

Ohutus ja õnnetused

Kaspar Kõöp **04.08.2026** Mõdriku



Definitsioonid

- **Safety** = Ohutus
- **Security** = Turvalisus (julgeolek, füüsiline kaitse)
- **Safeguards** = Tuumamaterjali leviku tõkestamiseks tehtavad tegevused ja lepped



Mis tagab ohutuse tuumajaamas?

- **Tehnoloogia**

- Valideeritud käidupõhimõtted
- Kvaliteetsed komponendid
- Kontrollitud ehitus ja hooldus

- **Inimesed**

- Tehnoloogia-spetsiifiline väljaõpe
- Tugev ohutuskultuur

- **Järelevalve**

- Asjakohane ja ohutusele suunatud regulatsioon
- Pädev riiklik regulaator



Tuumaenergia järelevalve alustalad

Rahvusvahelistel kokkulepetel
tuginevad organisatsioonid ja
struktuurid



Siseriiklikud tuumaenergia
regulaatorid



Tuumamaterjale käitlevad
asutused



A.L.A.R.A.
As Low As Reasonably Achievable



TARTU ÜLIKOOL

IAEA - Rahvusvaheline Aatomienergia Agentuur

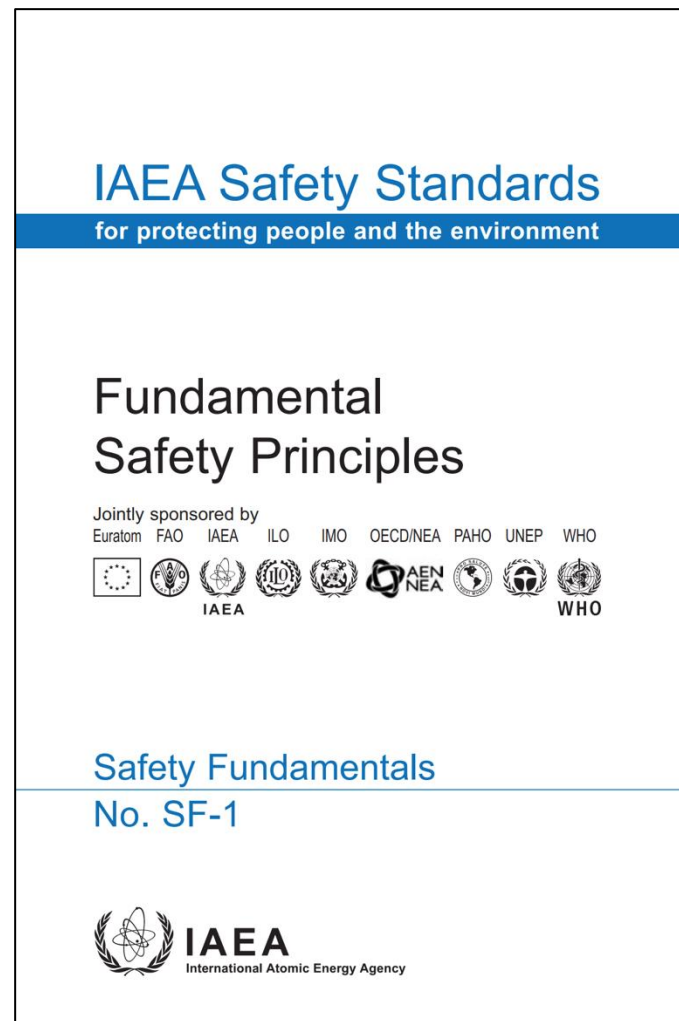
- Ülemaailmselt tähtsaim tuumaenergeetikat ja – materjalide kasutamist reguleeriv organisatsioon.
- 81 riiki kiitis IAEA põhikirja ühehäälselt heaks 1956. aastal ja nüüdseks on agentuuri liikmesriikide arv tõusnud 171-ni (Eesti nende hulgas).
- IAEA II artikkel sätestab agentuuri eesmärgid, milleks on **„püüda kiirendada ja laiendada aatomienergia panust rahu, tervise ja heaolu edendamiseks kogu maailmas”** ning tagada nii palju kui võimalik, et selle pakutavat abi ei kasutataks mistahes sõjaliste eesmärkide täide viimiseks.





Ohutuse eesmärk

- Ohutuse põhieesmärk on kaitsta inimesi ja keskkonda ioniseeriva kiirguse kahjulike mõjude eest
- Tagamaks kõrgeima võimaliku ohutusstandardi saavutamist rajatiste käidul tuleb:
 - ✓ kontrollida inimeste kokkupuudet kiirgusega ja radioaktiivsete materjalide keskkonda sattumist;
 - ✓ piirata sündmuste tõenäosust, mis võivad viia kontrolli kaotamiseni tuumareaktori südamiku, tuuma ahelreaktsiooni, radioaktiivse allika või mõne muu kiirgusallika üle;
 - ✓ rakendada meetmeid selliste sündmuste tagajärgede leevendamiseks, kui need aset leiavad.



Riiklikud regulaatorid

- Riiklikult tasandil tegutsevad tuumaenergia reguleerimisega riiklikud agentuurid, kelle **põhieesmärk on tagada elanike tervis ja ohutus**, ning kelle ülesanded hõlmavad:
 - reaktori ohutuse ja turvalisuse järelevalvet,
 - reaktori loastamise ja uuendamise administreerimist,
 - radioaktiivsete materjalide loastamist,
 - radionukliidide ohutust ning
 - kasutatud tuumkütuse ladustamise, turvalisuse, ringlussevõtu ja lõppladustamise korraldamist.

Ringhals 2 (PWR)



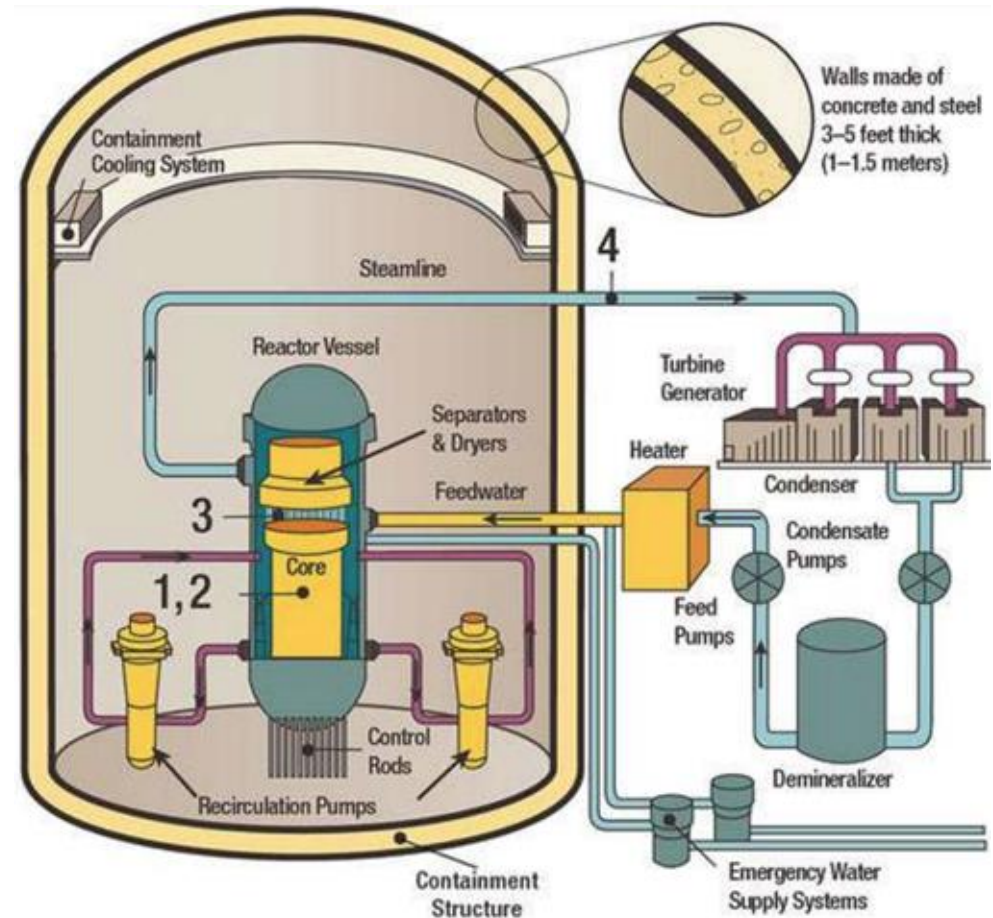
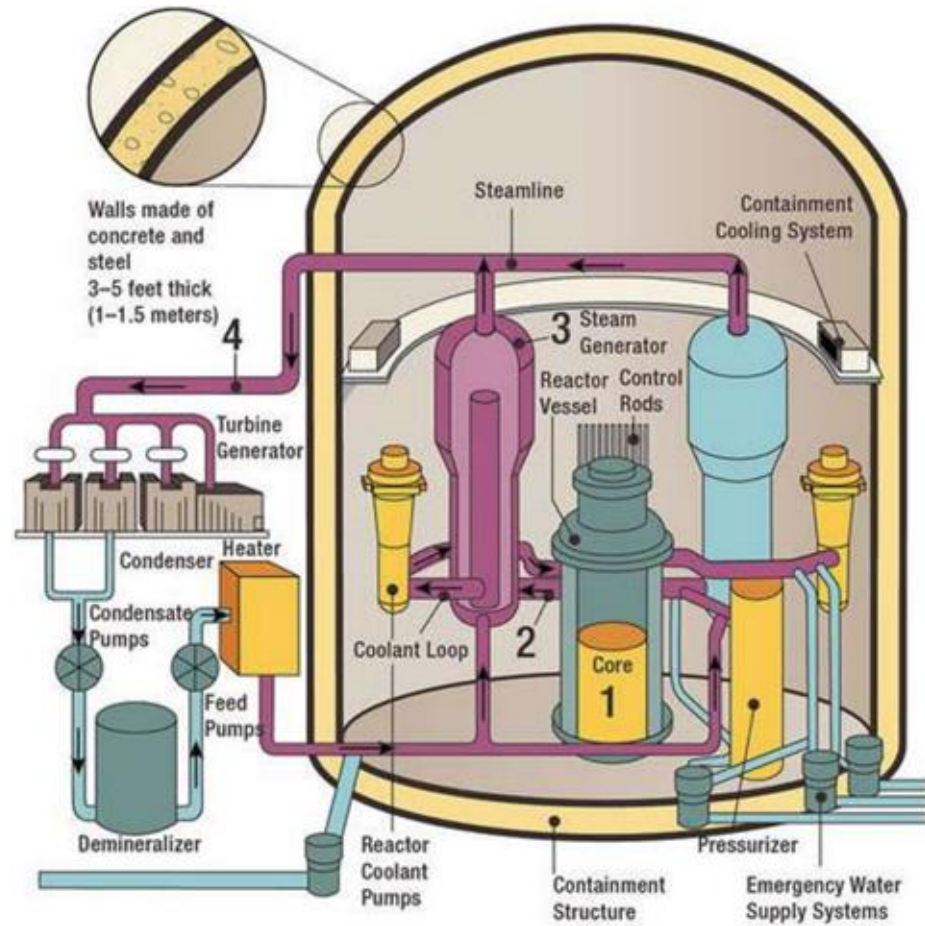
Ringhals 2 tolmuimeja põleng 2011

- Reaktor oli tavapärases kütusevahetuse ja hoolduse seisakus
- Kaitsehoone ülesurvetesti käigus **süttis** sinna unustatud **tolmuimeja**
- Põles ~5 kg kummi, ~30 kg plastikut
- Rohkem kui **1300** inimest (seal hulgas ~150 koristajat) tegelesid põlengu likvideerimisega
- Sooritati ~12000 mõõtmist spetsiaalsete mõõteriistadega ja tehti ~1000 “vatitupsu” testi
- 7 kuu jooksul puhastati 6340 m² betoonist seina ja 5100 m² betoonist põranda pinda. **Maksumus ~20 000 000 €**

Ohutus tuumareaktoris

- Et kaitsta inimesi ja keskkonda ioniseeriva kiirguse kahjulike mõjude eest tuleb vältida radioaktiivse materjali eraldumist kütusest ja primaarahelast.
- Tuumareaktori ohutuse tagamise põhistrateegia on igas olukorras tagada:
 - ✓ Reaktori piisav jahutamine
 - ✓ Ahelreaktsiooni peatamise võimekus
 - ✓ Füüsilised barjäärid radioaktiivse materjali leviku tõkestamiseks

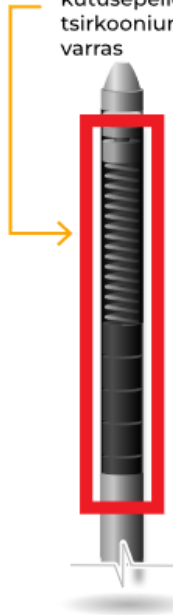




Barjäärid radionukliidide levikul

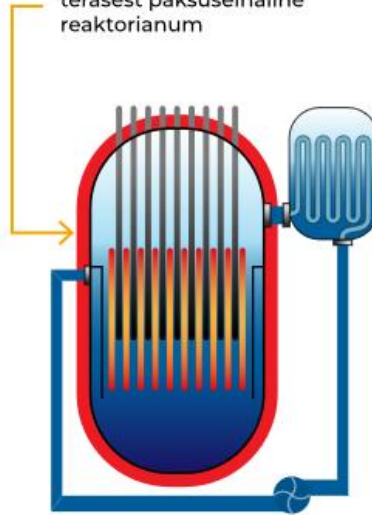
1 Barjäär

kütusepellet ja
tsirkooniumisulamist
varras



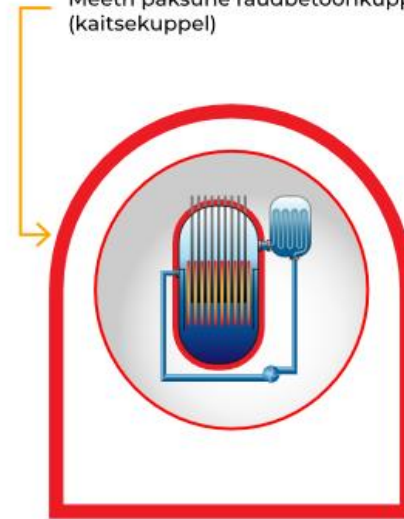
2 Barjäär

terasest paksuseinaline
reaktorianum



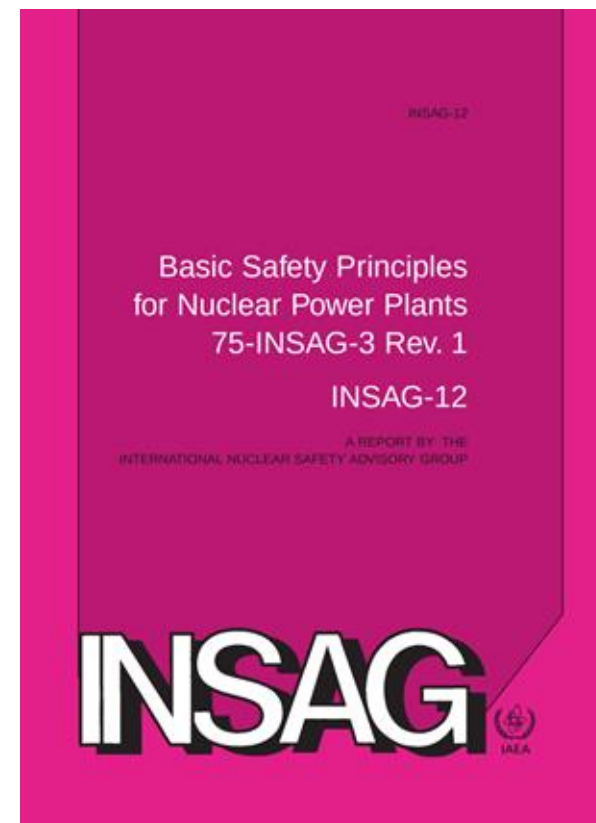
3 Barjäär

Meetri paksune raudbetoonkuppel
(kaitsekuppel)



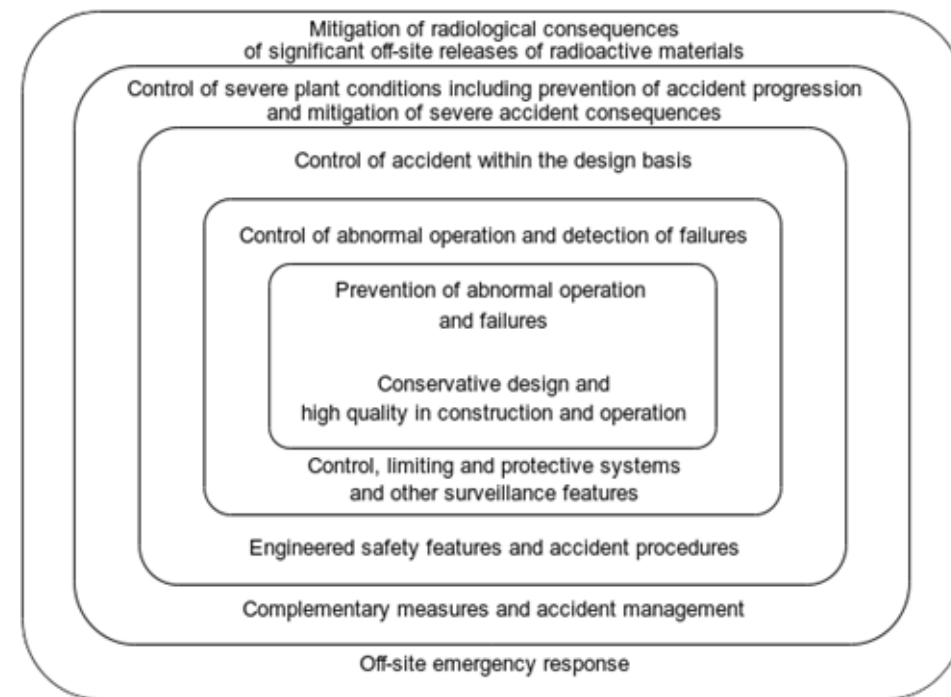
Süvakaitse (defence-in-depth) eesmärk

- Süvakaitse kontseptsiooni keskendub kaitsetasemetele ja tõketele, mis takistavad radioaktiivse materjali eraldumist keskkonda.
- Eesmärk on:
 - kompenseerida võimalikke inimvigu ja komponentide rikkeid,
 - säilitada tõkete tõhusust, vältides jaama ja tõkete endi kahjustamist.
 - kaitsta populatsiooni ja keskkonda kahjude eest juhul, kui need tõkked ei ole piisavalt tõhusad.



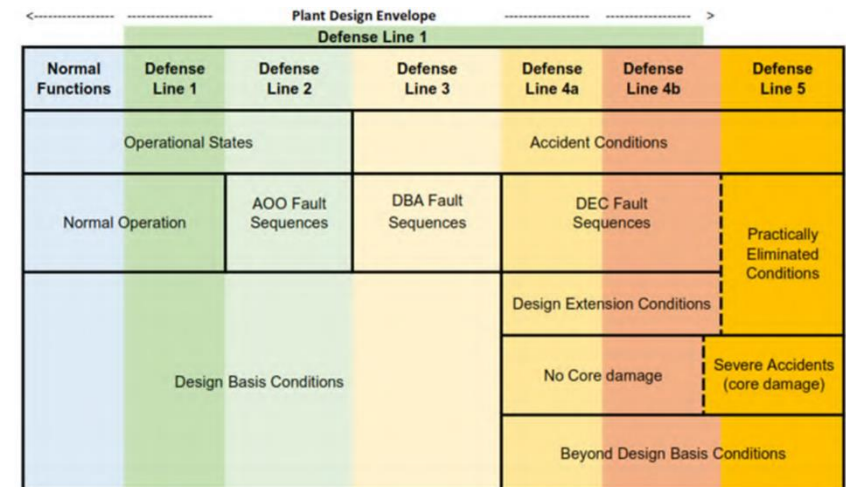
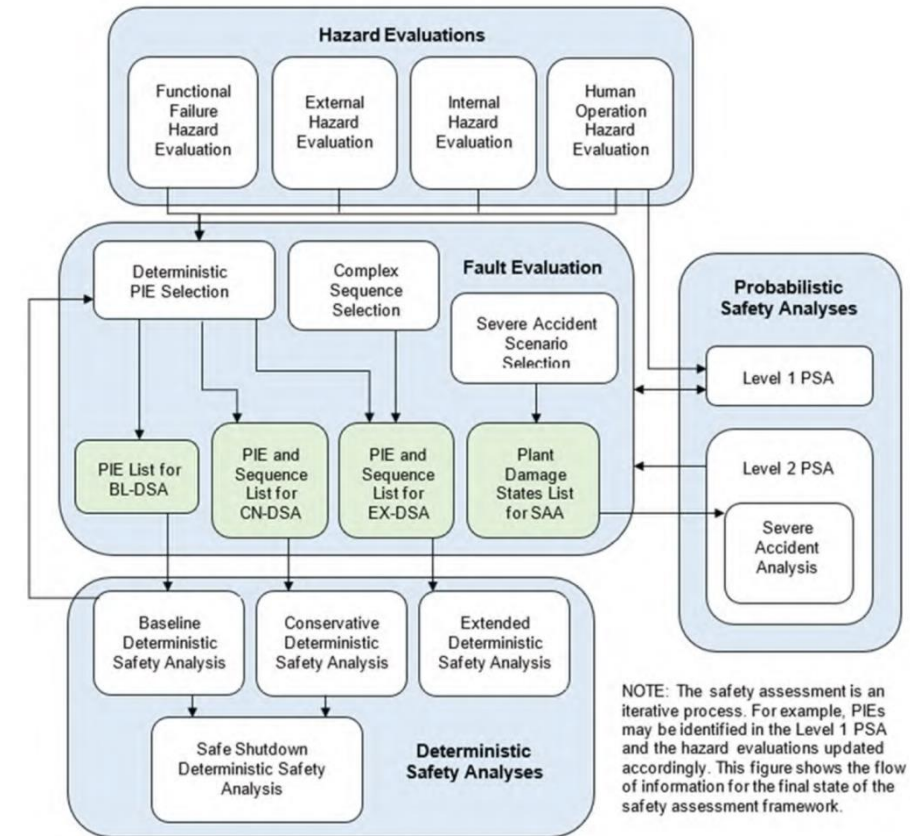
Süvakaitse kaitsetasemed

- IAEA süvakaitse põhimõtte sõnastus määrab kindlaks viis kaitsetaset:
 - **Tase1:** Vältida kõrvalekaldeid tavapärasest tööst
 - **Tase2:** Tuvastada ja kontrollida kõrvalekaldeid
 - **Tase3:** Kaasata ohutussüsteeme ja protseduure, et vältida südamiku kahjustamist
 - **Tase4:** Takistada õnnetuse levikut
 - **Tase5:** Leevendada radioloogilisi tagajärgi



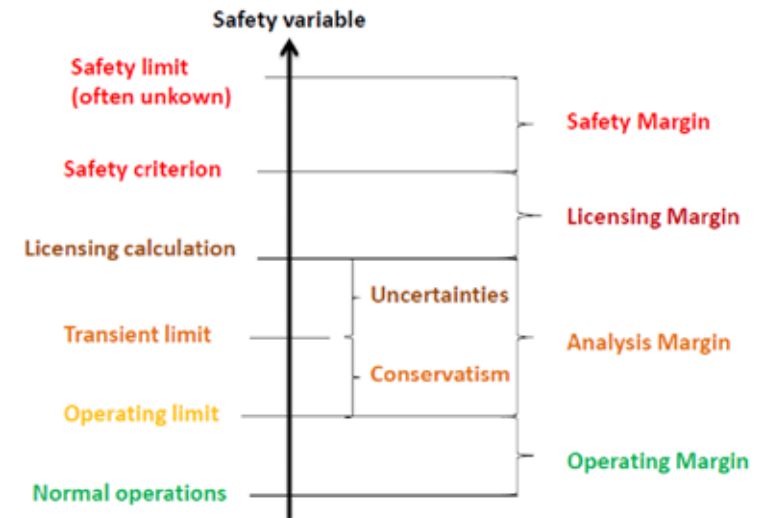
BWRX-300 PSAR

Level of Defence/DL	Objective	Design Means	Operational Means
Level 1/DL1	Prevention of abnormal operation and failures	Conservative design and high quality in construction of normal operation systems, including monitoring and control systems	Operational rules and normal operating procedures
Level 2/DL2	Control of abnormal operation and detection of failures	Limitation and protection systems and other surveillance features (Safety Category 3)	Abnormal operating procedures/emergency operating procedures
Level 3/DL3	Control of design basis accidents	Engineered safety features (Safety Category 1)	Emergency operating procedures
Level 4a/DL4a	Control of design extension conditions to prevent core melt	Safety features for design extension conditions without core damage (Safety Category 2)	Emergency operating procedures
Level 4b/DL4b	Control of design extension conditions to prevent or mitigate the consequences of severe accidents	Safety features for design extension conditions with core damage (Safety Category 3)	Complementary emergency operating procedures/severe accident management guidelines
Level 5/DL5	Mitigation of radiological consequences of significant releases of radioactive materials	On-site and off-site emergency response facilities	On-site and off-site emergency plans



Ohutuse hindamine

- Ohutuse hindamisel kasutatakse peamiselt kahte tüüpi marginaale:
- **Deterministlikud** (arvutuslikud) ohutusvarud keskenduvad konservatiivsetele piirnormidele, mis põhinevad standarditel, mida riiklikud reguleerivad asutused aktsepteerivad.
 - Näiteks: kütusevaru maksimaalne temperatuur alla 1200 kraadi.
- **Tõenäosuslikud** ohutuseesmärgid püüavad kõrvaldada osa varasemale lähenemisviisile omasest konservatiivsusest.
 - Näiteks: Viga kontrollvarraste käidus $\leq 10^{-6}$



Postuleeritud õnnetused (DBA)

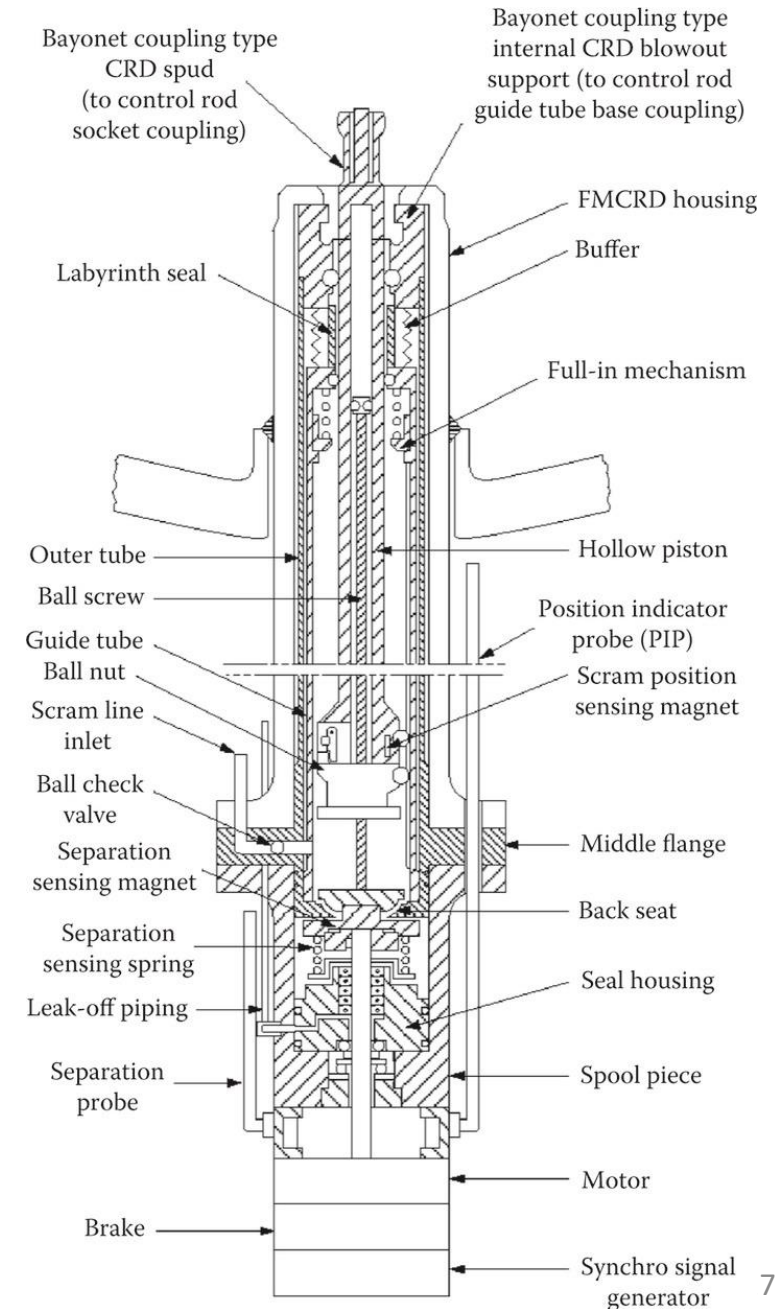
- **Definitsioon:** avarii või rike, mille võimalikkust on projekteerimisel arvesse võetud kasutades vastavaid projekteerimise kriteeriumeid ja konservatiivseid meetodeid. Projekteeritud ohutussüsteemid tagatavad, et radioaktiivse materjali lekked jäävad aksepteeritud piiridesse.
 - Alajahutus – sekundaarahela jahutuse puudulikkus (nt kondensaatori jahutusvee kadu)
 - Ülejahutus – sekundaarahela liigne jahtumine (nt jahutusvee eelsoojendite töö seisak)
 - Ületäitmine – reaktori jahutusvee üleküllus (nt ebavõrdsus jahutusvee voolu ja auru voolu vahel BWRis)
 - Voolu vähesus (LOFA) – reaktori tuumas jahutusvee voolu vähenemine (nt jahutusvee pumpade seisak)
 - Jahutusvee vähesus (LOCA) – reaktori jahutusvee koguse vähenemine (nt primaarahela leke)
 - Reaktiivsuse tõus (RIA) – kontrollimatu reaktiivsuse tõus süsteemis (nt kontrollvarda tuumast välja “kukkumine” BWRis)
 - Anomaaliad süsteemis ilma avariiseiskamiseta (ATWS) - suhteliselt sagedane anomaalne sündmus, millega kaasneb samaaegne avariiseiskumise ebaõnnestumine (nt jahutusvee kadu ilma avariiseiskamiseta)
 - Avariid kasutatud kütusega – avariid kasutatud tuumkütuse koostude käitlemisel ja ladustamisel (nt kütusekoostu kukkumine või kriitiline konfiguratsioon kütusehoidlas)
 - Välised sündmused – sündmus, mis saab alguse väljaspool jaama (nt maavärin, orkaan, lennuõnnetus)

Ohutussüsteemid

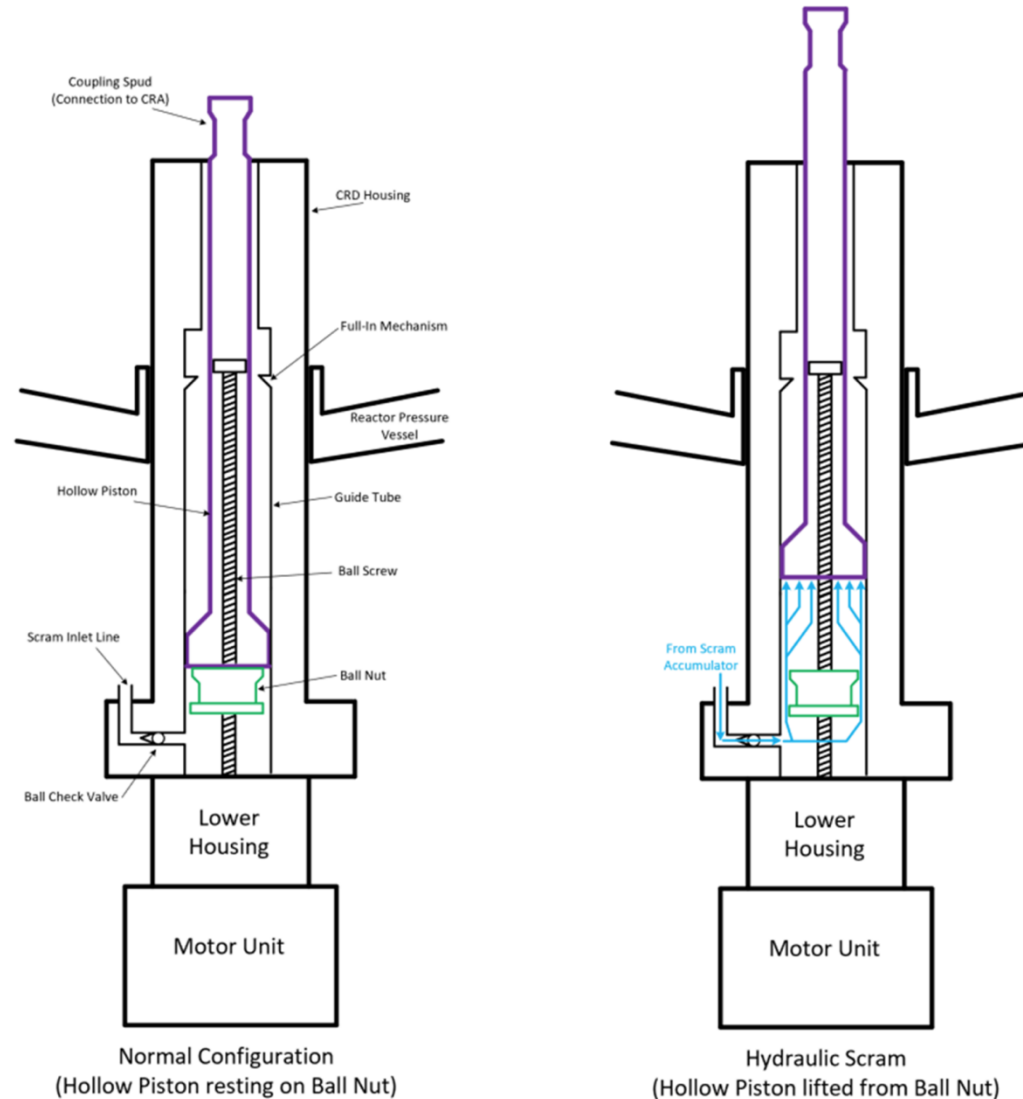
- Ohutussüsteemid tagavad reaktori ohutu väljalülitamise ja jääsoojuse eemaldamise ning maandavad õnnetuste tagajärgi.
- Ohutussüsteemid, mida võib leida igas tuumajaamas:
 - reaktori kaitsesüsteem (RPS);
 - teenindusveesüsteem (ESWS);
 - hädaolukorra reaktorituumajaahutussüsteem (ECCS);
 - hädaolukorra elektrisüsteem;
 - tõkkesüsteemid;
 - gaasipuhastussüsteemid;

Reaktori kaitsesüsteem (RPS)

- Manuaalselt või automaatselt käivitatav süsteem, mis **seiskab ohutult ahelreaktsiooni** tuumas.
- Näiteid parameetritest, mida automaatne kaitsesüsteem jälgib:
 - Tuuma siseneva ja väljuva jahutusvee temperatuuride vahe,
 - Rõhk suveanumas,
 - Jahutusvee vool primaarahelas,
 - Vedeliku tase aurugeneraatoris,
 - Turbiini ühenduse olemasolu jne.

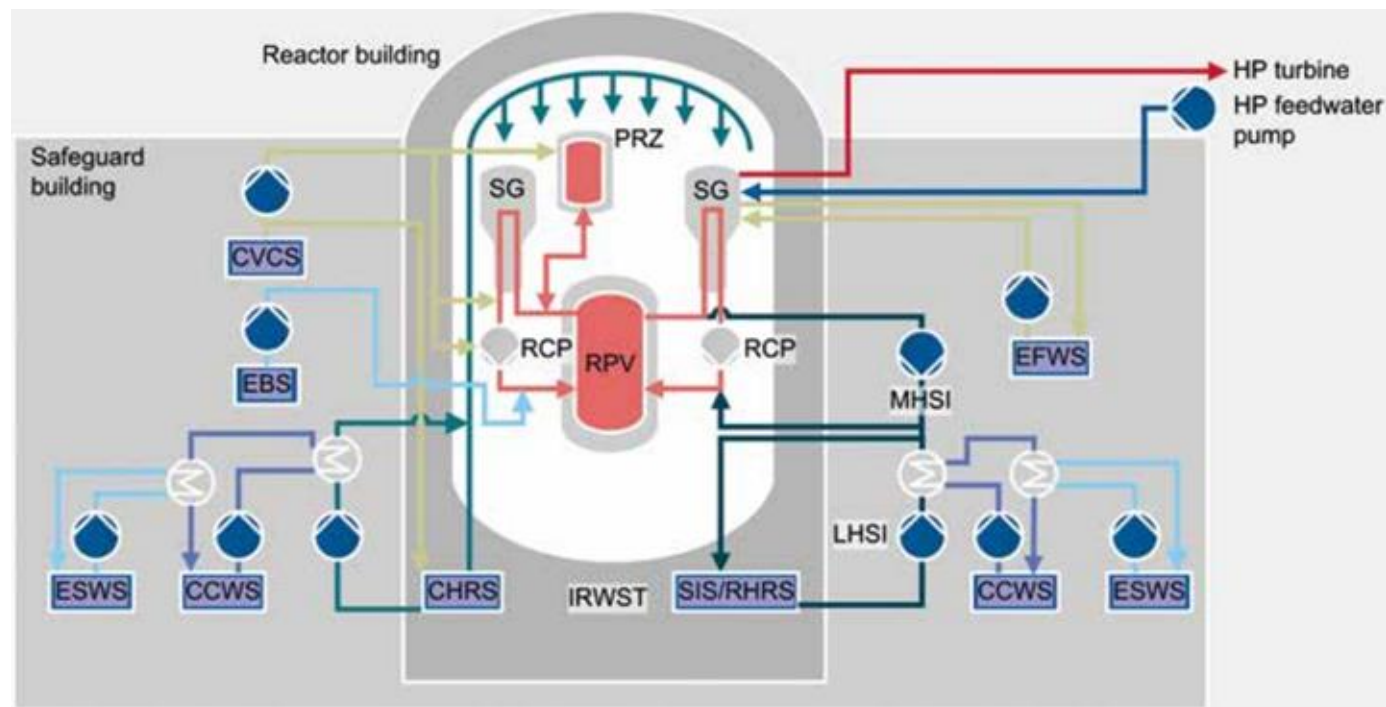


Reaktori kaitsesüsteem (RPS)



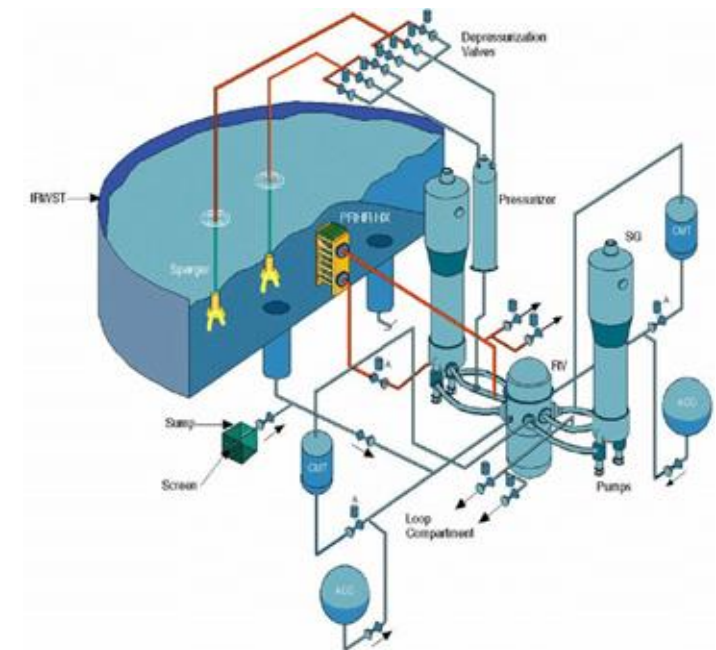
Teenindusveesüsteem (ESWS);

- Süsteemi ülesanne on **eemaldada soojusenergia jaama komponentidest**, mis vajavad jahutamist tavakäidu, ohutu seiskamise või DBA järgselt.



Hädaolukorra reaktortuuma jahutussüsteem (ECCS)

- Reaktorisüsteemi komponendid (pumbad, ventiilid/klapid, soojusvahetid, mahutid ja torustik), mis on spetsiaalselt ette nähtud **jääksoojuse eemaldamiseks reaktori tuumast** südamiku jahutussüsteemi (reaktori jahutusvedeliku süsteemi) rikke korral.



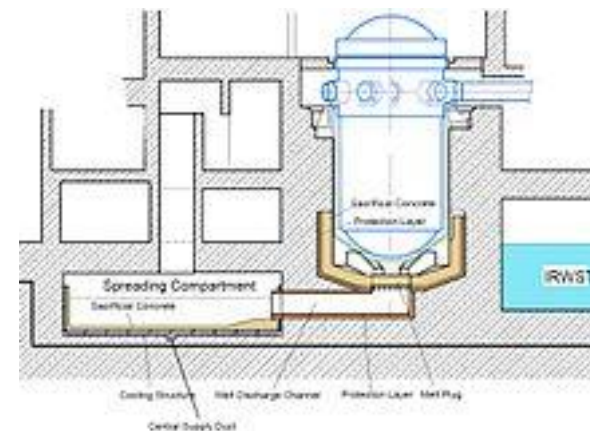
Hädaolukorra elektrisüsteem

- Peamiselt diisलगeneraatoritest ja akudest koosnev süsteem mille eesmärk on **tagada** jaama ohutussüsteemidele vajalik **elektrienergia**.



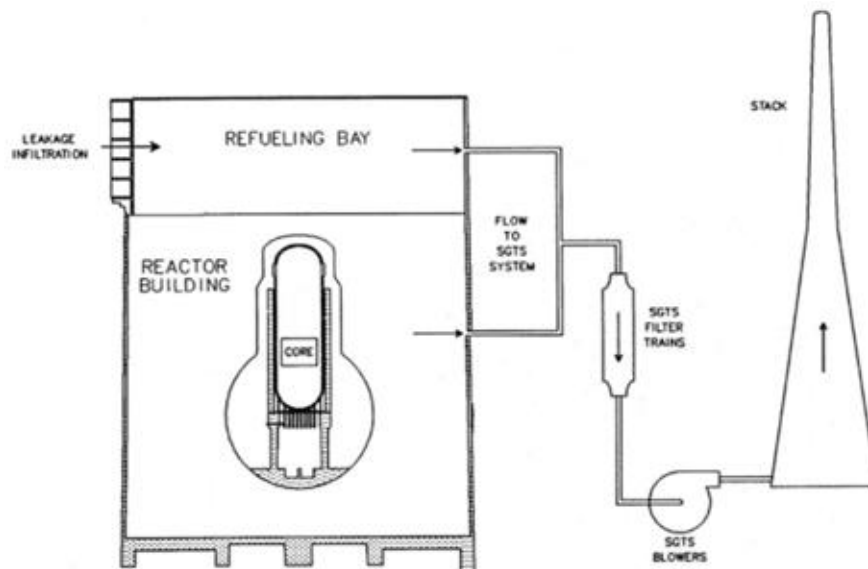
Tõkkesüsteemid

- Tõkkesüsteemide eesmärk on **ära hoida radioaktiivse materjali levik** keskkonda.
- Tõketeks / barjäärideks on:
 - Kütuse vardad
 - Reaktori surve anum
 - Reaktori kaitsehoone (või -hooned)
 - “Tuumapüüdjad” (näiteks EPR, SNR-300, ESBWR)



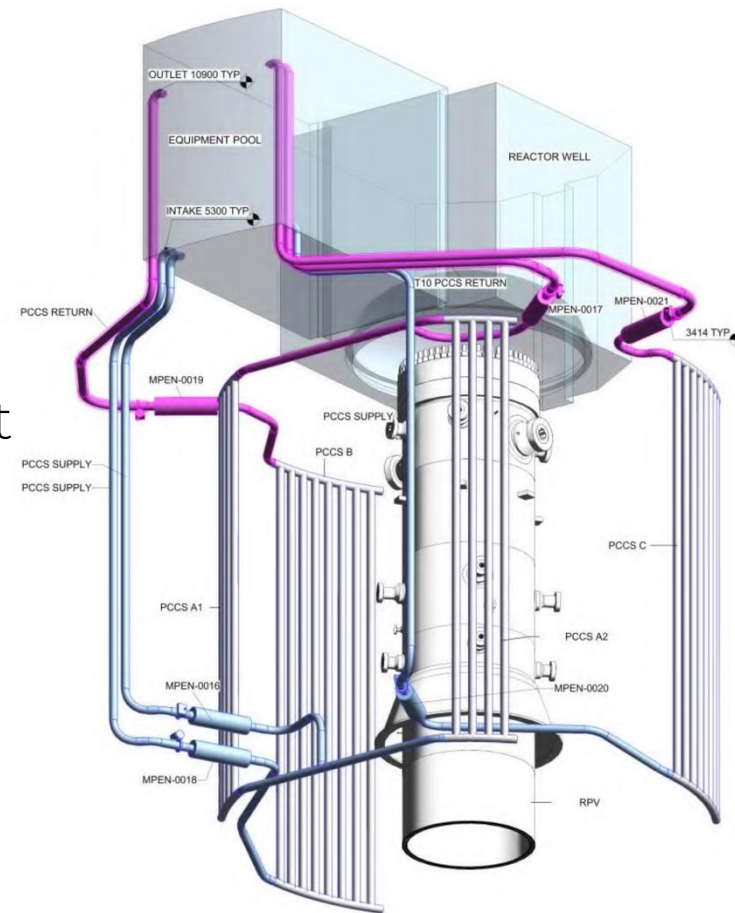
Gaasipuhastussüsteemid

- Süsteemi eesmärk on **pumbata** tuumajaamast **õhku väliskeskkonda**, tekitades tuumajaama välishoones (väljaspool kaitsehoonet) kerge alarõhu ja seega minimeerida radioaktiivse materjali levikut atmosfääri.
- Puhastussüsteem koosneb filtritest (HEPA + aktiivsüsi), eelsoojenditest, ventiilidest/klappidest, torustikust, mõõteriistadest ja juhtseadmetest.



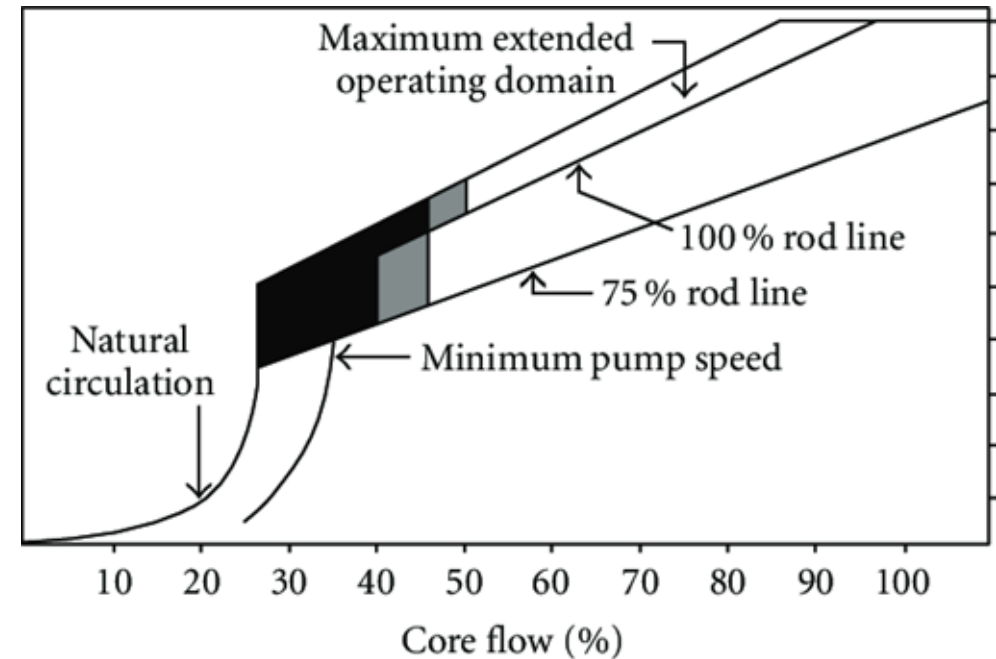
Kaitsehoone jahutuse süsteem

- PCCS töötab passiivselt, kasutades loodusliku tsirkulatsiooni, et eemaldada soojust mittekonventsionaalsetes tingimustes, ilma et oleks vaja aktiivseid komponente või aktiveerimissignaale.
- Õnnetuste käigus eemaldab PCCS kaitsehoonest soojust, vähendades temperatuuri ja rõhku. Soojusenergia viiakse kaitsehoone kohal asuvatesse seadmetesse ja basseinidesse.
- PCCS koosneb kolmest sõltumatust ahelast.
- Selle süsteemi esmane ohutusfunktsioon on hoida kaitsehoones rõhk ja temperatuur õnnetuste ajal kavandatud piirides.

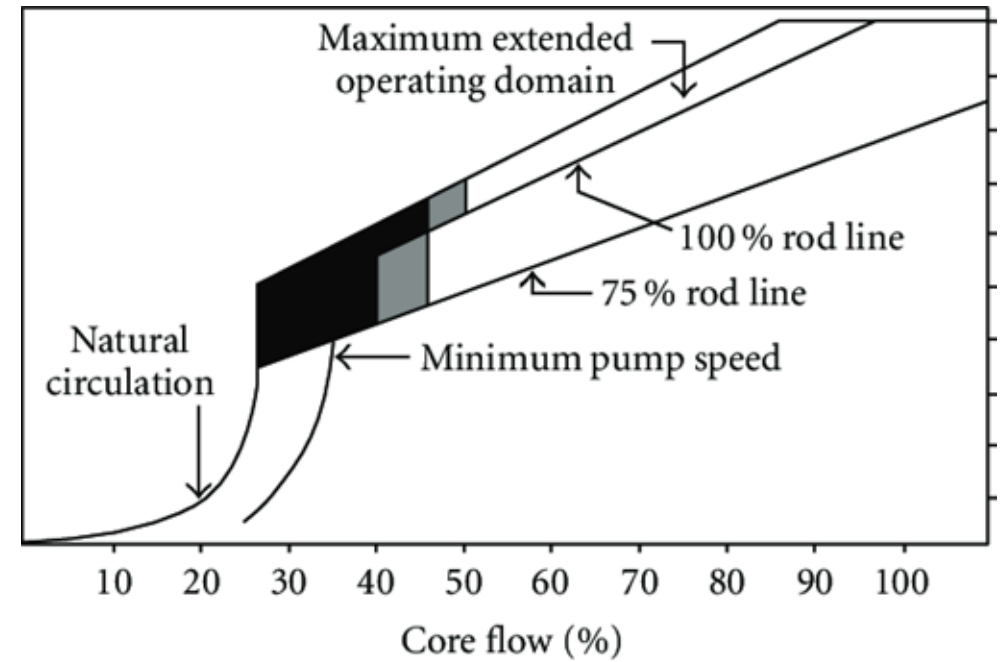
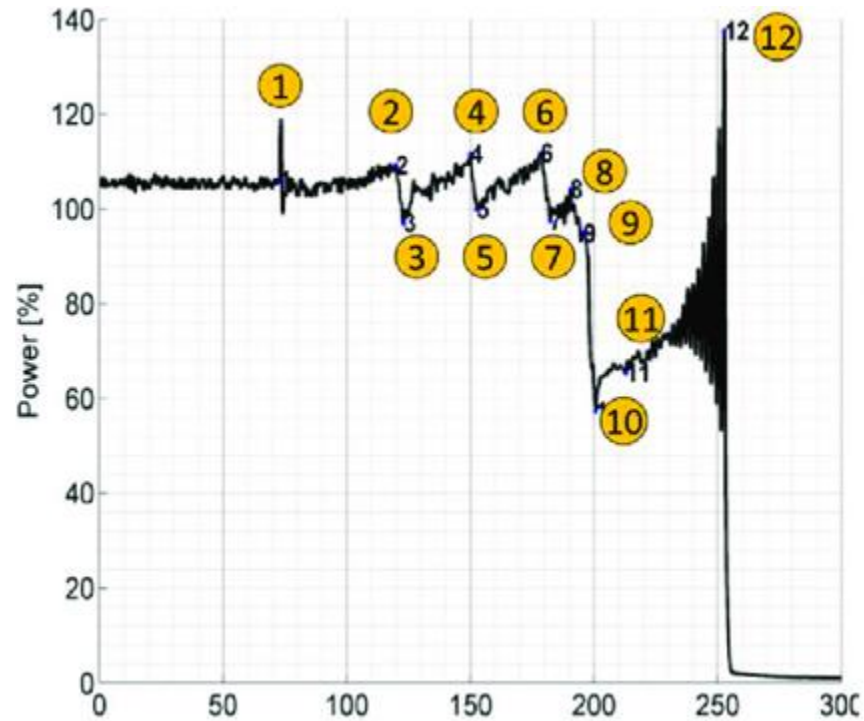


Stabiilsus

- Reaktori füüsiline olek muutub võimsuse muutumisel läbi materjali parameetrite (temperatuuride, tiheduste jne.).
- Muutus võimuses põhjustab muutuse reaktiivsuses mis põhjustab muutuse võimsuses...
 - Kutsutakse **reaktiivsuse tagasisideks**.
 - Kui see on positiivne, on reaktor ebastabiilne.
 - Stabiilseks käiduks on vajalik negatiivne tagasiside.
- Tagasiside saab olla passiivne (materjali parameetrid) või konstrueeritud (kontrollsüsteemid).
- Olemuslikult ebastabiilse reaktori saab muuta stabiilseks läbi kontrollsüsteemide.

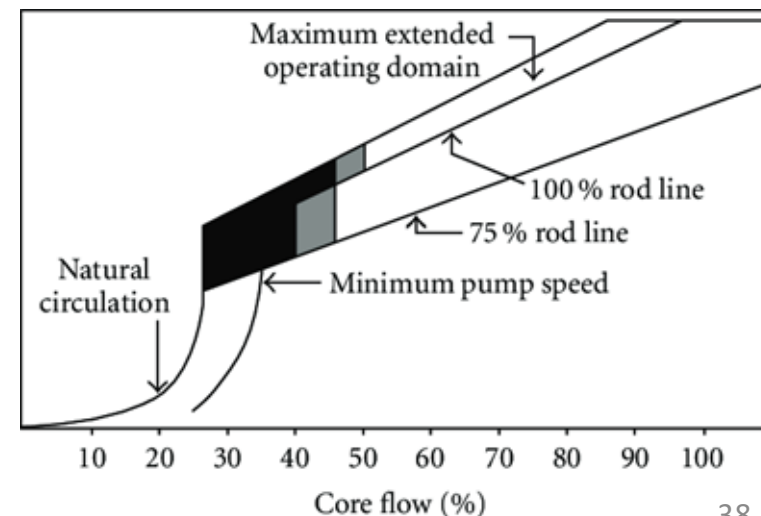
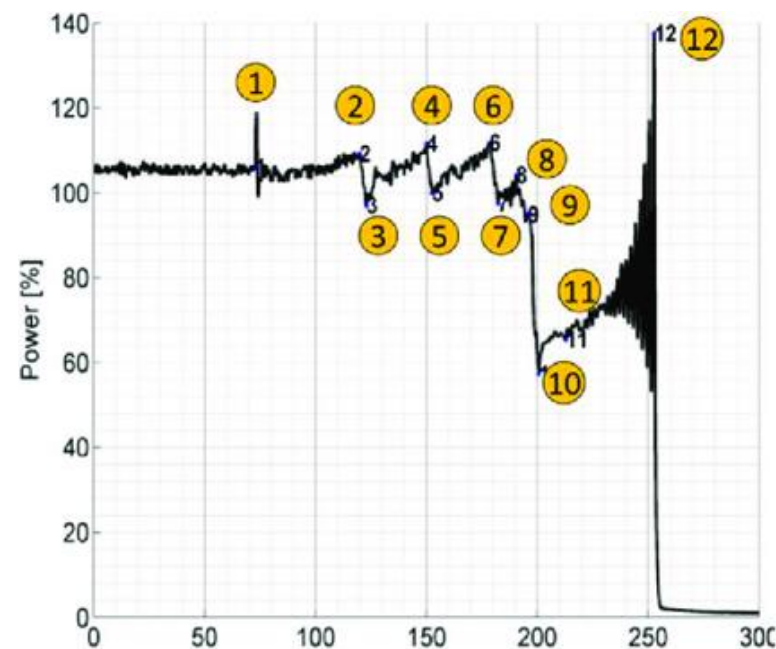


Oskarshamn 2 (1999 ebastabiilsus)



Oskarshamn 2 (1999 ebastabiilsus)

- 25. veebruaril 1999 teostati Oskarshamn-2 reaktori juures alajaama hooldustöid.
- (1) Turbiin seiskus peale alajaamast võrgu kadumise signaali, mis reaktorini ei jõudnud ja reactor jätkas tööd nominaalvõimsusel.
- Jahutusvee eelsoojendite töö peatus ja jahutusvee temperatuur hakkas alanema, mis omakorda viis reaktoris võimsuse tõusule.
- Automaatrežiimil töötanud eaktori ringluspumbad vähendasid vee voolu reaktoris (2, 4, 6), mis alandas ajutiselt reaktori võimsust.
- Jahutusvee temperatuuri jätkuva alanemise tõttu kordus see protsess mitu korda.
- Operaator, märgates anomaaliaid sisestas kontrollvardad osaliselt reaktoris (9).
- Külmemajahutusvee vool aga jätkus, põhjustades reaktori võimsuse kiiret (võnkuvat) kasvu. Reaktor seiskus automaatselt saavutades võimsuse piirväärtuse (12).



Õnnetused tuumajaamades

1979 Three Mile Island

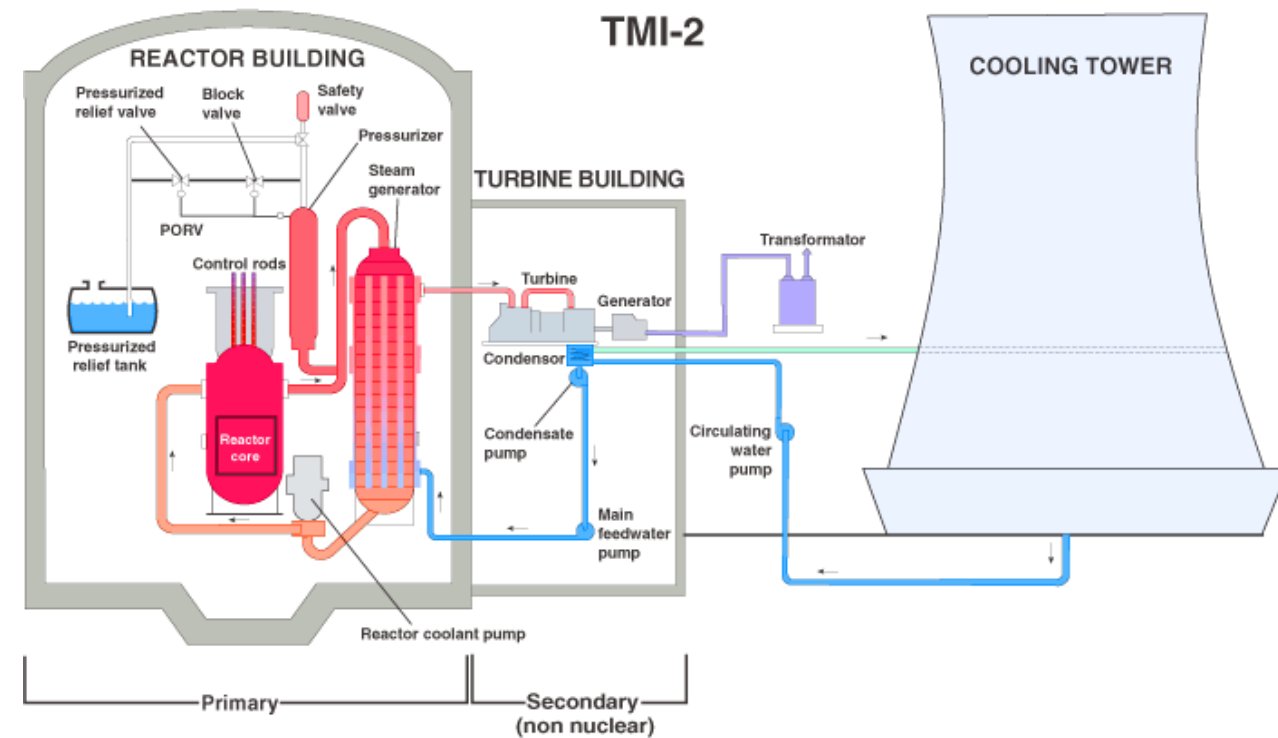
1986 Chernobyl

2011 Fukushima Daiichi



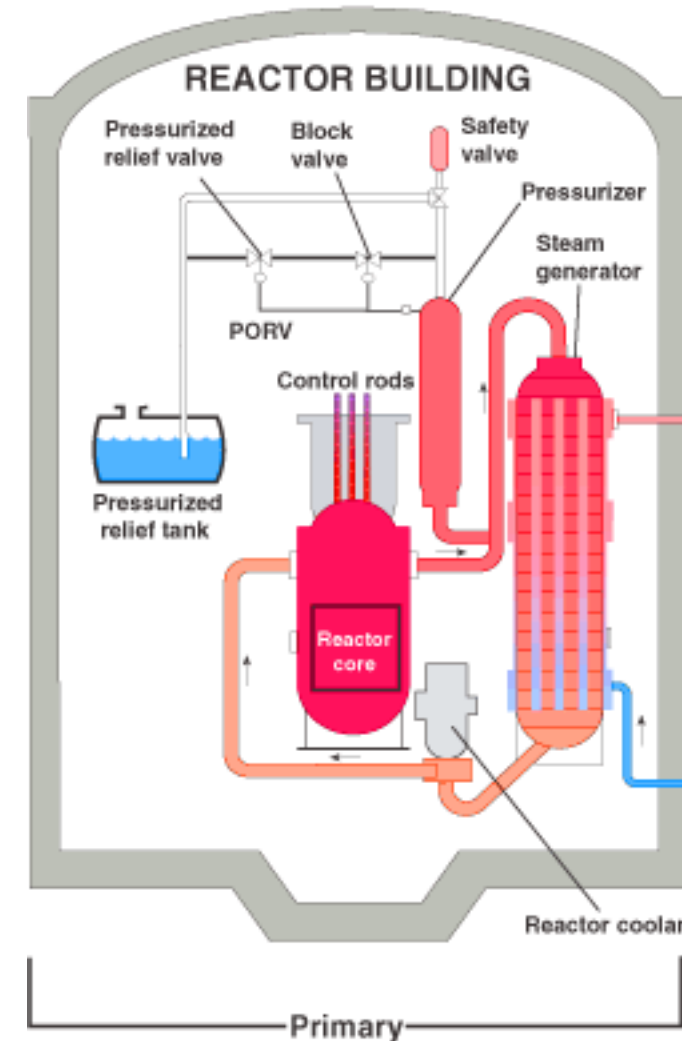
1979 – Three Mile Island (1/3)

- 28. märtsil 1979 kell 4 hommikul töötas TMI-2 reaktor 97% võimsusel (~930 MWe).
- Väike rike teise jahutusringis põhjustas primaarjahutusvedeliku temperatuuri tõusu.
- Reaktor lülitus automaatselt välja.



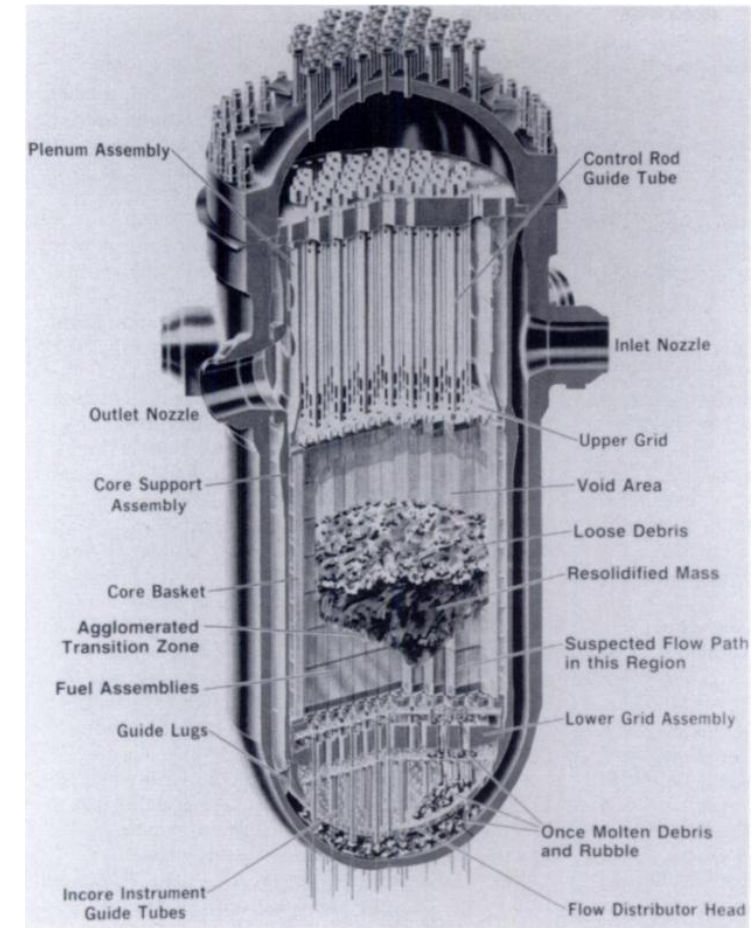
1979 – Three Mile Island (2/3)

- Peale reaktori seiskumist avanes automaatselt jahutussüsteemi kaitseklapp. ~10 sekundi pärast oleks see pidanud sulguma, kuid jäi avatuks. **Operaatorid uskusid, et kaitseklapp oli suletud**, kuna instrumendid näitasid, et klapile saadeti sulgemise signaal.
- Reageerides jahutusvee kadumisele, **surusid ohutussüsteemid automaatselt jahutusvett surveanumasse**. Kui vesi ja aur kaitseklapi kaudu välja pääsesid, paiskus jahutusvesi survestisse, tõstes selles veetaset.
- **Operaatorid vähendasid ohutussüsteemi veevoolu hulka**, kuna neid oli koolitatud, et veetase survestis on ainus usaldusväärne indikaator süsteemis oleva jahutusvee koguse kohta. Kuna survesti veetase tõusis, arvasid nad, et reaktorisüsteem on liiga vett täis.
- Auru/vee segu pani reaktori jahutuspumbad vibreerima ja **operaatorid seiskasid pumpade töö** kahjustuste vältimiseks. Sellega lõpeti reaktori südamikü aktiivjahutus.
- Jahutusvedelik kees, reaktori tuum oli katmata, kuumenes üle ja hakkas osaliselt sulama. Kell 6:22 suutsid operaatorid jahutusvedeliku vee kadumise surveanumast peatada.



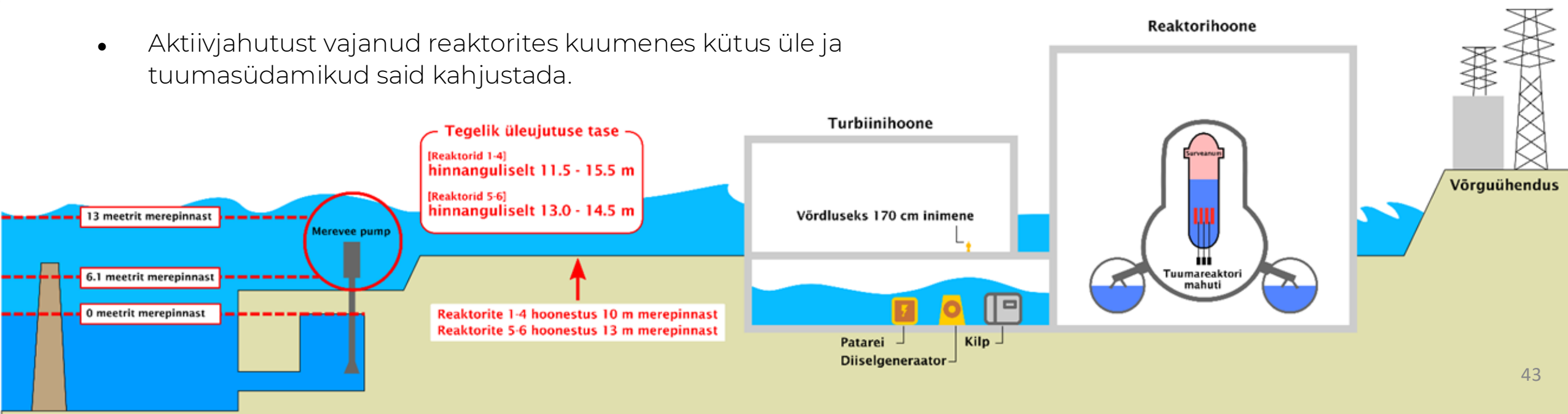
1979 – Three Mile Island (3/3)

- Kell 19.50 taastati reaktori südamiku sundjahutuse, kui suutsid taaskäivitada ühe reaktori jahutusvedeliku pumba.
- Reaktori jahutussüsteemist pärinevad radioaktiivsed gaasid kogunesid abihoones asuvasse paaki. 29. ja 30. märtsil liigutasid operaatorid torude ja kompressorite süsteemi abil gaasi heitgaaside mahutitesse.
- **Kompressorid ei olnud õhukindlad ja osa radioaktiivseid gaase jõudis läbi tahkete osakeste õhufiltrite (HEPA) ja söefiltrite, mis eemaldasid enamiku radionukliididest, keskkonda.** Lühikese poolestusajaga ja bioloogiliselt inertsenä ei kujutanud need tervisele ohtu.
- Õnnetus tekitas muret kiirgusest põhjustatud tervisemõjude võimalikkusest ümbritsevas piirkonnas. Enam kui 30 000 inimest, kes elasid õnnetuse ajal tuumajaamast viie miili raadiuses, peeti 18 aastat vaatluse all, kuid mõju tervisele ei täheldatud. **Ainus tuvastatav mõju oli psühholoogiline stress õnnetuse ajal ja vahetult pärast seda.**
- Uuringud näitasid, et jaamast 10 miili raadiuses elavate inimeste keskmine kiirgusdoos oli 0,08 millisiivertit (mSv) ja mitte rohkem kui 1 mSv ühegi üksikisiku kohta.



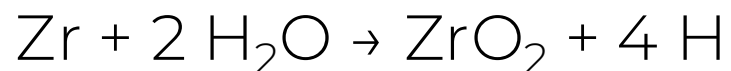
2011 – Fukushima Daiichi

- 11. märtsil 2011 toimus Jaapani idakalda ligidal maavärin magnituudiga 9 ja suur osa taristust (elektrivõrk, teed, kanalisatsioon) purunes.
- Fukushima Daiichi töötavad reaktorid peatusid automaatselt tänu seismiliste sensorite signaalile.
- Maavärinale järgnenud tsunami ujutas jaama üle kahjustades hädaolukorra elektrisüsteemi.
- Aktiivjahutust vajanud reaktorites kuumenes kütus üle ja tuumasüdamikud said kahjustada.



Vesiniku teke ja plahvatusoht

- Tsirkooniumsulamist kütusevardad reageerivad kõrgetel temperatuuridel veeauruga, tootes vesinikku ja tsirkooniumoksiidi.



- Vesiniku tekkimise hetkeks on juba käimas raske tuumaõnnetus, kuna kütusevarraste temperatuur on üle 1200 C.
- Õnnetuse käigus alandatakse reaktori surveanumas rõhku, et võimaldada hädaolukorra reaktorituuma jahutussüsteemide tööd.
- Surve alandamisega lekib vesinik kaitsehoonesse, kus õige vesiniku / hapniku suhe ja süüde on piisav plahvatuse põhjustamiseks.



Ohutuse tõstmine uutes jaamades

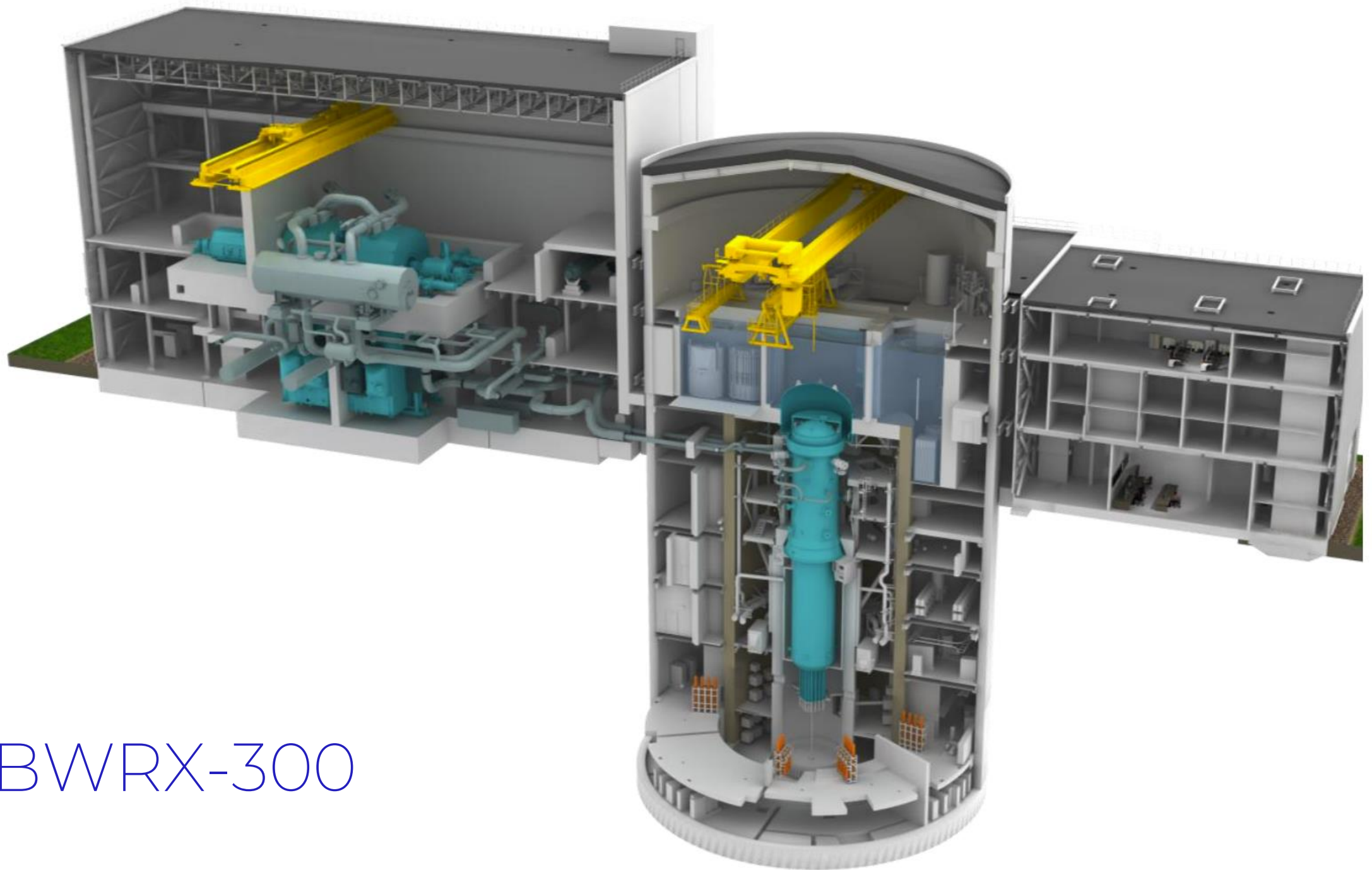
- IAEA poolt defineeritud eesmärgid ohutuse tõstmiseks:
 - reaktoriuuma kahjustuse tõenäosuse vähenemine võrreldes praeguste jaamadega;
 - teatud raskete õnnetuste arvesse võtmine jaamade kavandamisel;
 - tagada võimalikult madal heide raskete õnnetuste korral, et lihtsustada hädaolukorra planeerimist;
 - operaatori koormuse vähendamine õnnetuse ajal parema inimese-masina liidese abil;
 - digitaalsete seadmete ja juhtimise vastuvõtmine;
 - **passiivsete komponentide ja süsteemide kasutuselevõtt.**



Passiivsed ohutussüsteemid

- Konventsionaalsed ohutussüsteemid sõltuvad **operaatori tegevusest, elektrienergiast** või **mehaanilisest käitamisest**. Seega on teoreetiliselt võimalik, et jaama elektrikatkestus või rasked loodusõnnetused võivad põhjustada südamiku sulamist ja radioaktiivse materjali heidet.
- Tehakse märkimisväärseid jõupingutusi passiivsete ohutussüsteemide väljatöötamiseks, mis ei vaja südamiku jahutamiseks aktiivseid sisendeid.
- Passiivsed ohutussüsteemid kasutavad ohutusega seotud funktsioonide täitmiseks passiivseid protsesse nagu **looduslik ringlus** või **aurustumine**, mis toimuvad ilma välise jõuta.

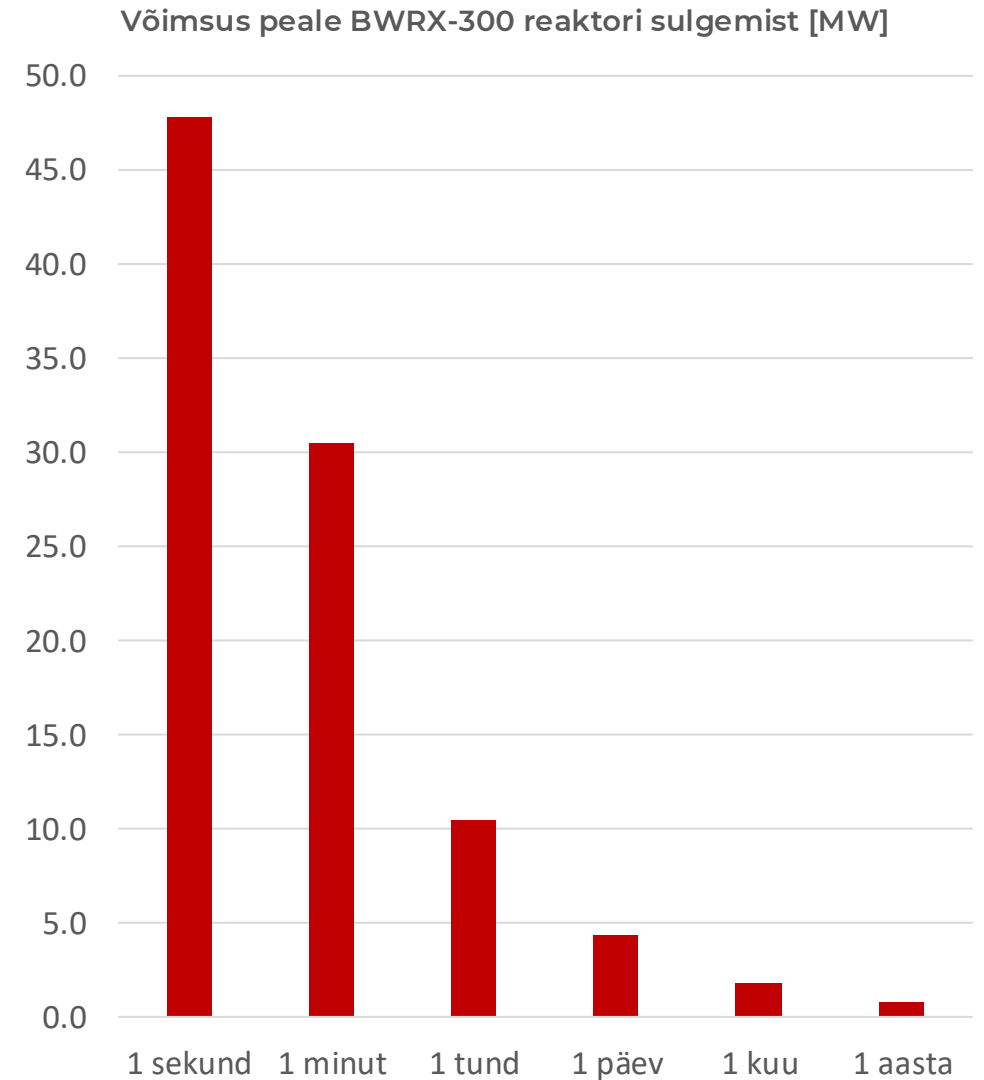
IAEA kategooria	Süsteemi omadused	Näited
A	Ei saa väliseid signaalisisendeid; Ei saa välise sisendina elektrit ega jõudu; Ei sisalda liikuvaid ega mehaanilisi osi; Ei sisalda liikuvat töövedelikku.	Füüsilised barjäärid; Kaitsehooned; Soojusjuhtivusel põhinevad soojusvahetid; Staatilised süsteemide komponendid.
B	Ei saa väliseid signaalisisendeid; Ei saa välise sisendina elektrit ega jõudu; Ei sisalda liikuvaid ega mehaanilisi osi; Sisaldab liikuvat töövedelikku.	Rõhuerinevusel põhinevad süsteemid; Looduslikul ringlusel põhinevad süsteemid;
C	Ei saa väliseid signaalisisendeid; Ei saa välise sisendina elektrit ega jõudu; On liikuvate või mehaaniliste osadega; Võib aga ei pruugi olla liikuvat töövedelikku.	Automaatsed rõhuvabastusventiilid; Membraantõkked filtreeritud ventilatsioonisüsteemis;
D	Võib passiivsete protsesside alustamiseks saada signaalisisendi; Passiivse protsessi algatamiseks kasutatav energia tuleb hoiustatud allikatest (nt patareid, kõrgendatud vedelik); Võib sisaldada ainult passiivsete elementide käivitamiseks kasutatavaid aktiivseid komponente juhtimisseadmete, mõõteseadmete ja ventiilide kujul; Ei tohi olla manuaalselt käivitatavad.	Gravitatsiooni kasutavad, patarei toidet vajavad süsteemid; Gravitatsiooni kasutavad kontrollvarraste süsteemid;



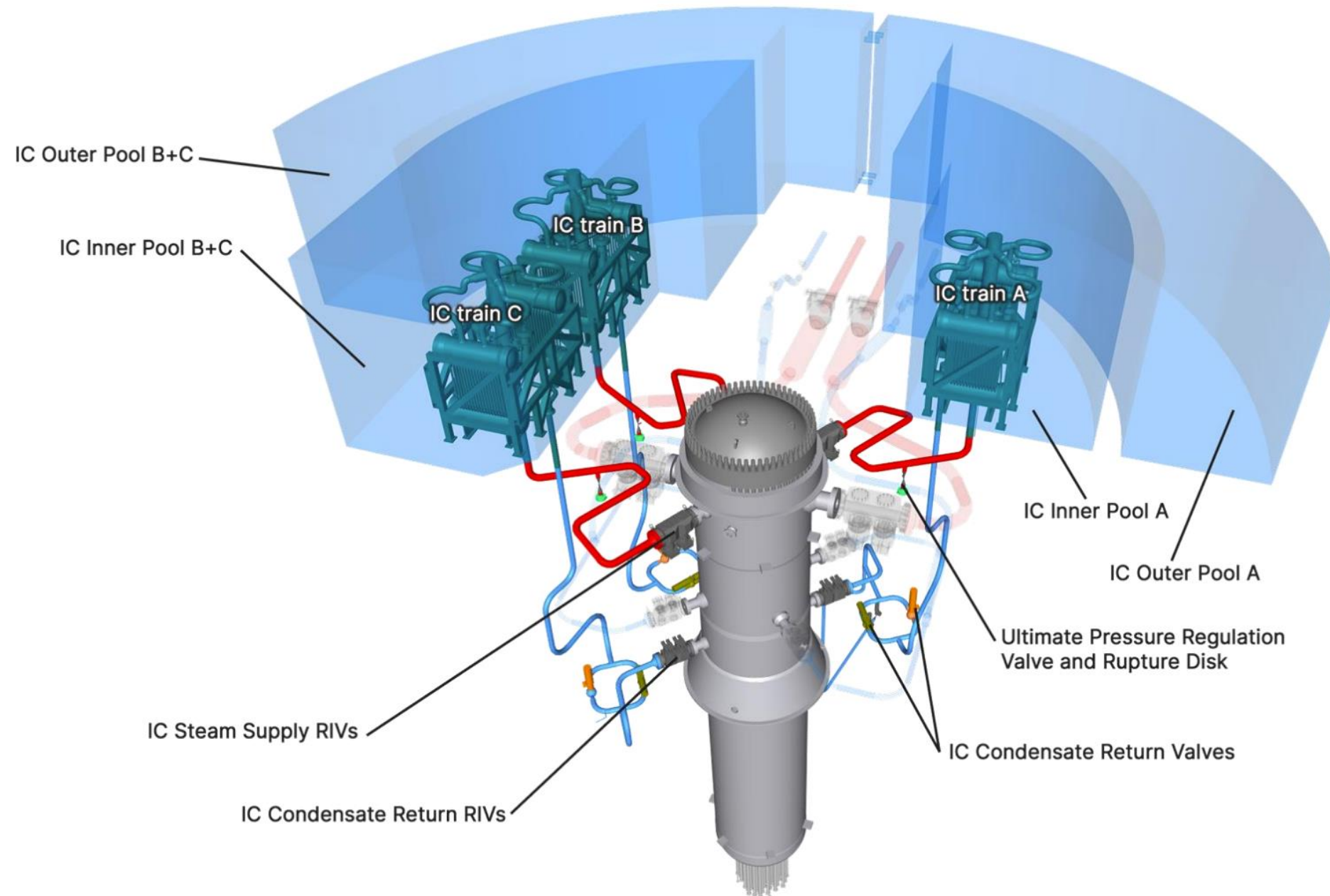
BWRX-300

Väike aga võimas

- Üks lõhustumine = **~ 200 MeV**
- Et ajada 1 liiter vett toatemperatuurilt keema = **$\sim 10^{16}$ lõhustumist**
- Keskmiselt peavad neutronirikkad lõhustumisfragmendid pärast iga U-235 lõhustumist läbima kuus β - lagunemist.
 - 6 neutronit lagunevad 6 prootoniks.
 - Selle kiirguse neeldumine kütuses tekitab märkimisväärsel hulgal soojust isegi siis, kui ahelreaktsioon reaktoris on peatatud.

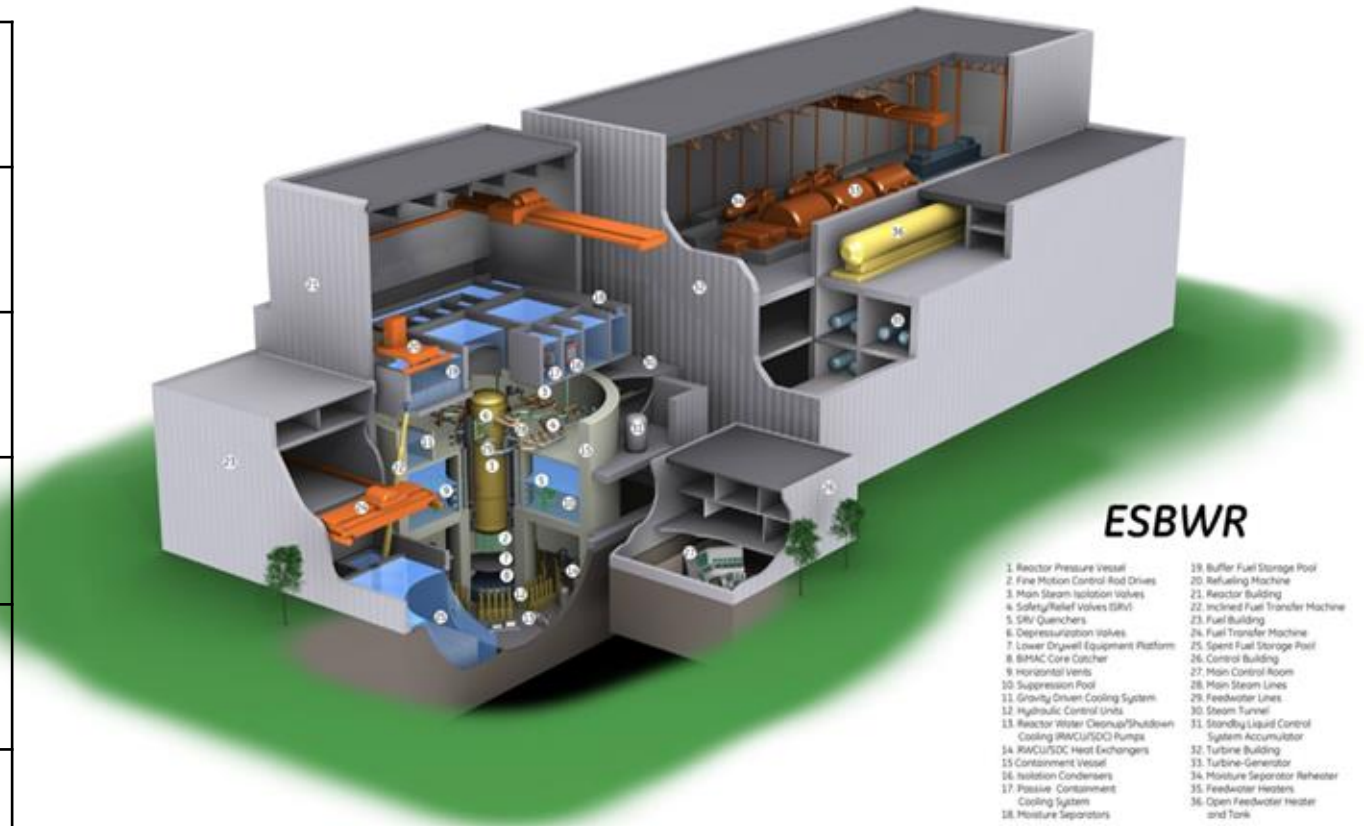


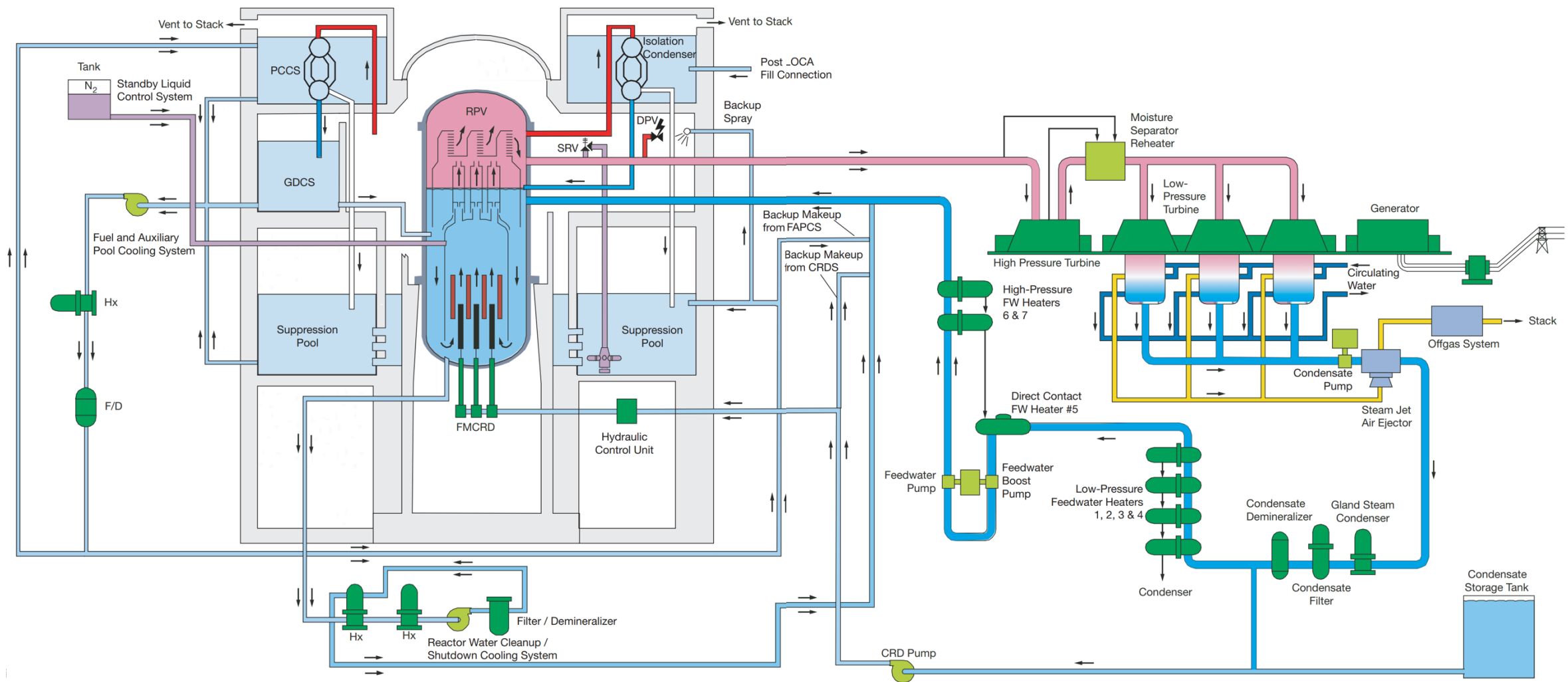
Ohutuse tagamine: passiivjahutus



ESBWR

Soojusvõimsus	4500 MWt
Elektriline võimsus	1600 MWe
Rõhk süsteemis	7 MPa
Tuuma sisend ja väljund temperatuurid	215 C / 288 C
Kütusekoostete hulk	1132
Primaarahela pumpasid	0 (looduslik ringlus)





Passiivsete ohutussüsteemide puudused

- Disaini puudused
 - Nõrgad jõud (väike tiheduste / kõrguste vahe)
 - Piiratud töövedeliku maht
- Passiivsete ohutussüsteemide toimivus sõltub struktuuri ja funktsionaalsuse terviklikkuse püsimisest.
- Segadused passiivsuse definitsiooniga
- Puudulik käidukogemus

Ohutuskultuur

- Ohutuskultuur osutab sellele, kuidas organisatsioon **tähtsustab ja väärtustab ohutust**.
- Seda kujundavad kõigi töötajate ühised hoiakud, normid, uskumused ja väärtused.
- **Ohutuskultuur on tulem**, mitte sisend, kuid seda saab õigete sisenditega mõjutada.

A **strong culture for safety** is at the heart of nuclear safety.



The core values and behaviours resulting from a collective commitment by leaders and individuals emphasize safety over competing goals to ensure protection of people and the environment.



A questioning attitude



A rigorous and prudent approach



Open communication

It influences an organization's structure and style, as well as the attitudes, approaches and commitment of individuals at all levels in the organization.

The IAEA provides **safety standards** to guide authorities and operators **worldwide**.



Now you know what makes nuclear energy safe!

Tervisliku ohutuskultuuri näitajad

**individuaalne vastutus ohutuse eest,
küsiv suhtumine,
vastutus otsuste tegemise eest,
tõhus suhtlus,
kõrge usaldus,
pidev õppimine.**

On oluline, et organisatsiooni liikmed mõistaksid tõhusa ohutuskultuuri omadusi ja organisatsioonidel oleks võimekus hinnata selle tugevust ja kvaliteeti.

INES - rahvusvaheline tuumasündmuste skaala

- Üheks viisiks kuidas radioaktiivseid materjale käitavad organisatsioonid ja ettevõtted saavad panustada ohutuma tuumakäidu tulevikku on **läbipaistev ja enesekriitiline õnnetuste ja juhtumite hindamine ja teavitustöö**.
- INESE kasutamine on vabatahtlik ja skaala taseme valik juhtumi kirjeldamisel on organisatsiooni enda teha.
- Juhtumid

