

STUK 5/Y42259/2024,
STUK 9/Y42259/2024

12.6.2025

Steady Energy Oy
Sammonsilta 8
02100 ESPOO

SE-STUK-LT-001 (30.8.2024)
SE-STUK-LT-002 (30.12.2024)

Säteilyturvakeskuksen arvio LDR-50-reaktorin konseptisuunnittelusta

Steady Energy Oy (SE) toimitti viitekirjeillä Säteilyturvakeskukselle (STUK) LDR-50-laitoksen kuvauksen, ja pyysi STUKilta konseptitason arviota ydin- ja säteilyturvallisuuteen, turvajärjestelyihin, valmiusjärjestelyihin sekä ydinmateriaalivalvontaan liittyvien suunnitteluratkaisujen hyväksyttävyydestä suomalaisten ydin- ja säteilyturvallisuusvaatimusten näkökulmasta.

Johdanto

Ydinenergian käyttöön liittyvä lainsäädäntö on uudistumassa. Uuteen lainsäädäntöön tulee todennäköisesti sisältymään konseptisuunnittelun arviointi ennen rakentamislupavaihetta. STUK käytti uuteen lainsäädäntöön kaavailun konseptisuunnittelun arvioinnin luonnosta pohjana LDR-50:n arvioinnille. Menettelystä oli sovittu SE:n ja STUKin kesken etukäteen.

Konseptisuunnittelun arviointiin sisältyvät seuraavat aihepiirit:

- laitostason suunnitteluperusteet, suunnittelussa huomioidut uhat ja alkutapahtumat
- turvallisuustoiminnot ja turvallisuusperiaatteiden (syvyyspuolustus, moninkertaisuus, erilaisuus, erottelu) huomioiminen niiden toteutuksessa
- rakenteellinen syvyyspuolustus
- ylätason layout ja erottelu, suojautuminen sisäisiä ja ulkoisia uhkia vastaan
- rakenteellinen säteilyturvallisuus ja päästöjen rajoittaminen
- käyttötoiminnan huomiointi suunnittelussa
- ikääntymisen hallinnan huomioiminen suunnittelussa
- turvajärjestelyjen huomioiminen suunnittelussa

STUK 5/Y42259/2024,
STUK 9/Y42259/2024

12.6.2025

- ydinmateriaalivalvonnan huomioiminen suunnittelussa
- valmiustoiminnan huomioiminen suunnittelussa
- ydinpolttoaine ja sen käsittelyyn ja varastointiin varautuminen
- radioaktiivisen jätteen käsittelyyn ja varastointiin varautuminen
- käytöstäpoiston huomioiminen suunnittelussa
- turvallisuuden osoittaminen
- laitostoimittaja (osaaminen ja menettelyt).

LDR-50-reaktori

LDR-50 on uudentyyppinen laitos, vaikkakin se pohjautuu hyvin tunnettuun ja koeteltuun painevesiteknologiaan. Uusia piirteitä ovat esimerkiksi

- Käyttö yksinomaan kaukolämmön tuotantoon sekä ydinreaktorin pieni teho (lämpöteho 50 MW) ja perinteisistä painevesilaitoksista poikkeavat käyttöparametrit (huomattavasti normaalia alhaisempi käyttöpaine ja -lämpötila).
- Integroitu primääripiiri, jossa pääkiertopiiri on kokonaisuudessaan reaktoripaineastian sisällä.
- Passiivisen jälkilämmönpoiston hyödyntäminen syvyyspuolustuksen usealla eri tasolla.
- Suojarakennuskonsepti, jossa suojarakennus ei ole varsinainen rakennus, vaan terässäiliö reaktoripaineastian ympärillä. Suojarakennussäiliö on upotettu reaktorihallissa sijaitsevaan vesialtaaseen. Reaktorihalli toimii yhtenä esteenä radioaktiivisten aineiden leviämiselle.
- Samassa infrastruktuurissa voi olla useita reaktoreja. Arvioidussa konseptissa on neljä reaktoria samassa reaktorihallissa, ja reaktoreilla on esim. yhteinen valvomo ja käyttövuoro.
- Luonnonkierto pääkiertopiirissä tavanomaisessa käytössä.
- Primääripiirin boorittomuus.
- Laitos on suurimmaksi osaksi sijoitettu kallion sisään.

Arvioinnin suorittaminen

Arvioinnissa käytettiin nykyisin voimassa olevia ydinenergian käytön säännöstössä esitettyjä turvallisuusvaatimuksia, mutta lisäksi huomioitiin lainsäädännön uudistuksessa vaatimuspohjaan mahdollisesti tehtäviä muutoksia. Koska lainsäädännön uudistus on kesken, uusia vaatimuksia

STUK 5/Y42259/2024,
STUK 9/Y42259/2024

12.6.2025

koskevat arviossa esitetyt asiat eivät ole lopullisia vaan saattavat vielä muuttua.

LDR-50:n suunnittelu on varhaisessa vaiheessa. Suunnitteluperusteet ovat osin kiinnittämättä, ja konseptisuunnittelu on vielä meneillään. Sen vuoksi STUKilla ei ollut käytettävissään riittävää tietoa, jotta SE:n kirjeissään pyytämä arvio suunnitteluratkaisujen hyväksyttävyydestä olisi mahdollinen. STUK keskittyi arvioimaan sitä, onko LDR-50:n kaltainen reaktori ja sen sisältämät uudet ratkaisut mahdollista suunnitella suomalaiset vaatimukset täyttäväksi.

Arvioinnin tulos

Johtopäätökset

Laitossuunnittelu

LDR-50 ja sen sisältämät uudet pääsuunnitteluratkaisut on mahdollista suunnitella turvallisuusvaatimukset täyttäväksi. Jotkin arvioinnissa tehdyistä havainnoista saattavat kuitenkin vaikuttaa suunnitteluun.

Laitostoimittaja

SE ei vielä täytä odotuksia, joita laitostoimittajaa kohtaan on rakentamislupavaiheessa. SE:llä on kuitenkin suunnitelma organisaation ja johtamisjärjestelmän kehittämiseksi, ja yhtiön johto vaikuttaa olevan motivoitunut kehittämään yhtiötä. STUK ei näe esteitä sille, etteikö SE voisi ajan myötä kehittyä vaatimukset täyttäväksi laitostoimittajaksi.

Suunnitteluvaihe

Suunnittelu ei ole vielä niin pitkällä, kuin uudessa lainsäädännössä edellytettäisiin suunnittelun kypsytydeltä ennen rakentamislupavaihetta tarvittavan konseptiarvion tekemiseksi.

Arvioinnin tulos aihealueittain

Tärkeimmät havainnot eri osa-alueiden arvioinnista on esitetty alla. Liitteenä olevassa turvallisuusarviossa on esitetty muita havaintoja ja taustoitettu johtopäätöksiä.

Yleiset, useita osa-alueita koskevat havainnot

Suunnittelussa on turvallisuuden kannalta edullisia piirteitä. Esimerkiksi pitkät varoajat onnettomuuksissa, passiivisten järjestelmien käyttö ja vakaviin reaktorionnettomuuksiin varautuminen, vaikka vakavaan reaktorionnettomuuteen johtavat tapahtumaketjut eivät ole ilmeisiä.

Tietoturvallisuutta ei ole huomioitu suunnittelussa systemaattisesti.

STUK 5/Y42259/2024,
STUK 9/Y42259/2024

12.6.2025

Inhimillisiä tekijöitä (HFE, Human Factors Engineering) ei ole huomioitu suunnittelussa systemaattisesti.

Suunnitteluperusteena joillekin ratkaisuille on käytetty 72 tunnin autonomia-aikaa. Aika on nykyvaatimuksen mukainen (Määräys STUK Y/1/2018, 11 § kohta 7), mutta säännöstuudistuksessa vaadittua autonomia-aikaa todennäköisesti kasvatetaan esim. 7 vuorokauteen. Muutos saattaa vaikuttaa tilanteessa tarvittavien laitteiden ja järjestelmien turvallisuusluokitukseen ja laitospaikalla tarvittaviin materiaalivarantoihin ja aineellisiin valmiuksiin.

Järjestelmien suunnittelussa ei ole huomioitu N+2-vikakriteeriä (Määräys STUK Y/1/2018, 11 § kohta 4), mutta kyseiset järjestelmät on suunniteltu täyttämään yksittäisvikakriteeri. Vaatimus N+2-vikakriteeristä poistuu säännöstuudistuksessa.

Laitostason suunnitteluperusteet, suunnittelussa huomioidut uhat ja alkutapahtumat

Suunnittelussa on tunnistettu laajasti alkutapahtumia sekä ulkoisia ja sisäisiä uhkia. Työ on kuitenkin vielä kesken. Vielä ei ole esimerkiksi kattavasti tunnistettu eri laitostilojen alkutapahtumia, uhkatilanteiden aiheuttamia tapahtumia, tapahtumien ja/tai uhkien mahdollisia yhdistelmiä tai moneen reaktoriin samanaikaisesti vaikuttavia tapahtumia tai uhkia. Vielä ei myöskään ole selvää, mitkä ovat mitoittavia tapahtumia esimerkiksi suojarakennukselle tai primääripiirin ylipainesuojaukselle.

Tietojen perusteella ei voi tehdä johtopäätöstä suunnitteluperusteiden kattavuudesta.

Turvallisuustoiminnot ja turvallisuusperiaatteiden huomioiminen niiden toteutuksessa

Reaktiivisuuden hallinta

Turvallisuusperiaatteet on otettu asianmukaisesti huomioon reaktiivisuuden hallinnan konseptisuunnittelussa. Säättösauvojen lisäksi alikriittisyys voidaan varmistaa hätäboorausjärjestelmällä. Uutena piirteenä painevesilaitokselle (Suomessa) on primääripiirin boorittomuus tavanomaisessa käytössä. Tähän liittyen suunnittelussa on huomioitu erikseen polttoaineenvaihtoseisokin aikainen alikriittisyyden varmistaminen. Samoin on tarkasteltu erityisen huolellisesti säätösauvan tahattoman ulosvedon aiheuttamaa reaktiivisuuden lisäystä ja varmistettu, ettei se vaaranna turvallisuutta.

STUKin näkemys on, että on edellytykset suunnitella laitoksen reaktiivisuuden hallinta vaatimukset täyttäväksi.

STUK 5/Y42259/2024,
STUK 9/Y42259/2024

12.6.2025

Radioaktiivisuuden leviämisen estäminen

LDR-50:n suojarakennuskonsepti on uudenlainen. Etenkin vakavassa onnettomuudessa myös reaktorihalli osallistuu suojarakennustoimintaan. Ainoa SE:n tunnistama vakavaan onnettomuuteen johtava skenaario on suojarakennussäiliön ohittava primääripiiriin liittyvän järjestelmän vuoto.

Suojarakennustoiminto ja vakavien onnettomuuksien hallinta eivät kaikilta osin täytä nykyisiä vaatimuksia (esim. suojarakennuksen eristykseen liittyvät vaatimukset 324 ja 328 ohjeessa YVL B.6 sekä primääripiirin paineenalennukseen vakavassa onnettomuudessa liittyvät vaatimukset 418–420 ohjeessa YVL B.5). Poikkeamat voi kuitenkin olla mahdollista perustella.

On positiivista, että suunnittelussa on lähtökohtaisesti varauduttu vakaviin reaktorionnettomuuksiin, vaikka vakavaan reaktorionnettomuuteen johtavat tapahtumaketjut eivät ole ilmeisiä.

STUKin näkemys on, että esitetty suojarakennuskonsepti ja vakavien reaktorionnettomuuksien hallinta voi olla mahdollista suunnitella vaatimukset täyttäväksi.

Jälkilämmönpoisto

Jälkilämmön poistossa hyödynnetään passiivista lämmönsiirtoketjua reaktorista suojarakennusaltaan kautta reaktorialtaaseen. Yleisesti ottaen passiivisten järjestelmien käyttö on turvallisuuden kannalta edullista, sillä se vähentää riippuvuutta ohjaajien toimenpiteistä ja laitteiden toimintakyvystä esimerkiksi laitteiden vikaantuessa tai niiden käyttövoiman menetystilanteissa.

Passiivista lämmönsiirtoketjua hyödynnetään usealla syvyyspuolustuksen tasolla (2, 3a, 3b, 4), mikä ei täytä nykyisiä vaatimuksia (Määräys STUK Y/1/2018, 9 § kohta 3). Uuden säännösten puitteissa ratkaisu saattaa olla mahdollinen. Ratkaisun hyväksyttävyyden kannalta oleellista on, että on tunnistettu tapahtumat, jotka voisivat estää lämmönsiirtoketjun toiminnan, ja että sellaiset tapahtumat ovat erittäin epätodennäköisiä.

Reaktoriin on vain kaksi syöttölinjaa, joita kaikki reaktoriin vettä syöttävät järjestelmät käyttävät (normaali lisävesijärjestelmä, reaktorin hätäsyöttöjärjestelmä, hätäboorausjärjestelmä). Vaikka paineastian läpivientien vähentäminen on turvallisuuden kannalta edullista, on hyvä tarkastella jatkossa ratkaisun etuja ja haittoja, voiko esim. syntyä tilanne, jossa tarvetilanteessa linjat eivät olisi käytettävissä.

Oletetuissa onnettomuuksissa ja tietyissä oletettujen onnettomuuksien laajennuksissa reaktoriallas on lopullinen lämpönielu. Vaikka altaan vedellä on merkittävä lämpökapasiteetti, se ei ole verrattavissa esim. mereen tai ilmakehään. Allasta ei voi pitää lopullisena lämpönieluna, vaan ennen pitkää lämpö on johdettava siitä pois. Mikäli muuta lämmönsiirtoreittiä ei ole

STUK 5/Y42259/2024,
STUK 9/Y42259/2024

12.6.2025

käytettävissä, lämpö siirtyy kallioperään. Kallioperä voi olla mahdollista osoittaa lopulliseksi lämpönieluksi. Lopullista lämpönielua koskevissa tarkasteluissa on huomioitava myös laitteiden tai huonetilojen mahdollisen jäähdtyksen tarvitsema lämpönielu.

STUKin näkemys on, että jos edellä esitetyt havainnot otetaan huomioon asianmukaisesti, on edellytykset suunnitella jälkilämmönpoisto vaatimukset täyttäväksi.

Tukitoiminnot

Tukitoimintoja ovat esimerkiksi automaatio, sähkönsyöttö ja tilojen ja laitteiden jäähdtyys tai lämmitys. SE:n tämän hetken käsityksen mukaan LDR-50-konseptissa tilojen ja laitteiden jäähdtyys tai lämmitys eivät ole välttämättömiä turvallisuustoimintojen toteuttamiselle, mutta jatkosuunnittelussa asiasta tehdään tarkemmat analyysit.

Tukitoimintoja koskevat edellä esitetyt yleiset havainnot. Ne huomioiden, STUKin näkemyksen mukaan on edellytykset suunnitella tukitoiminnot vaatimukset täyttäväksi.

Rakenteellinen syvyyspuolustus

Rakenteellinen syvyyspuolustus poikkeaa LDR-50 laitoksessa perinteisestä, koska suojarakennuksen lisäksi reaktorihallilla on rooli syvyyspuolustuksessa. Lisäksi primääripiiri ja suojarakennus edustavat uudenlaisia suunnitteluratkaisuja (reaktoripaineastian sisään integroitu primääripiiri, reaktoripaineastia ympäröivä teräksinen suojarakennussäiliö).

Suunnitteluperusteisiin liittyy vielä avoimia kysymyksiä. Mitoittavia tapahtumia suojarakennukselle, reaktorihallille tai primääripiirin ylipainesuojaukselle ei vielä ole määritetty. Reaktoripaineastian kuormitukset ovat vielä osin määrittämättä, samoin kuormitetuimmat kohdat. Hitsisaumojen sijaintia ei ole vielä päätetty.

STUKin näkemys on, että on edellytykset suunnitella esitetty rakenteellinen syvyyspuolustus ja rakenteellinen kestävyys vaatimukset täyttäväksi.

Ylätason layout ja erottelu, suojautuminen sisäisiä ja ulkoisia uhkia vastaan

Rinnakkaisten turvallisuusjärjestelmien redundanssierottelua noudatetaan syvyyspuolustustasoilla 3a ja 4, mutta ei syvyyspuolustustasoilla 2 tai 3b. Tämä on poikkeama nykyisistä ohjeen YVL B.1 vaatimuksista 434, 437 ja 438, mutta säännöstuudistuksessa moninkertaisuusvaatimukseen saattaa tulla muutoksia. Ratkaisun hyväksyttävyyttä (uutta säännöstöä vasten) voi arvioida vasta suunnittelun tarkennuttua.

STUK 5/Y42259/2024,
STUK 9/Y42259/2024

12.6.2025

Uhilta suojautumisen periaatteet ja esimerkiksi palosuojelun vaatimukset on tunnistettu hyvin. Koska uhkien ja niiden seurausvaikutusten määrittely on kesken, STUK ei voi arvioida uhkia vastaan suojautumista ja esitettyjen periaatteiden toteutumista suunnittelussa.

Rakenteellinen säteilyturvallisuus ja päästöjen rajoittaminen

SE on tunnistanut hyvin aihealueen oleelliset periaatteet ja vaatimukset. Niitä seuraamalla on edellytykset ottaa rakenteellinen säteilyturvallisuus suunnittelussa huomioon riittävällä tavalla. Yksityiskohtaisempi suunnittelu on kuitenkin suurimmaksi osaksi tekemättä, joten tarkempia johtopäätöksiä ei vielä voida tehdä.

Kaupunkialueelle sijoitetulta laitokselta on tarkoitus laskea aktiivisuudeltaan vapaarajan alittavia vesipäästöjä sijaintikunnan viemäriverkkoon. Nykyisten ydinvoimalaitosten päästöjä ei ole johdettu viemäriverkkoon. Säteilylaissa on rajoituksia päästöille viemäriverkkoon. Vielä ei ole selvää, miten uudessa ydinenergiainsäädännössä säädellään asiasta. Myös viemäriverkon hallinnoija voi asettaa rajoituksia päästöille. Ratkaisuun liittyy siten epävarmuuksia.

Ikääntymisen hallinnan huomioiminen suunnittelussa

SE on tunnistanut oleelliset ikääntymisen hallinnan periaatteet. Niitä ja esitettyjä suunnittelusääntöjä seuraamalla on edellytykset ottaa ikääntymisen hallinta suunnittelussa huomioon riittävällä tavalla. Tiettyjen uusien suunnitteluratkaisujen (esim. suojaputken sisällä kulkevat putkilinjat) tarkastettavuus ja huollettavuus on hyvä varmistaa riittävän varhaisessa vaiheessa suunnittelua.

Käyttötoiminnan huomiointi suunnittelussa

Käyttötoiminnassa on nykyisin Suomessa käytössä oleviin ydinvoimalaitoksiin verrattuna uusia piirteitä, kuten henkilöstön vähäinen määrä ja yhteinen valvomo ja käyttövuoro useammalle reaktorille.

Päävalvomon menetyksessä varavalvomossa ei välttämättä ole jatkuvaa miehitystä. Varavalvomosta suoritetaan tarvittavat ohjaukset, minkä jälkeen laitoksen tilaa valvotaan valmiuskeskuksesta. Kaikissa päävalvomon menetystilanteissa pitää pystyä tekemään tarvittavat ohjaukset riittävässä ajassa ja valvomaan laitoksen tilaa luotettavasti.

Aineiston perusteella ei ole selvää, onko esimerkiksi valvomossa ja kentällä sallittua työskennellä yksin. Tiloista, joissa voi työskennellä yksin ei pidä voida tehdä laitoksen turvallisuutta vaarantavia toimenpiteitä.

Kun edellä esitetyt havainnot huomioidaan, STUKin näkemys on, että on edellytykset suunnitella käyttötoiminta vaatimukset täyttäväksi.

STUK 5/Y42259/2024,
STUK 9/Y42259/2024

12.6.2025

Turvajärjestelyjen huomioiminen suunnittelussa

SE:llä ei vielä ole käytössään suunnitteluperusteuhkaa, eikä se ole esittänyt, mitä itse määrittelemiään uhkia vastaan laitos on tarkoitus suojata.

Tietoturvallisuutta ei ole systemaattisesti huomioitu suunnittelussa.

Toimitetuista tiedoista ei käy ilmi, että turvajärjestelyjä olisi käsitelty integroidusti kaikkien turvallisuuden muiden osa-alueiden kanssa. Esimerkiksi turvallisuuden osoittamista koskevasta asiakirjasta turvajärjestelyjen vaatimusten mukaisuuden/vaikuttavuuden osoittaminen on suljettu pois.

STUKin näkemys on, ettei toimitetusta aineistosta käy ilmi sellaisia seikkoja, jotka estäisivät turvajärjestelyjen toteuttamisen vaatimusten mukaisesti suunnittelun edetessä.

Ydinmateriaalivalvonnan huomioiminen suunnittelussa

LDR-50 vastaa ydinmateriaalivalvonnan näkökulmasta pitkälti perinteisiä painevesilaitoksia. SE on kartoittanut ja tunnistanut LDR-50-reaktorin erityisominaisuuksia, joilla voi olla merkitystä ydinmateriaalivalvonnan toimeenpanoon. Jotkin tarkemman jatkosuunnittelun kannalta keskeiset kysymykset ovat vielä auki, esimerkiksi tuoreen polttoaineen käsittely- ja varastointikonsepti on keskeneräinen. Aineistossa ei ole myöskään kuvattu, miten suunnitteluprosessissa varmistetaan ydinmateriaalivalvonnan huomioiminen.

Suunnittelussa on vielä avoimia asioita, mutta STUKin näkemys on, että on edellytykset suunnitella LDR-50:n ydinmateriaalivalvonta vaatimukset täyttäväksi, jos ydinmateriaalivalvonta otetaan huomioon laitoksen suunnittelussa SE:n esittämien periaatteiden mukaisesti.

Valmiustoiminnan huomioiminen suunnittelussa

Suunnittelussa on varattu tilat valmiustoiminnalle ja tarvittaville varusteille ja huomioitu tarve tiedonsiirrolle ja kommunikoinnille. Laitoksella sijaitsevan valmiuskeskuksen lisäksi laitosalueen ulkopuolelle tulee tila valmiustoiminnan johtamiselle, mikäli valmiuskeskus ei ole käytettävissä.

Valmiustilanteessa tarvittavia kulutustavaroita (elintarvikkeita, polttoaineita ym.) on varattu kolmeksi vuorokaudeksi. Säännöstöuudistuksessa vaadittu autonomia-aika todennäköisesti nostetaan 7 vuorokauteen.

Nykyisestä ohjeen YVL B.8 vaatimuksesta 391 poiketen laitokselle ei ole tulossa laitospalokuntaa, vaan palontorjunnassa tukeudutaan paikalliseen pelastustoimeen. Ehdoton vaatimus omasta laitospalokunnasta todennäköisesti poistuu säännöstöuudistuksessa.

STUK 5/Y42259/2024,
STUK 9/Y42259/2024

12.6.2025

STUKin näkemys on, että on edellytykset suunnitella laitos valmiustoiminnan osalta vaatimukset täyttäväksi. Autonomiavaatimuksen mahdollinen muutos säännöstöuudistuksessa on syytä huomioida.

Radioaktiivisen jätteen käsittely ja varastointi

Syntyvä jäte on tyypillistä kevytvesilaitoksen käytöstä syntyvää jätettä, jonka käsittelyyn, varastointiin ja loppusijoitukseen on olemassa teknisiä ratkaisuja. Suunnittelussa on tunnistettu tarve kiinteän, nestemäisen ja kaasumaisen jätteen käsittelyjärjestelmille ja jätteiden varastoinnille. Käytön aikana syntyvien nestemäisten ja kiinteiden matala- ja keskiaktiivisten jätteiden syntyviä määriä ei ole arvioitu, joten ei ole mahdollista arvioida jätejärjestelmille varattujen tilojen riittävyyttä eikä varastointikapasiteetin riittävyyttä. Käytetyn ydinpolttoaineen osalta aineisto kertoo riittävällä tavalla suunnitellun varastointikapasiteetin määrän.

Uutena piirteenä on kuivavaraston käyttö käytetyn polttoaineen välivarastoinnissa. Suomessa kuivavarastoja ei ole luvitettu, mutta maailmalla niitä on käytössä useita.

STUKin näkemys on, että on edellytykset suunnitella radioaktiivisen jätteen käsittely ja varastointi vaatimukset täyttäväksi.

Käytöstäpoiston huomioiminen suunnittelussa

SE on tunnistanut suunnitteluvaiheen asioita, jotka vaikuttavat käytöstäpoistettavuuteen, ja periaatteita, joita suunnittelussa noudatetaan käytöstäpoistettavuuden varmistamiseksi. Suunnittelu ei ole niin pitkällä, että voisi todentaa, miten periaatteet toteutuvat suunnittelussa, mutta STUKin näkemys on, että esitettyjä periaatteita seuraamalla on edellytykset huomioida käytöstäpoisto suunnittelussa vaatimukset täyttävällä tavalla.

Ydinpolttoaine ja sen käsittelyyn ja varastointiin varautuminen

LDR-50:n polttoaine on tyypillistä painevesireaktorin polttoainetta, mutta käyttöolosuhteet poikkeavat tyypillisestä painevesilaitoksesta (matalammat lämpötila ja paine, booriton vesikemia), eikä polttoaineen käytöstä LDR-50:n kaltaisissa olosuhteissa ole juurikaan kokemusta. Polttoaineen turvallisuuden osoittaminen LDR-50:n käyttöolosuhteissa on rakentamislupavaiheessa arvioitava asia. Maailmalla on useita polttoainetoimittajia, jotka pystyvät toimittamaan kuvatus kaltaista polttoainetta. Laitossuunnittelussa on varattu tilat tuoreen ja käytetyn polttoaineen säilytykseen.

STUKin näkemyksen mukaan on edellytykset suunnitella polttoaine ja sen käsittely vaatimukset täyttäväksi.

STUK 5/Y42259/2024,
STUK 9/Y42259/2024

12.6.2025

Turvallisuuden osoittaminen

SE aikoo rakentaa täyden mittakaavan koelaitteiston, joka kattaa reaktorin, primääripiirin, suojarakennussäiliön ja reaktorialtaan. Laitteistolla on tarkoitus testata mm. primääripiirin luonnonkiertoa ja passiivista jälkilämmönpoistoa. Koelaitteisto on hyvä ratkaisu uudentyyppisen laitoksen turvallisuuden osoittamiseksi, ja täyden mittakaavan laitteisto tuo varmuutta kokeiden edustavuuteen.

Useimpien muiden uusien suunnitteluratkaisujen osalta (esim. usean yksikön yhteinen valvomo, pieni yhteinen käyttövuoro monen reaktorin ohjaamiseksi) suunnitelmia turvallisuuden osoittamiseksi ei vielä esitetty.

Turvallisuuden osoittamista käsittelevästä asiakirjasta oli jätetty pois turvajärjestelyt. Kaikki turvallisuuden osa-alueet (3S: Safety, Security, Safeguards) olisi hyvä käsitellä integroidusti jo varhaisesta vaiheesta saakka.

Laitostoimittaja

SE on varsin uusi yritys, joka on vasta kehittämässä organisaatiotaan ja johtamisjärjestelmäänsä. Vasta pienelle osalle toimintoja on systemaattinen ja dokumentoitu prosessi, ja muiden osalta kehitystyö on käynnissä. SE:n tavoite on saada ISO 9001 -sertifiointi vuoden 2025 aikana, ja ISO 19443 mahdollisesti 2026 aikana. ISO 19443 on globaali standardi laatujohtamisjärjestelmille ydinenergia-alalla.

SE:n organisaatio on vielä pieni, mutta kasvaa voimakkaasti – STUKin konseptiarvionkin aikana henkilöstömäärä lähes kaksinkertaistui. Joillain osa-alueilla SE on vasta hankkinut tai hankkimassa tarvitsemiansa asiantuntijoita (esim. HFE, tietoturvallisuus).

SE ei vielä täytä odotuksia, joita laitostoimittajaa kohtaan on rakentamislupavaiheessa. SE:llä on kuitenkin suunnitelma organisaation ja johtamisjärjestelmän kehittämiseksi, ja yhtiön johto vaikuttaa olevan motivoitunut kehittämään yhtiötä. STUK ei näe esteitä sille, etteikö SE voisi ajan myötä kehittyä vaatimukset täyttäväksi laitostoimittajaksi.

Johtaja

Tapani Virolainen

Johtava asiantuntija

Minna Tuomainen

Liitteet

STUKin turvallisuusarvio (englanninkielinen): Safety Assessment of LDR-50

