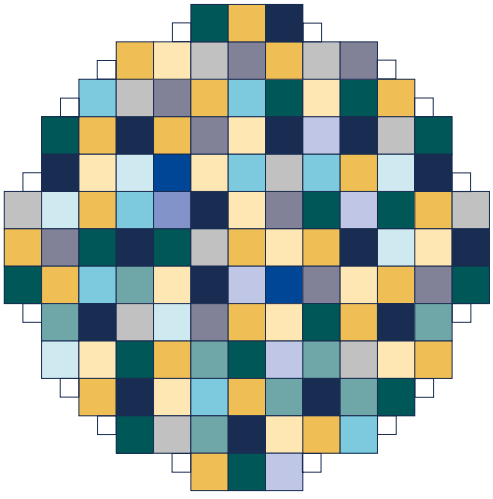
Säätösauvojen toimilaitteisiin tulee jatkuva puhdistusvirtaus reaktoriveden puhdistusjärjestelmästä, jotta saadaan pienennettyä radioaktiivista kontaminaatiota ja sitä kautta vähennettyä altistusta säteilylle huoltotöiden aikana.

Toimilaitteilla säätösauvat voidaan ajaa nopeasti sisään korkeapaineveden avulla. Säätösauvat on jaettu 14 pikasulkuryhmään, joissa kussakin on kahdeksan tai yhdeksän sauvaa. Kutakin ryhmää ohjaa pikasulkumoduuli, jossa on vesisäiliö ja painetyppitankki ja niiden välissä pikasulkuventtiili.

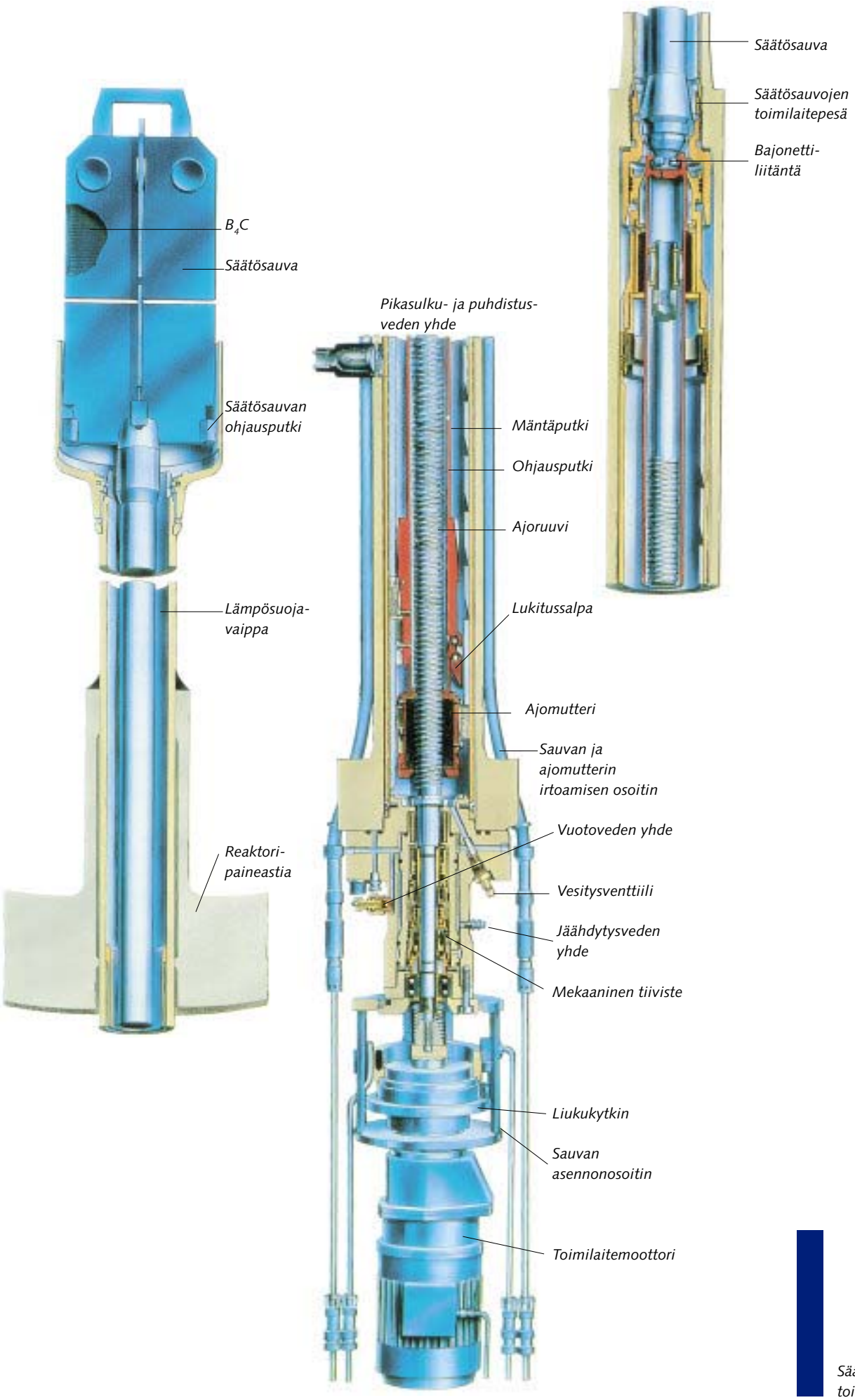
Säätösauvojen jako pikasulkuryhmiin on tehty siten, että reaktiivisuuskytkennät kunkin pikasulkuryhmän sauvojen välillä ovat merkityksettömiä. Tästä johtuen toimintahäiriö yhdessä pikasulkuryhmässä ei käytännössä merkitse enempää kuin vain yhden säätösauvan menetystä.

Sähkön syöttö pikasulkujärjestelmään ja sähkömekaanisiin toimilaitteisiin on järjestetty siten, että sähkövika ei voi samanaikaisesti tehdä pikasulkutoimintoa ja sähkömekaanista ajolaitteistoa toimintakyvyttömiksi.

Automaattinen boorinruiskutusjärjestelmä sammuttaa reaktorin, jos säätösauvojen sisäänajo epäonnistuu.



Säätösauvojen jako pikasulkuryhmiin



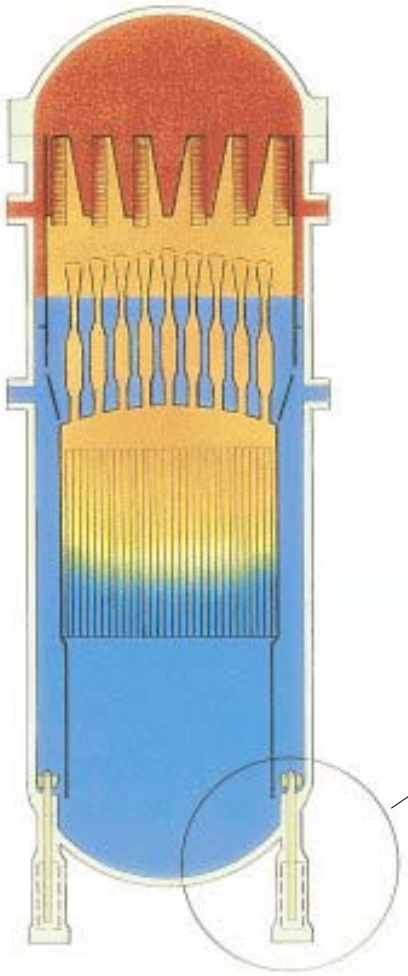
Säätösauvojen toimilaitteet

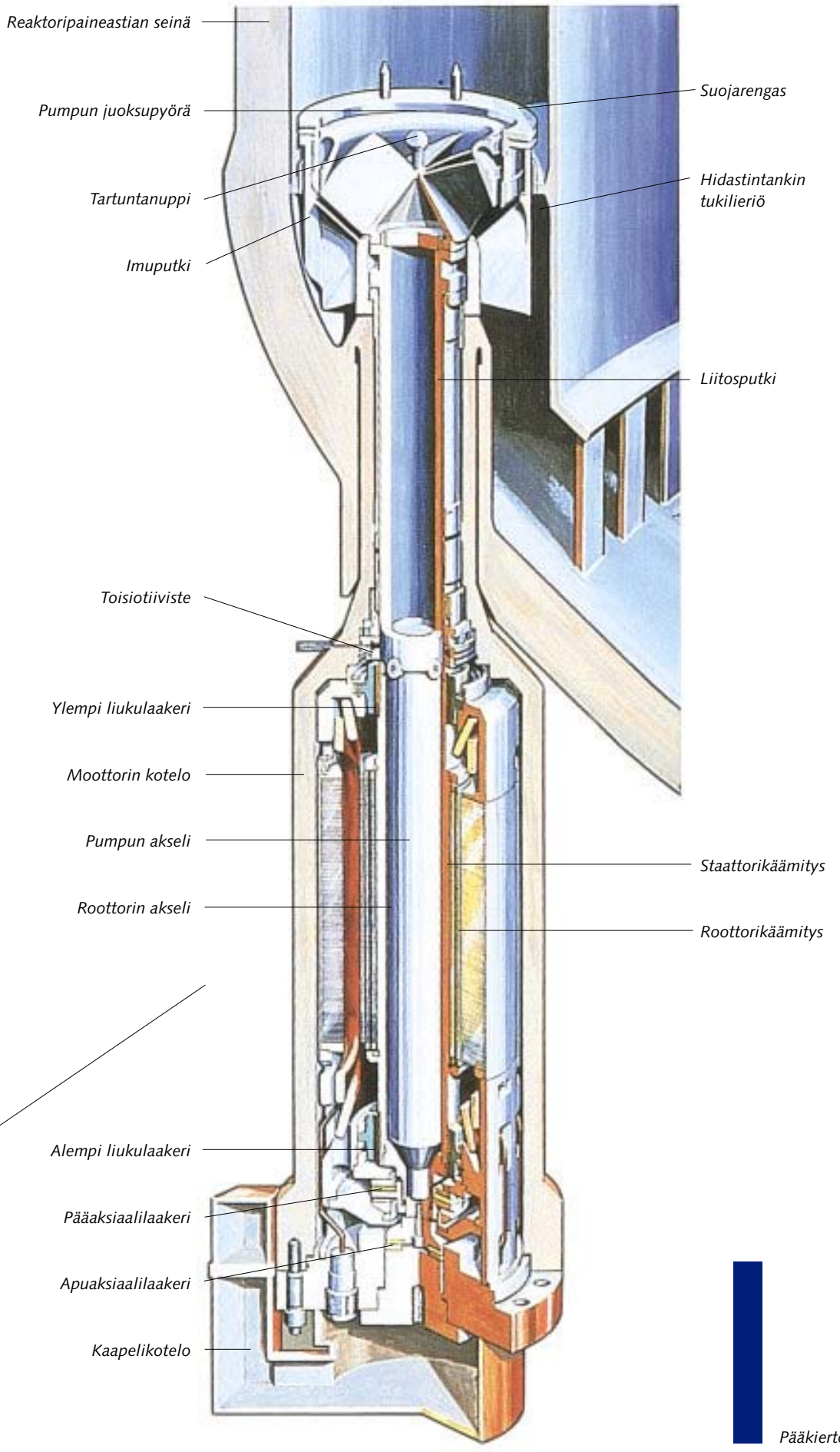
Pääkiertojärjestelmä

Reaktorisydämen jäähdytysvirtausta ylläpitää kuusi reaktorin sisäistä kierrätyspumppua. Kierrätyspumpun käyttövoimana on ns. märkämoottori, jolloin ei tarvita akselitiivisteitä. Moottoripesä on reaktoripaineastian kiinteä osa. Sisäisillä kiertopumpuilla on monia etuja ulkoisiin pumppuihin verrattuina:

- suurten putkirikkojen vaaraa reaktorisydämen yläreunan alapuolella ei ole
- suojarakennuksen pieni koko
- pääkiertojärjestelmän pieni painehäviö parantaa luonnonkierto-ominaisuuksia ja vähentää sähkötehon tarvetta
- reaktorin alapuolisen kuivatilan alhaisesta taustasäteilytasosta johtuen pumppujen moottorien huolto- ja tarkastustöissä säteilyannokset jäävät hyvin pieniksi
- huomattava vähennys primääripiirin hitsaussaumojen määrään.

Akselin lohkorakenne mahdollistaa kätevän kokoamisen ja purkamisen. Pumppuakseli ulottuu onttoon moottoriakseliin ja voima siirtyy moottoriakselilta kytkennällä, joka voidaan irrottaa moottoripesän pohjasta. Pumppumoottori tai juoksupyörä voidaan täten siirtää tai vaihtaa tyhjentämättä vettä reaktoripaineastiasta.





Pääkiertopumppu

Sydämen hätäjäähdytys-järjestelmä

Reaktorisydämellä on kaksi erillistä hätäjäähdytysjärjestelmää - apusyöttövesijärjestelmä ja reaktorisydämen ruiskutusjärjestelmä. Apusyöttövesijärjestelmä on korkeapaineinen hätäjäähdytysjärjestelmä. Sen kapasiteetti riittää pitämään reaktorisydämen veden peitossa minkä tahansa reaktoripaineastian pohjaan liitetyn putken murtumisonnettomuudessa.

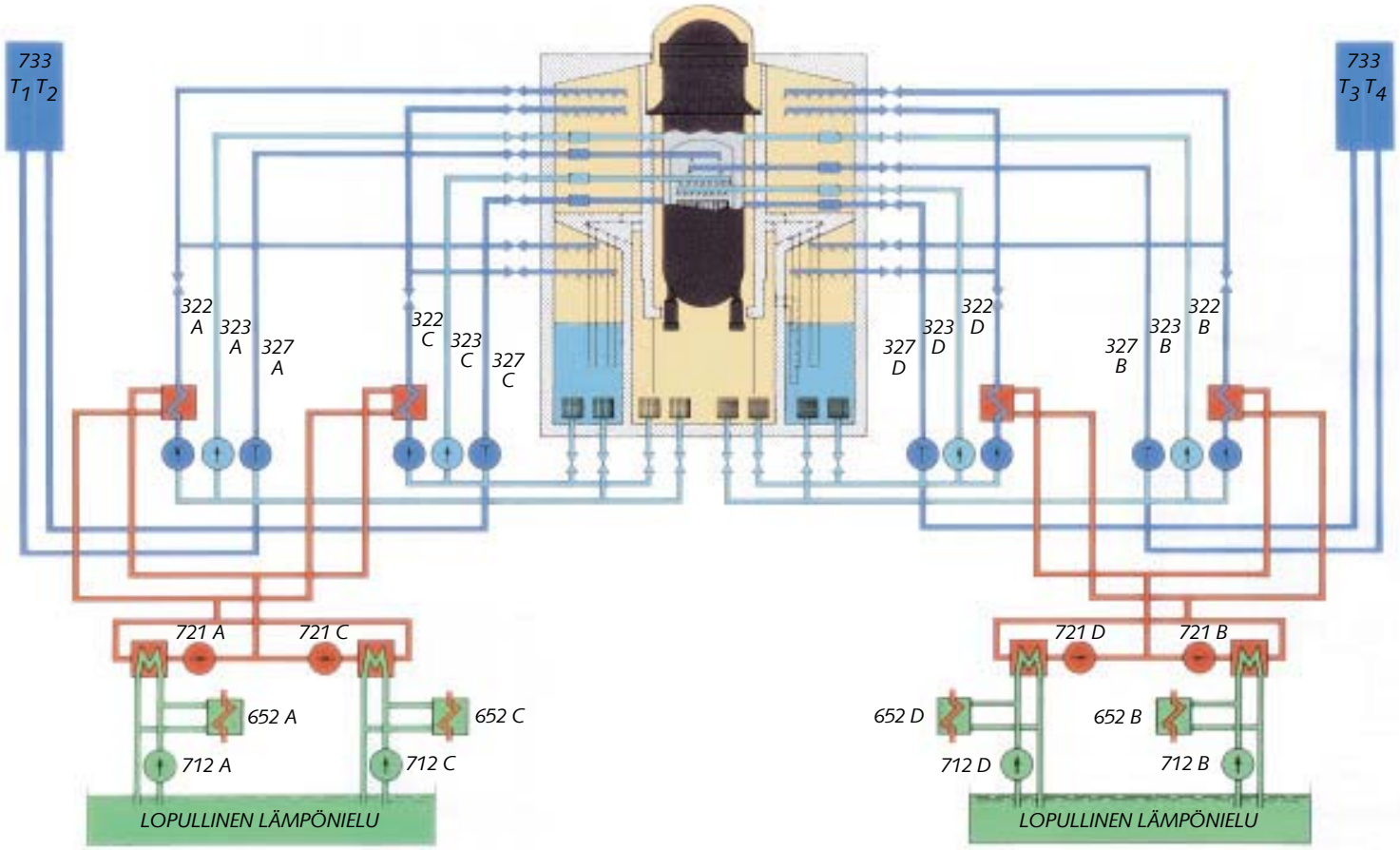
Reaktorisydämen ruiskutusjärjestelmä toimii matalassa paineessa. Se syöttää vettä reaktoriin, kun paine reaktorissa laskee siinä tapauksessa, että reaktoripaineastian sylinterimäiseen osaan sydämen yläpuolella yhdistetty putki katkeaa.

Molemmat järjestelmät niihin liittyvine apujärjestelmineen on jaettu neljään riippumattomaan osajärjestelmään. Näistä kahden kapasiteetti riittää jäähdytteenmenetystilanteessa. Järjestely mahdollistaa myös sen, että osajärjestelmien laitteita on helppo testata ja korjata ilman, että laitosyksikön käyttöä joudutaan rajoittamaan.

Kussakin osajärjestelmässä on erilliset pumput, venttiilit jne. ja virransyöttö vastaavasti erotetuista varadieselgeneraattoreista. Apusyöttövesijärjestelmä saa veden erityisistä varastoaltaista. Kutakin osajärjestelmää varten on erillinen allas.

Reaktorisydämen ruiskutusjärjestelmä saa veden suojarakennuksen lauhdutusaltaasta. Tämän altaan vesi jäähdytetään suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmällä, jota vuorostaan jäähdytetään välipiirin kautta merivedellä.

Lauhdutusaltaan lämpökapasiteetti riittää jälkilämmön poistoon useita tunteja reaktorin alasajon jälkeen ilman suojarakennuksen ulkopuolista jäähdytystä.



322 Suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmä
323 Reaktorisydämen ruiskutusjärjestelmä
327 Apusyöttövesijärjestelmä
652 Dieselmoottorien apujärjestelmä
712 Sammutetun reaktorin merivesijärjestelmä
721 Sammutetun reaktorin välijäähdytysjärjestelmä
733 Täyssuolanpoistetun veden jakelujärjestelmä

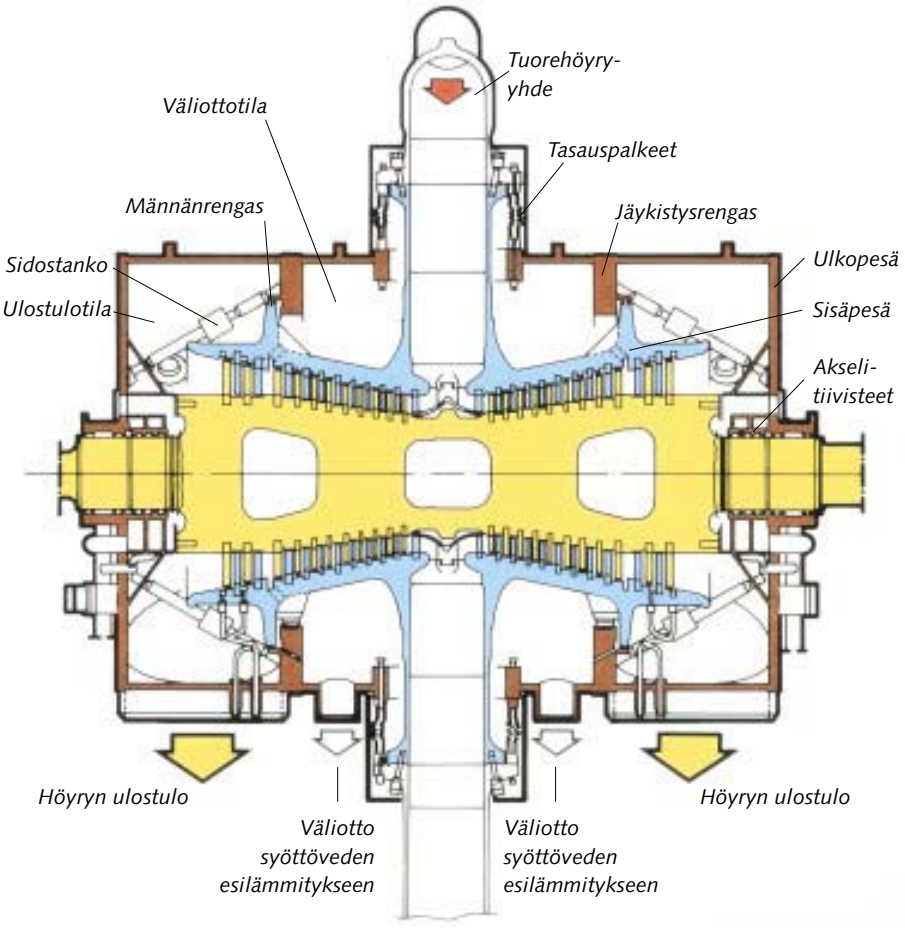
Turpiinilaitos

Turpiini koostuu korkeapaineturpiinista ja neljästä matalapaineturpiinista, jotka ovat samalla akselilla. Kierrosnopeus on 3000 kierrosta minuutissa.

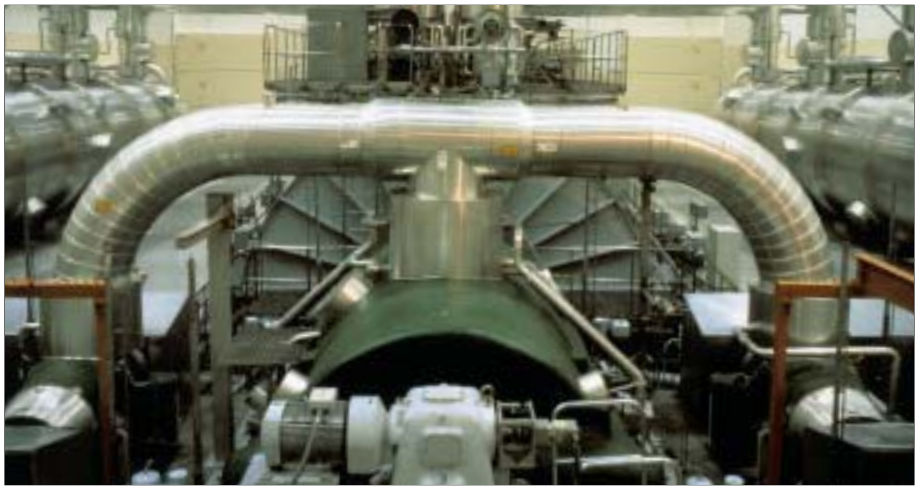
Höyryä johtaa reaktorista korkeapaineturpiinille neljä päähöyrylinjaa, joissa on säätöventtiilit ja pikasulkuventtiilit yhteisessä venttiilipesässä.

Korkeapaineturpiinilta höyry johdetaan alivirtausputkilla kahteen peräkkäiseen kosteudenerottimeen ja välitulistimiin, joita on yksi turpiinin kummallakin sivulla.

Tulistettu höyry johdetaan matalapaineturpiineille kahdeksan ylivirtausputken kautta, joissa on yhdistetyt sulku- ja pikasulkuventtiilit. Korkeapaineturpiinissa ja matalapaineturpiineissa on höyryn väliotto, jolla lauhde ja syöttövesi lämmitetään.



Korkeapaineturpiinin halkileikkaus



Turpiinihalli

Turpiinin ohitusventtiilien kautta höyry voidaan johtaa suoraan lauhduttimeen. Turpiinin ohitusta käytetään ajettaessa laitosyksikköä ylös tai alas, ja generaattorin kuormanmenetyksen yhteydessä.

Korkeapaineturpiini

Korkeapaineturpiini on kaksivirtaustyyppinen. Virtaus on symmetrinen, höyry tulee turpiinin keskeltä ja poistuu molemmista päistä ulostulotilasta.

Pääosat ovat

- hitsattu ulkopesä
- valettu sisäpesä
- taottu ja hitsattu roottori
- akselitiivisteet molemmissa päissä.

Turpiinissa on kaksoispesä. Molemmat pesät ovat kaksiosaisia. Ylä- ja alaosat on liitetty toisiinsa jakotasostaan pulttiliitoksella.

Höyry johdetaan sisäpesään kahdella tuloputkella turpiinin keskeltä ylä- ja alapuolelta. Höyry ei joudu kosketukseen ulkopesän kanssa.

Väliottohöyry otetaan sisäpesän läpi rei´istä pesien väliseen väliottotilaan ja johdetaan kahteen väliottoputkeeen.

Ulkopesä on erotettu turpiinihallin ilmakehästä tasauspalkein höyryn tuloputkilla ja labyrinttitiivistein turpiiniakselilla.

Ulkopesä on tehty levyistä ja taoksista, jotka on hitsattu yhteen suorapäätyiseksi sylinteriksi. Turpiinin ulkopesässä on keskiosan ja pään puolivälissä kaksi jäykistysrengasta, jotka toimivat säädettävien tukitankojen tukipisteinä. Tukitangot ottavat vastaan höyryn aiheuttamat aksiaalisuuntaiset voimat. Ulkopesä on tuettu peruslaattaan ja sisäpesä kiinnitetty ulkopesään.

Matalapaineturpiini

Matalapaineturpiinit ovat kaksivirtaustyyppisiä, symmetrisiä reaktioturpiineja, joiden pääosat ovat

- hitsattu ulkopesä
- hitsattu sisäpesä
- taottu ja hitsattu roottori
- kolme johtosiivenkannatinta
- akselitiivistepesät kummassakin päässä.

Höyry johdetaan turpiiniin välitulistimesta ylivirtausputkilla, joissa on matalapainepikasulkuventtiilit.

Matalapaineturpiinissa on kaksoispesät samoin kuin korkeapaineturpiinissakin.

Siivenkannattimet on kiinnitetty sisäpesään, joka on vuorostaan kiinnitetty ulkopesän alapuoliskon jalustaan.

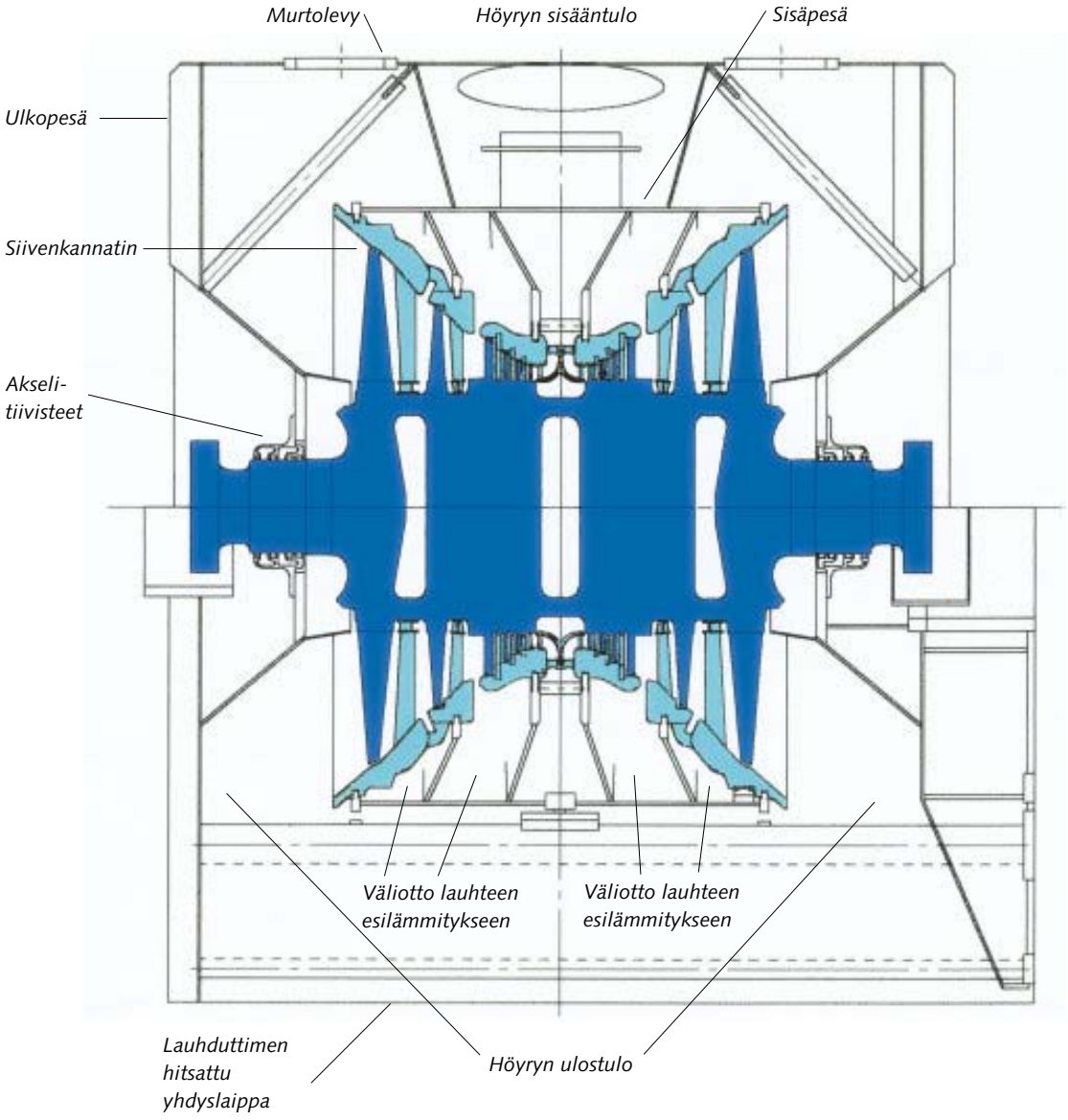
Ulkopesän alapuolisko muodostaa suorakaiteenmuotoisen kanavan, joka on hitsattu lauhduttimen tuloaukkoon.

Kussakin matalapaineturpiinissa on kaksi murtolevyä, jotka suojaavat turpiinia, jos mahdollisen ylipaineen aikana muut turvalaitteet eivät toimi.

Roottorit, siivistö, siivenkannattimet ja sisäpesät on vaihdettu uusiin nykyaikaisiin vuosihuolloissa vuosina 1996-1998.



Neljä matalapaineturpiinia



Roottori juoksusiipineen

Siivenkannattimet johtosiipineen

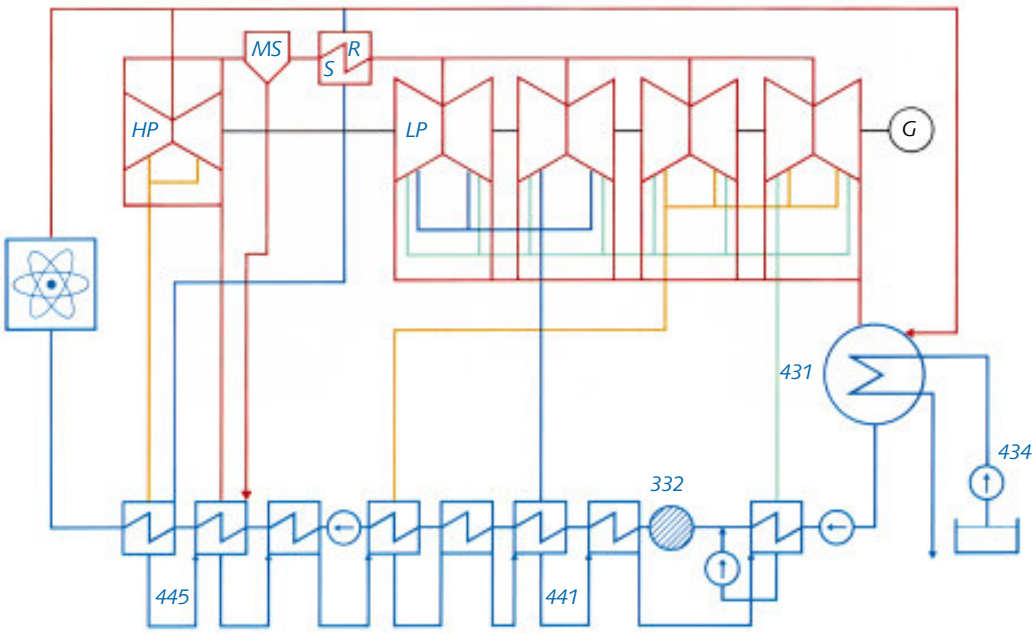
Lauhde ja syöttövesi

Turpiinissa on kertakulkuinen lauhdutin, joka on asennettu poikittain turpiinin akseliin nähden. Lauhdutin on jaettu kahteen lohkoon, yksi lohko kahdelle matalapaineturpiinipesälle. Kummassakin lohkossa on kaksi vesikammiota, jotka ovat myös lauhteen varastointisäiliöitä.

Lauhdutinta jäähdytetään merivedellä. Merivesipumput ovat pystymallisia potkuripumppuja. Ne sijaitsevat vedenpinnan alapuolella jäähdytysveden sisäänottotunnelissa. Pumput johtavat jäähdytysveden kokoojatilaan ennen lauhduttimen vesilaatikoja. Sulku- ja takaiskuventtiilit ovat jäähdytysvesiputkien sisäänotossa, joten vesi pääsee kaikkiin vesilaatikoihin, vaikka yksi pumppu pysähtyisi.

Lauhde ja syöttövesi lämmitetään 185 °C:n lämpötilaan viidessä vaiheessa. Sekä matalapaine- että korkeapaine-esilämmittimet on jaettu kahteen rinnakkaiseen 50 %:n linjaan, joista kukin voidaan ohittaa.

Lauhdepumput ovat 4x33 %:n yksikköjä ja syöttövesipumput ovat 4x25 %:n yksikköjä. Pumput ovat sähkömoottorikäyttöisiä. Syöttövesivirtaus säädetään ohjaamalla syöttövesipumppujen kierroslukua hydraulisilla kytkimillä.



	Reaktori
HP	*Korkeapaineturpiini*
LP	*Matalapaineturpiini*
MS	*Kosteudenerotin*
SR	*Välitulistin*

332	*Lauhteenpuhdistus*
431	*Lauhdutin*
434	*Lauhduttimen merivesipumput*
441	*Lauhdejärjestelmä*
445	*Turpiinilaitoksen syöttövesijärjestelmä*

Turpiiniakselin tiivisteet

Turpiinin akselilla ja tuorehöyryventtiilien karoissa on akselitiivisteet, joilla estetään höyryvuoto venttiileistä ja korkeapaineturpiinista turpiinihalliin sekä ilmavuoto matalapaineturpiineille ja lauhduttimeen.

Akselitiivisteet muodostuvat jousikuormitetuista tiivistesegmenteistä, joilla vähennetään kitkaa akselilla.

Höyryn ja ilman virtausta ohjataan kanavilla, joita on vuotohöyryjärjestelmässä. Tiivistehöyry, jonka paine on hieman korkeampi kuin ilmanpaine, johdetaan sisempään kanavaan ja mahdollinen vuotohöyry ja turpiiniin vuotava ilma poistetaan vuotolauhduttimeen, jonka toimintapaine on hieman alempi kuin ilmanpaine.

Generaattori

Kaikki tärkeimmät osat, joissa syntyy tehohäviöitä, ovat suoraan vesijäähdytteisiä. Näitä ovat roottorin ja staattorin käämitys sekä ulosottokiskot. Staattoria jäähdytetään kiertoilmalla, joka sitten johdetaan ilma/vesilämmönvaihtimen läpi. Jäähdytysvesi johdetaan ulos ulkoiseen jäähdytys- ja käsittelylaitokseen.

Kaikki veden kanssa kosketuksessa olevat pinnat on tehty ruostumattomasta teräksestä. Generaattori on varustettu harjattomalla AC-herätinkoneella, jossa on pyörivät tasasuuntaajat. Dioditasasuuntaajaa suojaavat varokkeet, jotka on asennettu moduleina herätinkoneen roottoriin. Tämä asennus mahdollistaa varokkeiden tarkastuksen normaalikäytön aikana ja varokemoduleiden helpon vaihdon.

Generaattori on turpiinin säteilysuojan ulkopuolella ja generaattorille pääsee täten kulkemaan laitosyksikön normaalin käytön aikana.



Generaattori

Sähköjärjestelmät

Sähköjärjestelmillä on kaksi käyttötarkoitusta. Toinen on sähkön siirtäminen ulkoiseen verkkoon ja toinen laitosyksikön itsensä tarvitseman sähkövirran tuottaminen.

Edelliseen kuuluu generaattorikisko, generaattorikatkaisija, päämuuntaja ja 400 kV:n linja ja kytkinlaitos. Jälkimmäiseen kuuluvat omakäyttömuuntajat, kiskojärjestelmät ja sähkönjakelu.

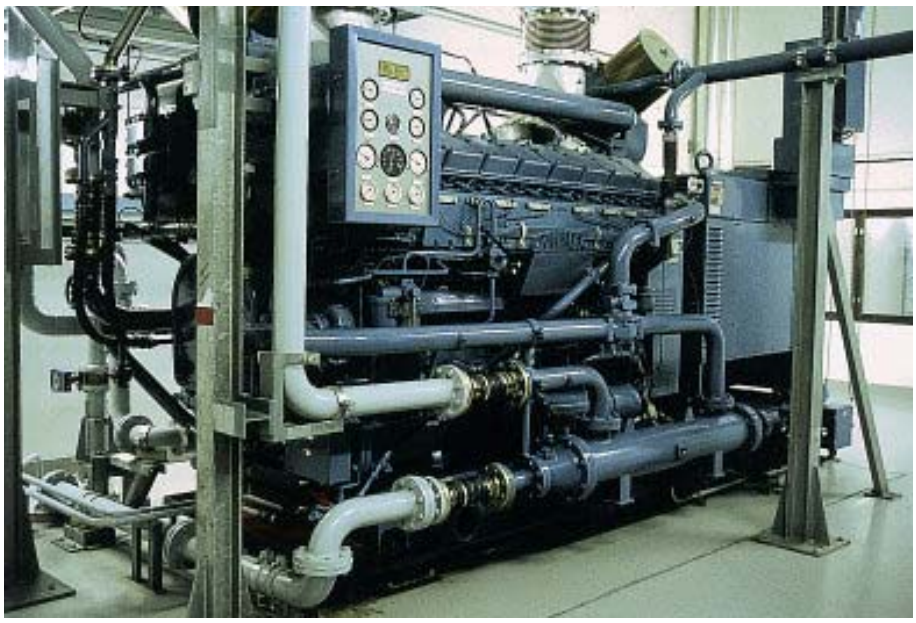
Generaattorikiskot on tehty itsenäisistä, yksivaiheisista kiskoista, joissa on maadoitetut metalliset vaipat. Kullakin yksivaiheisella kiskolla on yksivaiheinen katkaisija. Kiskoissa on myös tarpeelliset maadoituserottimet, jännite- ja virtamuuntajat ja kondensaattorit.

Päämuuntaja on kolmivaiheinen, öljyllä ja ilmalla pakkokiertoisesti jäähdytetty yksikkö.

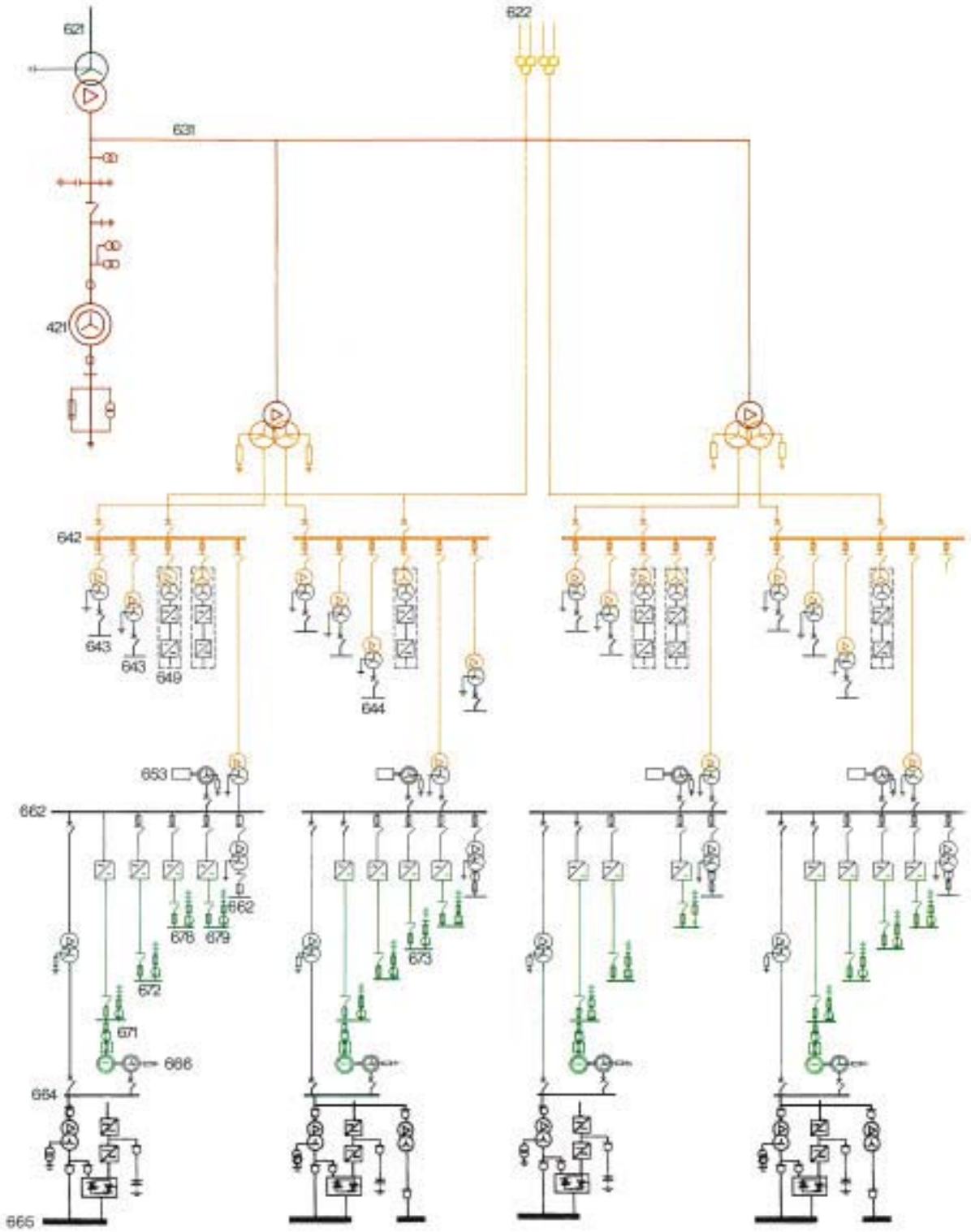
Laitosyksikön omakäyttösähkön syöttö on jaettu turvallisuus- ja käyttöjärjestelmiin sen mukaan, mitkä ovat prosessin vaatimat sähkön tarpeet. Sähkö otetaan normaalisti generaattorikiskosta kahteen omakäyttömuuntajaan, mutta varmistuksena on kaksi käynnistysmuuntajaa, jotka on kytketty 110 kV:n verkkoon. Nämä kaksi tehonsyöttölähdettä ovat toisistaan riippumattomia.

Jakeluverkko on jaettu neljään eri lohkoon nimeltä A, B, C ja D. Tätä jakoa noudatetaan johdonmukaisesti moottorien, ohjausjärjestelmien jne. tehonsyötössä koko laitoksella.

Neljä dieselgeneraattoria huolehtii laitosyksikön varavoiman syötöstä. Tasasähköjärjestelmät ja akkuvarmennettu vaihtosähköjärjestelmä tuottavat sähkön ohjausjärjestelmille, venttiileille jne.



Neljä dieselgeneraattoria huolehtii laitosyksikön varavoiman syötöstä



421	*Generaattori*
621	*400 kV:n verkko*
622	*110 kV:n verkko*
631	*Generaattorikiskot*
642	*6,6 kV:n verkko*
643	*660 V:n verkko*
644	*380/220 V:n verkko*
649	*Taajuusmuuttajat*
653	*Dieselgeneraattorit*
662	*Dieselvarmennettu 660 V:n verkko*
663	*Dieselvarmennettu 380/220 V:n verkko*
664	*Akkuvarmennettu 380 V:n verkko*
665	*Akkuvarmennettu 220 ja 380/220 V AC:n verkko*
666	*DC/AC-muuttajat*
671	*440 V:n tasasähköverkko*
672	*110 V:n tasasähköverkko*
673	*48 V:n tasasähköverkko*
678	*Turpiinilaitoksen ± 24 V:n tasasähköverkko*
679	*Reaktorilaitoksen ± 24 V:n tasasähköverkko*

Ohjaus- ja säätöjärjestelmät

Valvomon keskeisestä ohjauspulpetista ohjataan ja valvotaan reaktori- ja turpiiniprosesseja. Erillistä ohjauspulpettien takana olevaa ohjaustaulua käytetään sekä reaktorin tiettyjen järjestelmien ohjaukseen että sähkönsyöttö- ja kytkinlaitteistojen ohjaamiseen ja tarkkailuun.

Prosessitietokoneet avustavat käyttöhenkilöstöä reaktorisydämen ja prosessin tarkkailussa. Säätösauvojen asennot, neutronivuo ja muut prosessin parametrit esitetään värinäytöillä valvomossa. Tietokonejärjestelmää ei käytetä vain tiedon hankintaan ja sydämen valvontaan liittyviin laskelmiin, vaan myös tiedon esittämiseen ja signaalien ajallisen järjestyksen taltioimiseen.

Säätösauvojen ohjauksessa hyödynnetään myös prosessitietokonetta.

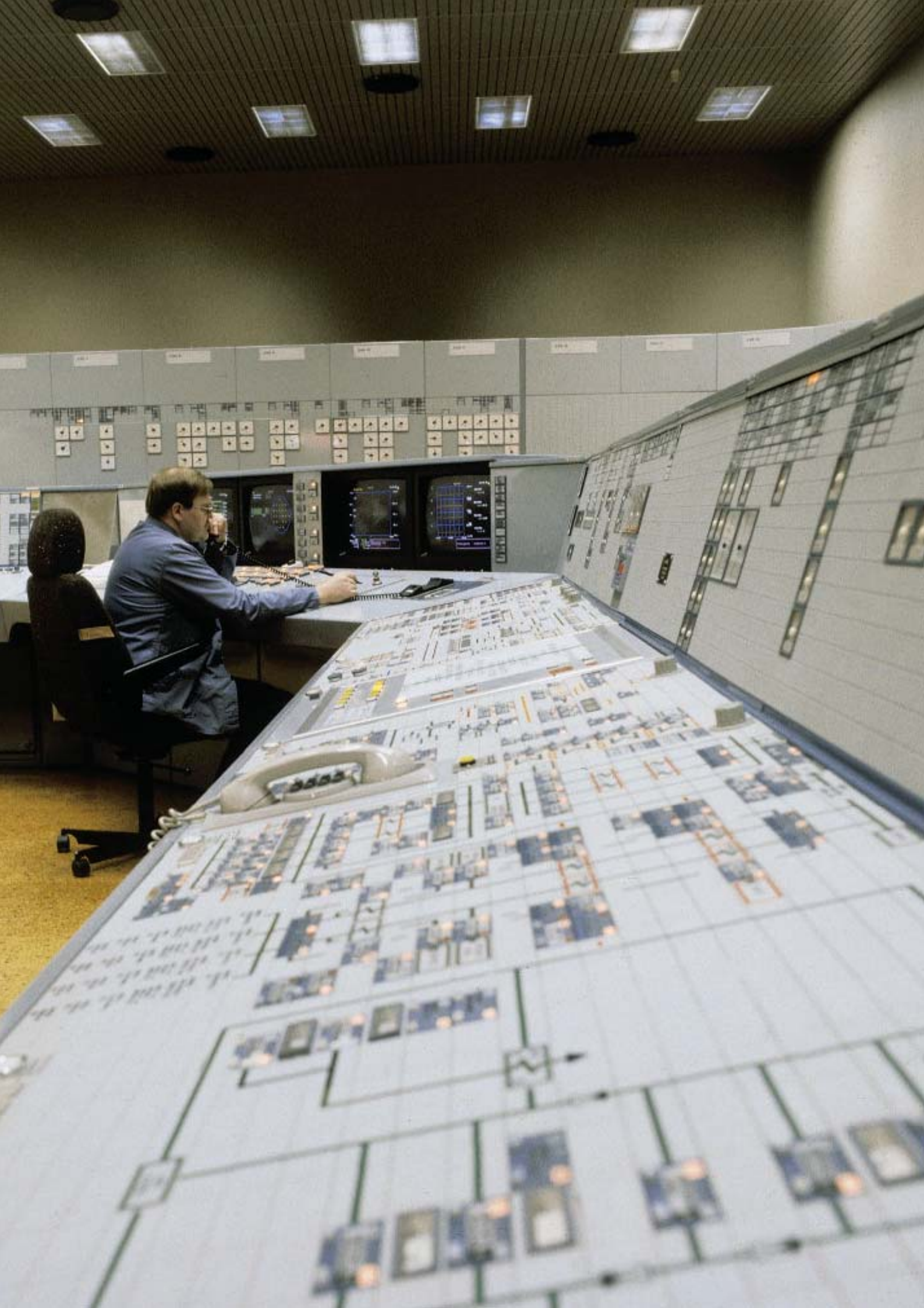
Valvomossa on myös erityinen mittaustietokone, joka valvoo ja tallentaa ne parametrit, joilla on erityistä mielenkiintoa prosessin transienttien arvioimisen kannalta. Turpiinin sekä generaattorin akselin ja laakereiden värähtelyjä valvoo erillinen tietokonejärjestelmä.

Laitosyksikön tehonsäätö perustuu generaattoritehon mittaukseen, jonka perusteella ohjataan pääkiertopumppujen kierrosnopeutta taajuusmuuttajissa olevien säätimien avulla.

Laitosyksikön pääsäädöt, joita ovat mm. reaktorin paineen ja pinnankorkeuden säätö, on toteutettu usealla eri pääsäätäjällä.

Signaalit, joita käytetään turvallisuuteen liittyvissä järjestelmissä, on toteutettu “kaksi-neljästä -periaatteella”. Tämä tarkoittaa sitä, että kahden valvontalaitteen neljästä on lähetettävä signaali, jotta laukaisuehdot täyttyvät ja laitosyksikön suojaustoiminto käynnistyy.

Valvomo



Poistokaasu-järjestelmä

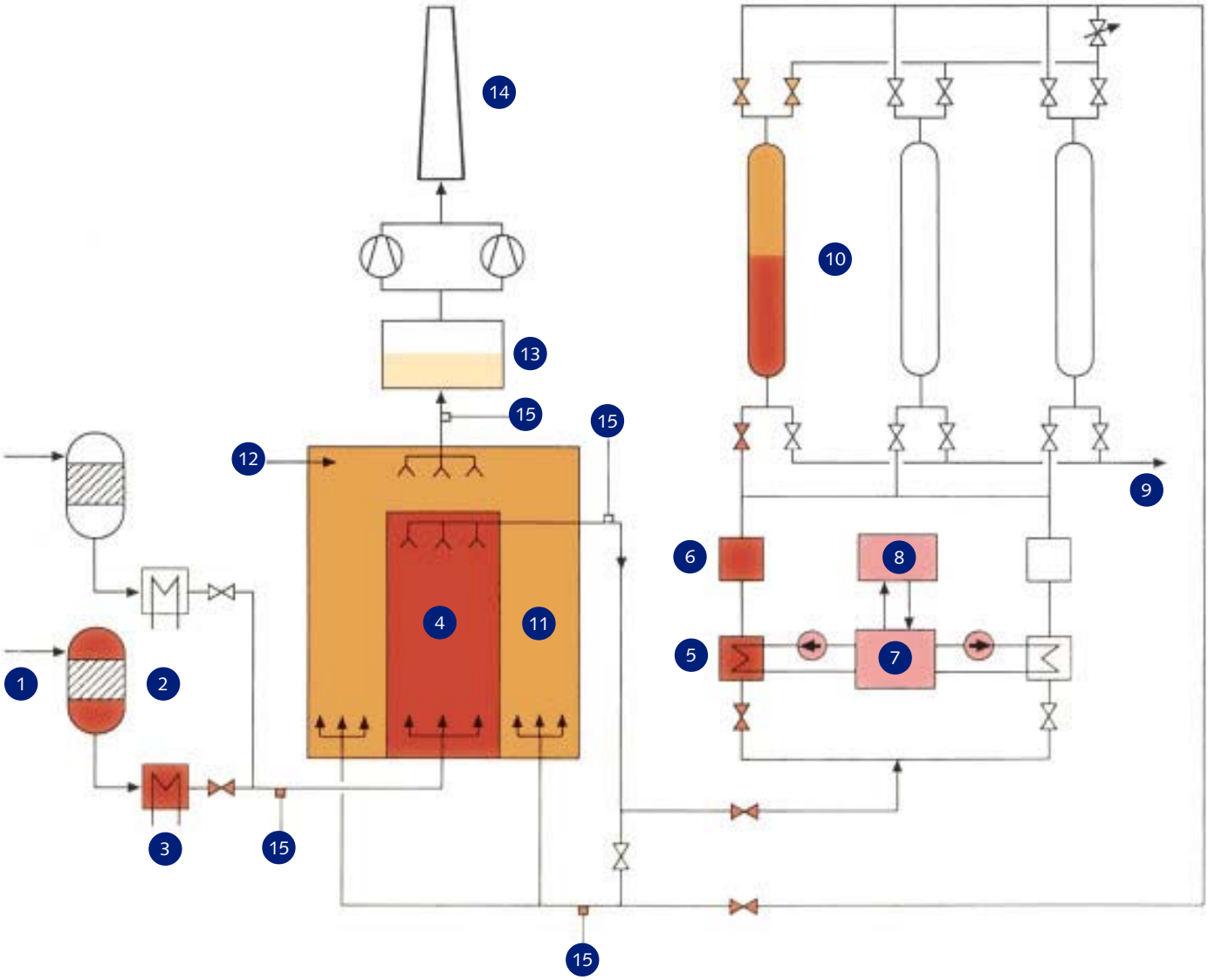
Poistokaasujärjestelmän tarkoitus on rajoittaa radioaktiivisten kaasujen pääsyä laitokselta. Järjestelmässä käytetään aktiivihiiliabsorptiota, ja siihen kuuluu kaksi viivästyssäiliötä, kaksi kuivainta, kaksi puhallinta ja kolme aktiivihiilisäiliötä. Turpiinilauhduttimelta kaasu kulkee rekombinaattorijärjestelmän, ensimmäisen viivästyssäiliön, kuivaimen, yhden hiilisäiliön, toisen viivästyssäiliön läpi ja suodattimen kautta puhaltimelle.

Poistokaasuissa oleva ksenon absorboituu aktiivihiileen. Ennen kuin hiilen absorptiokapasiteetti on käytetty loppuun, kaasuvirtaus ohjautuu automaattisesti toiseen hiilisäiliöön. "Käytetty" säiliö yhdistetään turpiinilauhduttimeen, ja sen aktiivihiilessä oleva ksenon desorboidaan pienellä "puhdistetun" ilman virtauksella lauhduttimeen.

Poistokaasujärjestelmä käyttää suhteellisen pientä hiilimäärää, koska radioaktiiviset kaasut hajoavat hiekkakerroksessa hiilen sijaan. Täten vain pieni osa radioaktiivisia kaasuja - pääasiassa matalaenergiset nuklidit - pääsee hiilisäiliöihin asti.



Ilmastointipiipun ilmavirrasta otetaan näytteitä ja niitä mitataan, jotta saadaan selville radioaktiivisten päästöjen määrät



1. *Turpiinilauhduttimelta*
2. *Rekombinaattorit*
3. *Lauhduttimet*
4. *Ensimmäinen viivästyssäiliö*
5. *Jäähdyttimet*
6. *Lämmitin*
7. *Glykolisäiliö*
8. *Jäähdytyskone*
9. *Turpiinilauhduttimelle*
10. *Aktiivihiilisäiliöt*
11. *Toinen viivästyssäiliö*
12. *Vuotohöyry lauhduttimelta*
13. *Poistokaasusuodatin*
14. *Ilmastointipiippu*
15. *Aktiivisuuden mittaus*

Jätteidenkäsittely-järjestelmä

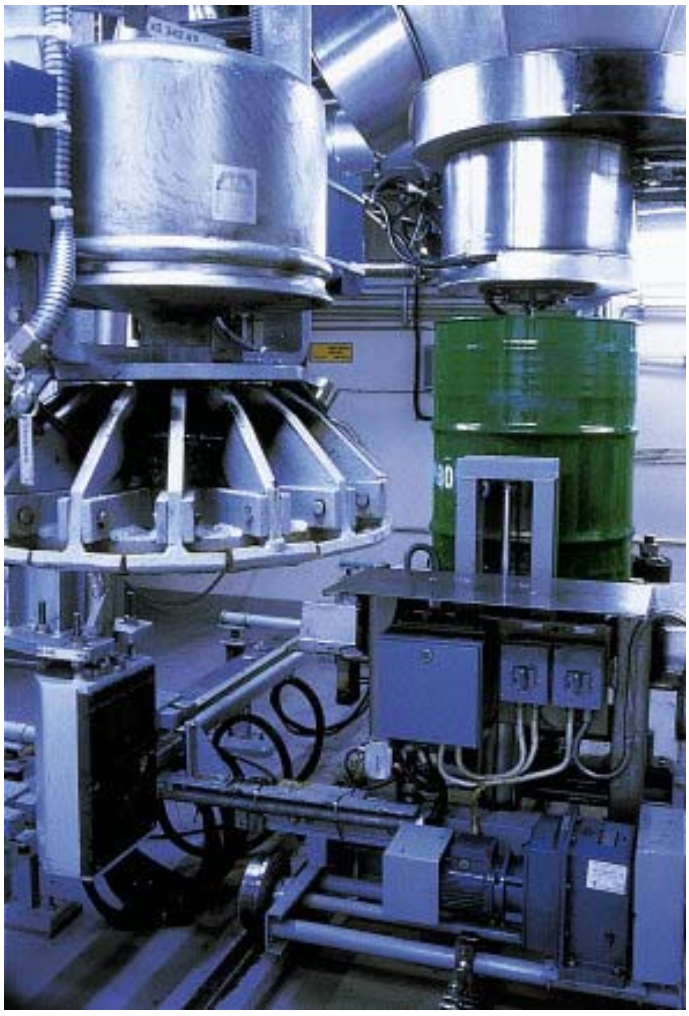
Jätteidenkäsittelyjärjestelmässä on pyritty siihen, että prosessi on yksinkertainen. Vettä käytetään uudelleen mahdollisimman paljon, jotta päästään suljettuun vesikiertoon, jolloin varastoitavan jätteen määrä minimoituu.

Nestemäistä jätettä kerätään useissa prosessilinjoissa ja se ohjataan keräilysäiliöihin. Suurin osa vedestä on kemiallisesti puhdasta, se käsitellään suodattimissa ja ioninvaihtimissa ja käytetään sitten uudelleen prosessissa.

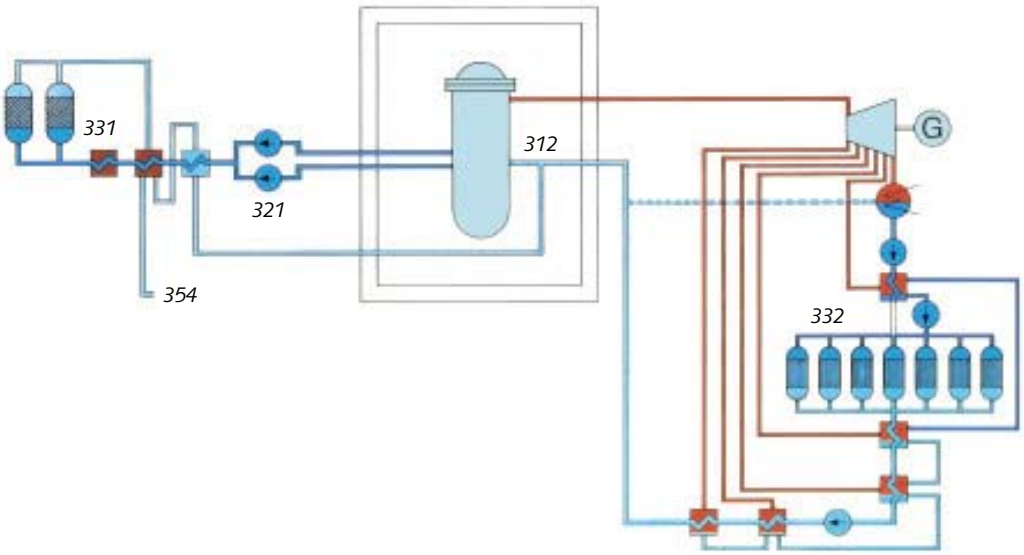
Lattiakaivojen ja pesulan vedet sekä kaikki muut hiukkasmaisia epäpuhtauksia sisältävät vedet puhdistetaan linkoamalla. Jos on tarpeen, lisäpuhdistus tehdään ioninvaihtimella tai haihduttimella.

Kiinteän jätteen järjestelmä sisältää laitteistot vähäaktiivisen jätteen käsittelyyn, lajitteluun ja kokoonpuristamiseen sekä keskiaktiivisen laitosjätteen kiinteyttämiseen.

Keskiaktiivinen jäte sisältää ioninvaihtohartseja, haihdutinkonsentraatteja ja dekontaminointiliuoksia, jotka on kuivattu jauhemaisiksi. Tämä jauhe sekoitetaan bitumiin ja pakataan terästynnyreihin.



Keskiaktiivisen jätteen bitumointi



312 Syöttövesijärjestelmä
321 Sammutetun reaktorin jäähdytysjärjestelmä
331 Reaktoriveden puhdistusjärjestelmä
332 Lauhteen puhdistusjärjestelmä
354 Pikasulkujärjestelmä

Höyry
Vesi

Vesikemia

Reaktorin primääripiirissä ei käytetä kiehutusvesilaitoksessa kemikaaleja. Syöttöveden kemiassa pyritään alhaiseen sähkönjohtokykyyn eli "neutraaliin vesikemiaan".

Reaktoriveden puhtaus vaikuttaa reaktorin käytön luotettavuuteen. Se ehkäisee epäpuhtauksien saostumista polttoainesauvoihin ja vähentää radioaktiivista kontaminaatiota primäärijärjestelmässä. Täten altistus säteilylle pienenee.

Primääripiirin vettä käsitellään kahdella erillisellä puhdistusjärjestelmällä: reaktoriveden puhdistusjärjestelmällä ja lauhteen puhdistusjärjestelmällä.

Reaktoriveden puhdistusjärjestelmä sisältää kaksi paksukerrostyyppistä ioninvaihtoyksikköä, joiden läpi vesi virtaa radiaalisesti.

Kumpikin yksikkö pystyy käsittelemään normaalin puhdistusvirtauksen, joten virtaus voidaan tarvittaessa kaksinkertaistaa.

Yksi sammutetun reaktorin jäähdytysjärjestelmän pumppu kykenee pumppaamaan riittävän puhdistusvirtauksen. Virtaus kulkee kahden lämmönvaihtimen ja jäähdyttimen läpi toiselle ioninvaihtimista, ja palaa takaisin reaktoriin lämmönvaihtimien kautta. Osa vedestä virtaa pikasulkujärjestelmän kautta puhdistaen ja jäähdyttäen säätösauvojen toimilaitteita.

Lauhteen puhdistusjärjestelmä, joka sijaitsee lauhteen ensimmäisen ja toisen esilämmittimen välissä, sisältää seitsemän rinnakkain kytkettyä suodatinlinjaa. Suodattimissa on precoat-suodattimet.

Reaktorisydän ja polttoaine

Olkiluoto 1- ja Olkiluoto 2 -laitosyksiköiden kummassakin reaktorissa on 500 polttoainenippua, jotka ovat polttoainekanavissa.

Olkiluoto 1- ja Olkiluoto 2 -laitosyksiköiden polttoaineniput olivat aluksi tyyppiä 8 x 8. Myöhemmin on otettu käyttöön uusia polttoainenipputyyppejä.

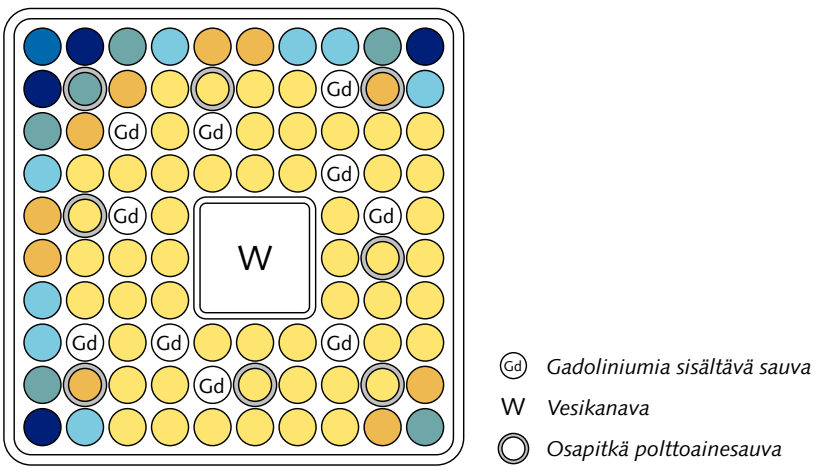
Nykyisin molemmissa Olkiluodon reaktoreissa käytetään polttoainetyyppiä 10 x 10. Tällä polttoainetyypillä on ominaisuuksia, jotka ovat tehneet mahdolliseksi nostaa reaktoreiden tehoa sekä käyttää polttoaine entistä tehokkaammin.

Aikaisempiin polttoaineisiin verrattuna 10 x 10 -tyypin polttoainesauvojen lineaariteho (lämpöteho sauvan pituusyksikköä kohden) on matalampi ja tämä polttoainetyyppi parantaa lämmön siirtoa polttoaineesta jäähdytteeseen. 10 x 10 -nipuissa on myös erityisiä nipun sisäisiä vesialueita muodostavia rakenteita, esim. vesikanavat, vesisauvat tai vesiristit. Nämä parantavat reaktorisydämen käyttäytymistä korkeilla tehotasoilla ja häiriötilanteissa. Lisäksi joissain polttoainenipputyypeissä on osapitkiä sauvoja, jotka parantavat reaktorin stabiilisuutta.

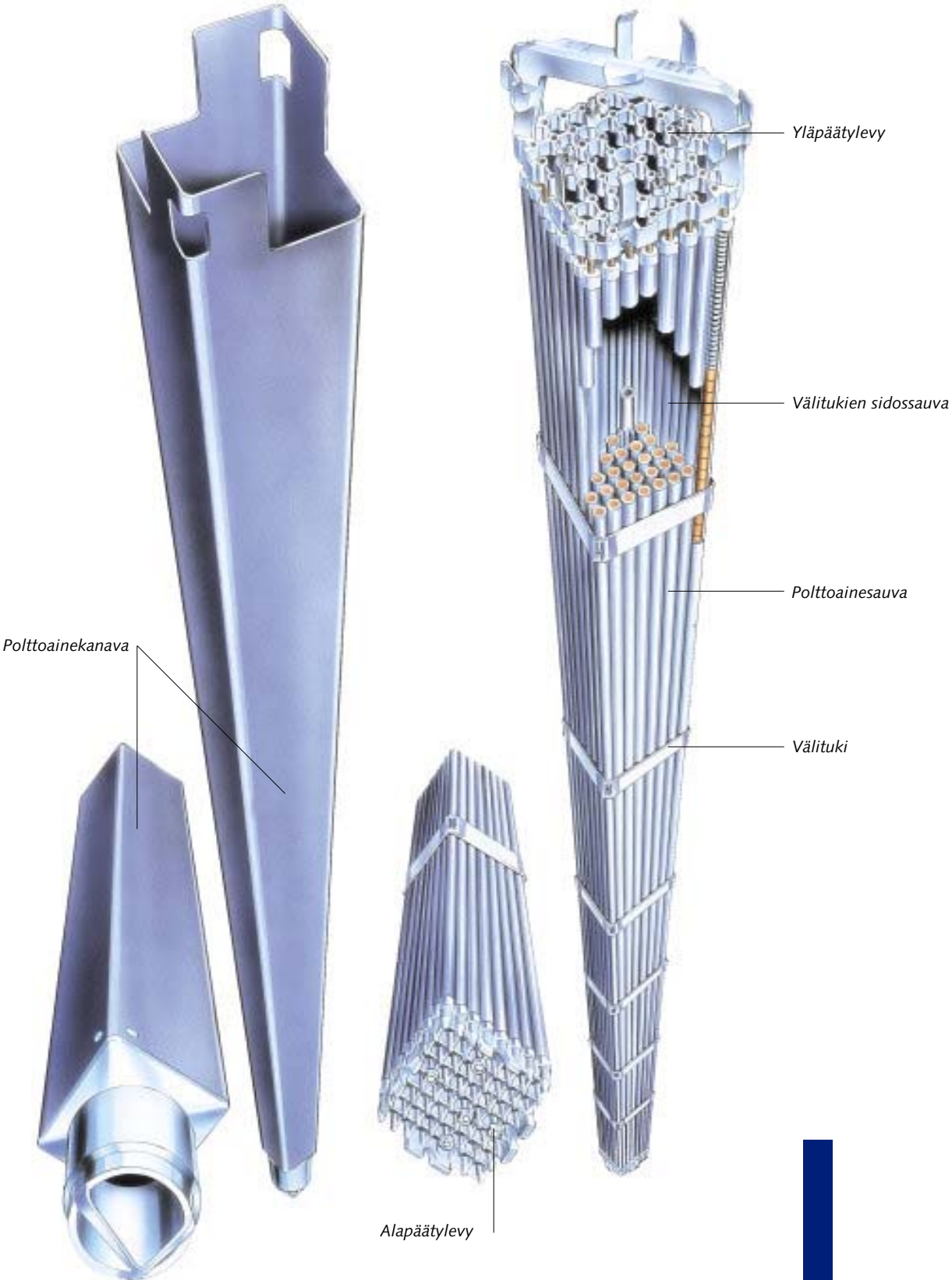
Uraanipolttoaine on UO_2:sta valmistettuja pieniä sintrattuja tabletteja. Tabletit on pakattu zirkaloy-2 -putkiin, joissa on hitsatut päätytulpat niin, että saadaan muodostettua ilmatiiviisti suljetut polttoainesauvat. Sauvat tuetaan nipuiksi ylä- ja alapäässä olevilla päätylevyillä ja 6-8 välituella. Nipun geometrinen rakenne riippuu polttoainetyypistä.

Eri polttoainenipputyypeissä käytetään hyödyksi ns. palavaa neutroniabsorbaattoria ($Gd_2 0_3$), jonka määrä on muuttuva nipun korkeussuunnassa.Tällä absorbaattorilla pienennetään tehonjakauman muototekijää ja kompensoidaan reaktorin ylijäämäreaktiivisuutta kunkin käyttöjakson alkuaikana.

Polttoainenippujen säteittäinen rikastusjakauma merkitsee sitä, että sauvoilla on yksilöllinen rikastusaste nipun sisällä. Tällä voidaan pienentää nipun sisäisen tehonjakauman muototekijää ja optimoida koko polttoainenipun lämmönsiirtokapasiteettia.



10 x 10 -tyyppinen polttoainenippu

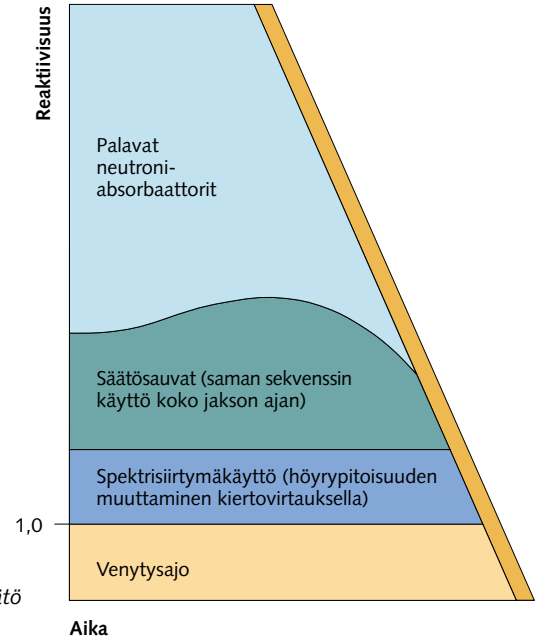


Polttoainenipun halki- ja poikkileikkaus

Ajo ilman säätösauva-sekvenssin vaihtoa

Palavaa absorbaattoria käytetään sekä tehokkaana tapana vaikuttaa tehon jakaumaan että myös säätösauvojen apuna kompensoimaan polttoaineen ylijäämäreaktiivisuutta käyttöjakson aikana. Pienentämällä vuosittaisen käyttöjakson aikaista reaktiivisuuden vaihteluväliä, vähennetään reaktiivisuuden säädön kapasiteettivaatimuksia.

Yhdistämällä palavan absorbaattorin tehokas käyttö ja sopiva reaktorin vaihtolatauksen suunnittelu, reaktoria voidaan käyttää yhdellä tai kahdella säätösauvasekvenssillä koko käyttöjakson ajan.



Reaktorin reaktiivisuuden säätö

Polttoainekierron joustavuus

Reaktori on periaatteessa suunniteltu siten, että vuosittain korvataan noin 25 % polttoainenipuista uusilla tuoreilla polttoainenipuilla. Vaihtolatausten ajoitusta ja käyttöjakson pituutta voidaan kuitenkin muuttaa, koska vaihtolatauksen nippumäärä ja ladattavan polttoaineen ominaisuudet voivat vaihdella suurestikin.

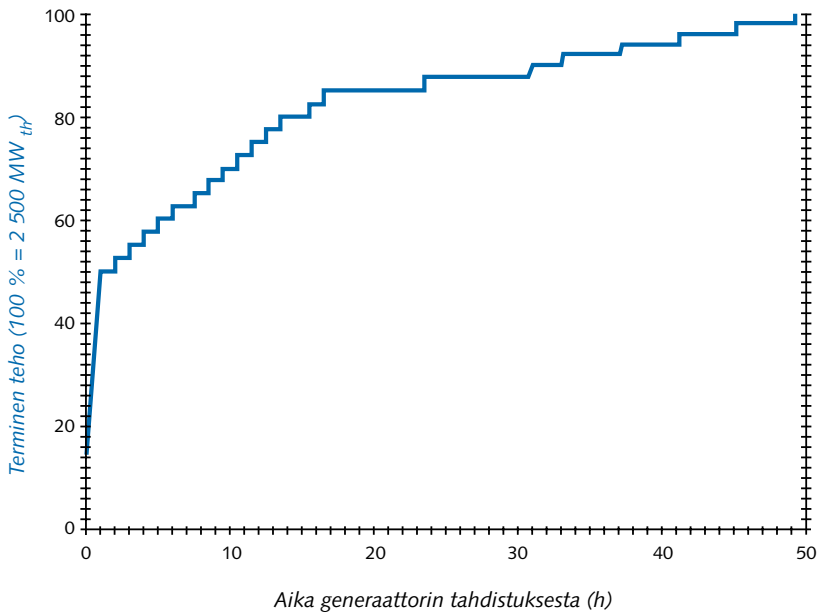
Joustavuutta lisää vielä mahdollisuus reaktorin käyttöajan pidentämiseen käyttöjakson loppupäässä antamalla tehotason hitaasti laskea, jos latausajankohtaa pitää siirtää myöhemmäksi. Koska alempi tehotaso aiheuttaa pienemmän höyrymäärän reaktorin sydämeen ja täten korkeamman reaktiivisuuden, tehon aleneminen on hidasta. Lisäksi reaktiivisuutta voidaan lisätä kasvattamalla reaktorin pääkiertovirtausta.

Ohjattavuus ja tehotasot

Sisäisten pääkiertopumppujen herkkä reagointi, pääkiertovirtausmäärän ylimääräinen kapasiteetti täystehoajolla ja säätösauvojen toimilaitteiden mahdollisuus liikuttaa säätösauvoja tasaisesti pienin askelin vaikuttavat siihen, että Olkiluodon laitos saadaan toimimaan optimaalisesti suunnitellulla tehotasolla.

Vaihtolatauksen tai muun pitkähkön seisokin jälkeinen tehon nosto on normaalisti hidasta johtuen polttoaineesta johtuvista rajoituksista ja fissiotuotteiden vaikutuksista reaktiivisuuteen.

Nykyaikaisilla reaktorisydämen valvontaohjelmilla ja uudentyyppisten polttoaineiden ansiosta tehon nosto tällaisissakin käyttötilanteissa voidaan tehdä optimaalisesti.



Reaktorin tehon nosto käynnistyksessä vaihtolatauksen jälkeen

Tekniset tiedot

Yleistä

Reaktorin lämpöteho	MWth	2500
Sähköteho, netto	MWe	840
Sähköteho, brutto	MWe	870
Reaktorin höyrynvirtaus	kg/s	1260
Reaktorin käyttöpaine	bar	70
Syöttöveden lämpötila	°C	185

Reaktorisydän

Polttoainenippujen määrä		500
Polttoaineen paino yhteensä	tn U	86-90
Reaktorisydämen läpimitta (ekv.)	mm	3880
Reaktorisydämen korkeus	mm	3680

Polttoaine

Polttoainesauvoja nipussa		63-100
Polttoainenipun ulkohalkaisija	mm	9,62-12,25
Suojakuorimateriaali	Zr-2	
Polttoaineen tiheys	kgUO_2/l	10,4
Polttoainenipun paino (sis. kanavat)	kg	292-331

Säätösauvat

Säätösauvojen lukumäärä		121
Absorbaattoriosan pituus	mm	3650
Kokonaispituus	mm	6380
Absorbaattoriaine		B_4C ja Hf

Reaktoripaineastia

Sisähalkaisija	mm	5540
Sisäkorkeus	mm	20593
Seinämän paksuus, hiiliterästä (ASME A533B, A508Gr2)	mm	134
Ruostumattoman teräslevyn paksuus	mm	5
Suunnittelupaine	bar	85
Suunnittelulämpötila	°C	300
Paineastian paino	tn	524
Kannen paino	tn	107

Turpiinilaitos

Turpiini

Nimellisteho	MW	870
Tuorehöyryn paine	bar	67
Tuorehöyryn lämpötila	°C	283
Tuorehöyryn virtaus	kg/s	1260
Kierrosluku	rpm	3000
Korkeapaineturpiini	Aksiaalinen, kaksivirtausturpiini	

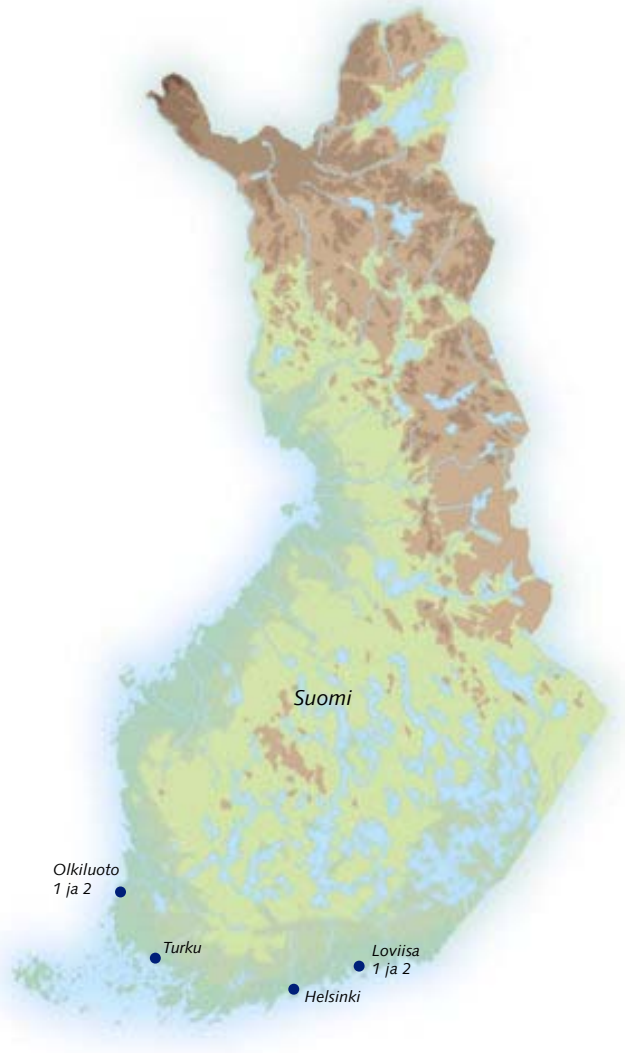
Matalapaineturpiini	Aksiaalinen, kaksivirtausturpiini	
Korkeapaineturpiinin säätöventtiilit		4
Matalapaineturpiinin sulkuventtiilit		8
Poistoala	m^2	8x7,1
Viimeinen siipivyöhyke		
siiven pituus	mm	867
halkaisija	mm	3468
Generaattori		
Nimellisteho	MVA OL1 950, OL2 905	
Tehokerroin, nimellinen	cos	0,9
Nimellisjännite	kV	20
Jännitealue	%	95-108
Taajuus	Hz	50
Jäähdytys, roottori/staattori	vesi	
Herätinkone	harjaton	
Lauhdutin		
Jäähdytyspinta-ala	m^2	27700
Jäähdyttävä aine	merivesi	
Jäähdytysveden virtausnopeus	kg/s	29500
Tyhjö täydellä teholla	bar	0,05
Lämpötilan nousu	°C	13
Jäähdytysveden lämpötila	°C	0-21
Syöttövesi		
Esilämmitysasteita		5
Syöttöveden loppulämpötila	°C	185

Sähkönsyöttö

Päämuuntaja		
Nimellisteho	MVA	1000
Nimellisjännite	kV	412/20
Jäähdytys	OFAF	
Omakäyttömuuntajat (2)		
Nimellisteho	MVA	30/16/16
Nimellisjännite	kV	20/6,9/6,9
Käynnistysmuuntajat (2)		
Nimellisteho	MVA	40/25/25
Nimellisjännite	kV	115/6,9/6,9
Apujärjestelmät		
Yleisesti	kV a c	6,9/0,69
Dieselvarmennetut	kV	0,69
Dieselgeneraattorit (4)	MVA	2
Akustovarmennetut	V d c	24-440
Muuttajan teho	kVA	200
Muuttajan jännite	V a c	400






Suomi
Olkiluoto
1 ja 2
Turku
Loviisa
1 ja 2
Helsinki

Kansi: LumiArt Silk paper

Sisäsivut: KymAdCote paper

Graafinen suunnittelu: Viherjuuren Ilme Oy

Kirjapaino Oy West Point 2000

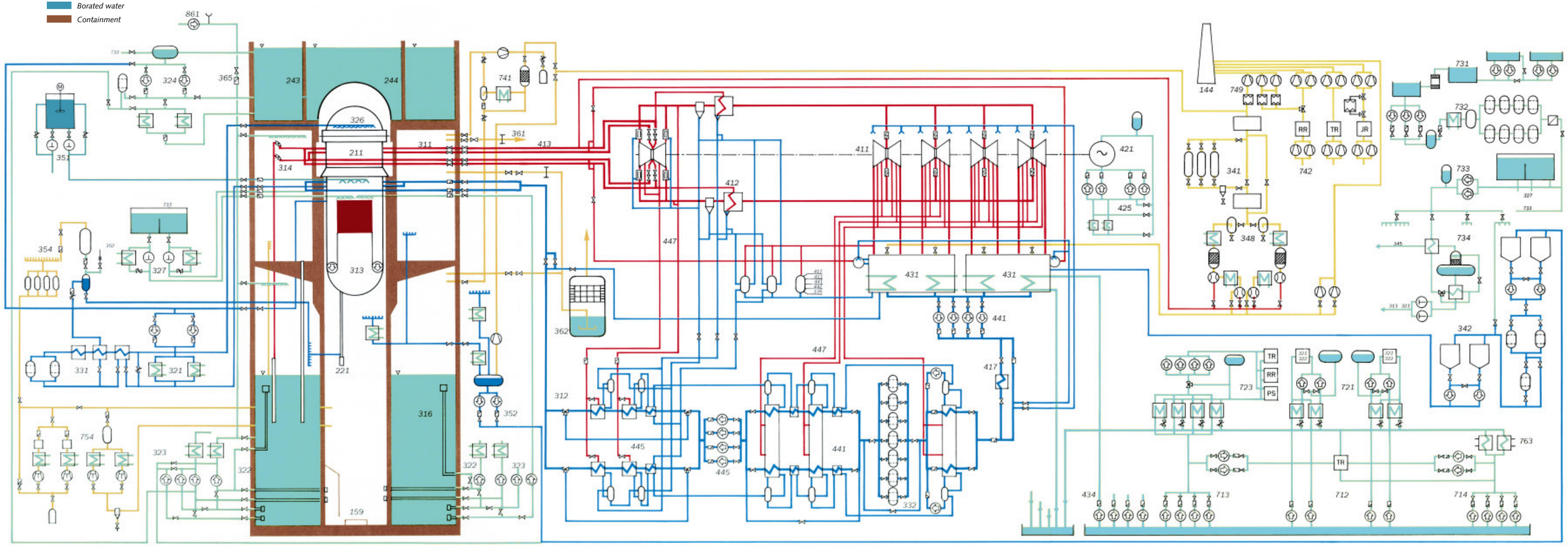
Main Flow Diagram

Olkiluoto 1 / Olkiluoto 2

- Core
- Steam
- Primary circuit water
- Gas (air)
- Cooling water
- Borated water
- Containment

144 Main stack
159 Shields for penetrations in the lower drywell
211 Reactor vessel
221 Control rod drives
243 Fuel pools
244 Reactor pool
311 Steam lines in reactor building
312 Feed water system-reactor
313 Recirculation system
314 Relief system
316 Condensation system
321 Shut-down cooling system
322 Containment vessel spray system
323 Core spray system
324 Pool water system
326 Flange cooling system
327 Auxiliary feed water system
331 Reactor water clean-up system
332 Pre-coat condensate clean-up system
341 Off-gas system
342 Liquid waste system
345 Controlled area floor drain system
348 Recombiner system
351 Boron system
352 Controlled leakage drain system
354 Hydraulic scram system
361 Overpressurization protection system
362 Containment filtered venting system
365 Containment water filling system
411 High-pressure turbine
411 Low-pressure turbine
412 Reheater and moisture separator
413 Turbine plant main steam system
417 Seal and leakage steam system
421 Generator
425 Generator water cooling system
431 Condenser and vacuum system
434 Condenser cooling system
441 Condensate system
445 Turbine plant feed water system
447 Steam extraction system
712 Shut-down service water system
713 Diesel-backed normal operation service water system
714 Non-diesel backed normal operation service water system
721 Shut-down secondary cooling system
723 Diesel backed normal operation second cooling system
731 Raw water treatment system
732 Water demineralizing system
733 Demineralized water distribution system
734 High pressure purge water system
741 Containment gas treatment system
742 Reactor building ventilation system
749 Off-gas filter system
754 Compressed nitrogen system
763 Heating system
861 Firefighting water system

Teollisuuden Voima Oy
FIN-27160 Olkiluoto
Finland
Telephone: Nat (02) 83 811
Int. +358 2 83 811
Telefax: Nat (02) 8381 2109
Int: +358 2 8381 2109



Teollisuuden Voima Oy
27160 Olkiluoto
Puhelin: (02) 83 811
Faksi: (02) 8381 2109

Teollisuuden Voima Oy
Töölönkatu 4
00100 Helsinki
Puhelin: (09) 61 801
Faksi: (09) 6180 2570

Lisätietoja
Teollisuuden Voima Oy:stä
www.tvo.fi