TEM/EOS/Ydinenergia ja polttoaineet

Muistio
13.11.2019

Talousvaliokunta 15.11.2019

PIENTEN MODULAARISTEN YDINLAITOSTEN TILANNEKATSAUS

Taustaa ja tiivistys

Pienet modulaariset reaktorit (Small Modular Reactors, SMR) tai yksinkertaisesti modulaariset ydinlaitokset ovat tämän hetken vahvin uusikehityssuunta ydinenergian tuotantoon. Modulaarisista ydinlaitoksista on pitkälle vietyjä konsepteja eri valmistajilla lähinnä USAssa ja Kanadassa, mutta nyt myös Euroopassa. Toisaalta myös pidemmälle kehitettyjä, pian käyttöön otettavia laitoksia on jo Venäjällä (kelluva ydinlaitos Akademik Lomonosov) ja Kiinassa (Linglong One). Länsimaissa SMR-laitosten kehitys etenee kaupallisiksi sovelluksiksi aikaisintaan 2020-luvulla ja sen loppupuolella, lisensiointi on pisimmällä USA:ssa.

SMR–laitos koostuu reaktorilaitoksesta ja valvomosta sekä turbiinista riippuen tuotetaanko sähköä, lämpöä vai molempia yhteistuotantona. Reaktorilaitoksessa voi olla useita reaktorimoduuleja, jotka ovat sähköteholtaan noin 50 - 300 MW per reaktori. Keskenään samanlaisia moduuleja voidaan SMR–laitokseen sijoittaa useita, jolloin tuotettavan energian määrä riippuu reaktorimoduulien määrästä. SMR-laitoksen yksinkertaisuus ja modulaarinen rakenne mahdollistavat pitkälle viedyn tehdasvalmistuksen ja sitä kautta nopeamman rakentamisen, pienemmät kustannukset sekä joustavamman käyttöönoton.

SMR–laitosten kehityskaareen liittyy keskustelu kansainvälisestä turvallisuusvaatimusten harmonisoinnista, koska tämä mahdollistaisi laitosten aidon kansainvälisen tyyppihyväksynnän ja sen myötä sarjatuotannon. Tätä kehitystä voidaan edistää tukemalla vaatimusten yhtenäistämisprosesseja ja viranomaisten yhteistyötä. Suomessa tämä aloitetaan tarkastelemalla ydinenergialain ja säädösten muutostarpeita, viranomaisten toiminnan kehittämisellä sekä ennen kaikkea tutkimuksella alan valmiuksien kehittämiseksi. Aloitteet varsinaisiin SMR-laitoshankkeisiin Suomessa on tultava teollisuudelta tai muilta tulevaisuuden toimijoilta. SMR-laitosten ydinjätehuolto edellyttää jatkopohdintaa ja se sisältyy syksyllä 2019 käynnistyvään YEL-kokonaistarkasteluun.

SMR-voimalaitoskonseptin luvitus

Uusia piirteitä SMR-konseptissa on reaktoriyksikön rakenteen lisäksi niin laitospaikan, voimalaitoksen omistajuuden, ydinjätehuollon, laitoksen turvajärjestelyjen ja luvanhaltijan osaamisen ja organisaationkin osalta.

Näin uusista laitosratkaisuista sekä valmistusteknologioista seuraa myös uusia haasteita luvitukselle, turvallisuusvaatimuksille, käytölle sekä organisatorisia haasteita käytön järjestelyille. Käytännössä siis uusia asioita kaikkien nykyisen ydinenergialain kattamien luvanhaltijalle asetettavien vaatimusten osalta. Tulevat käyttäjät voivat olla kuntia tai pienempiä yhtiöitä, jolloin myös kyky vastata tarvittavasta osaamisesta ja resursseista on voitava ratkaistava uusilla tavoilla.

Merkittävä kysymys ydinlaitoksen käytölle on ydinjätehuollosta vastaaminen ja sen järjestäminen. Nykyisten käyvien laitosten osalta luvanhaltijat ovat järjestäneet kullekin laitospaikalle oman ydinjätehuollon ja voimalaitosjätteen loppusijoituksen sekä yhteisen käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen noudattaen tällä lain vaatimuksia. Ydinjätehuollon järjestäminen tulevaisuuden toimijoille edellyttää merkittäviä muutoksia toimialalla. On oletettavaa, että ydinjätehuolto edellyttäisi huomattavasti nykyistä laajempaa yhteistyötä ydinjätehuollon että sen vaatiman osaamisen suhteen.

Lupaprosessi

Nykyinen ydinenergialain mukainen luvitusprosessi, ympäristövaikutusten arviointi, periaatepäätös, rakentamislupa, käyttölupa ja käytöstäpoistolupa, muodostavat myös tulevaisuudessa perustan laitosten luvitukselle. Nykyiseen luvitusmalliin tulisi kuitenkin lisätä uusia elementtejä, kuten mahdollisesti laitosmallin tyyppihyväksyntä sekä laitospaikan suunnittelukriteerien vahvistaminen. Myös muita nykyisen luvitusprosessin askeleita tulisi kehittää tulevaisuuden tarpeiden huomioimiseksi.

SMR–konseptin laitosmoduulien sarjatuotannon mahdollistamisen katsotaan vaativan ns. tyyppihyväksynnän mahdollistamista osana luvitusprosessia. Tyyppihyväksynnällä laitoskonsepti hyväksyttäisiin ennalta, jonka jälkeen identtisiä moduuleita voitaisiin rakentaa suunniteltu määrä ilman, että jokaista reaktorimoduulia pitäisi luvittaa erikseen.

Nykyisen luvitusjärjestelmän mukaan ydinlaitoksen rakentaminen ja käyttäminen vaativat valtioneuvoston periaatepäätöksen, jonka vahvistaa eduskunta, sekä valtionneuvoston myöntämät rakentamis- ja käyttöluvan. Tätä lupaprosessia tulee sujuvoittaa pienempien laitosten rakentamisen ja käyttämisen mahdollistamiseksi. Periaatepäätöksen, rakentamis- ja käyttölupien roolia sekä sisältöä tulee mahdollisesti kehittää, jotta SMR–laitosten modulaarisesta rakentamisesta saatavat edut sekä sovellukset saadaan hyödynnettyä.

Turvallisuusvaatimukset

Pienet reaktorit voidaan lähtökohtaisesti tehdä turvallisemmiksi kuin suuret, koska jälkilämpöteho on huomattavasti pienempi. Jälkilämmön poisto onkin pääsääntöisesti toteutettu SMR -laitosten suunnitteluissa luonnonkierrolla ilman aktiivisten, sähköllä toteutettujen toimintojen tarvetta. Näin ollen voimalaitos tarvittaessa pysähtyy ja jäähtyy itsestään, vaikka ulkopuolista sähköä ei olisi saatavilla. Nykyiset turvallisuusvaatimukset on kuitenkin kirjoitettu Suomen säädöksiin erityisesti ajatellen isoja laitoksia, joissa turvallisuus on varmistettu moninkertaisin ja pääosin ulkopuolista sähkönsyöttöä edellyttämin turvallisuusjärjestelmin.
Kaukolämmön tuotantoon tarkoitettuja SMR–laitoksia tulisi voida sijoittaa riittävän lähelle kaukolämpöverkkoa, mikä käytännössä tarkoittaa asutuskeskusten tai teollisuuden läheisyyttä. Suurille laitoksille tarpeelliseksi katsotut laajat suojavyöhykkeet ja varautumisalueet koskevat tällä hetkellä kaikkia ydinvoimalaitoksia ja ne tekisivät laitoksen kaukolämpöverkkojen läheisyyteen sijoittumisen vaikeaksi.Pienemmän reaktorite-

hon vaikutukset sekä reaktoriteknologian rakenne (passiivisuus) tulisi huomioida etäsyyksien kriteereissä. Toisaalta on suunniteltu, että SMR-laitos voitaisiin sijoittaa maan alle, mikä osaltaan muuttaisi suojavyöhyke ja varautumisalueen tarkastelukriteerejä edelleen.

Kaukolämpö ja yhteistuotanto ovat tyypillisesti kunnallisten yhtiöiden toimialaa joten kaukolämpöön tarkoitettu pieni ydinlaitos voisi olla kunnallisen energiayhtiön omistuksessa. Ydinvoimalaitoksen luvanhaltijalle asetetaan säännöstössä paljon vastuita ja velvollisuuksia. Ydinvoimalaitosten rakentamiseen, käyttöön ja omistamiseen saattaa olla tarvetta pohtia uudentyyppisiä ratkaisuja, joilla vaatimusten täyttyminen toteutuu.

SMR-reaktorit mahdollistavat tuotannon hajauttamisen useampiin paikallisiin yksiköihin, joita ohjattaisiin yhdestä paikasta, ns. etäohjauksella. Laitosalueen ulkopuolelta tapahtuva laitoksen ohjaaminen kuitenkin edellyttää vahvoja suojauksia kyberturvallisuuden osalta, johon ei toistaiseksi ole ollut tarvetta nykylaitosten ohjauksen tapahtuessa suoraan laitospaikalta vaatimusten mukaisesti.