

YDINVOIMALAITOKSEN SUUNNITTELUSSA HUOMIOON OTETTAVAT SÄTEILYTURVALLISUUSNÄKÖKOHDAT

| | | |
|-------|---|---|
| 1 | YLEISTÄ | 3 |
| 2 | SUUNNITTELUPERUSTEITA | 3 |
| 2.1 | Yleiset vaatimukset | 3 |
| 2.2 | Säteilylähteet ja -suojat | 3 |
| 2.3 | Materiaalivalinnat ja varautuminen korroosioon | 4 |
| 2.4 | Tilasuunnittelu | 4 |
| 2.4.1 | Huonetilat ja kulutiet | 4 |
| 2.4.2 | Valvonta-alueelle pääsy ja sieltä poistuminen | 5 |
| 2.5 | Tilojen ja laitteiden dekontaminointi | 5 |
| 2.6 | Laitoksen käytöstäpoisto | 6 |
| 2.7 | Onnettomuustilanteet | 6 |
| 3 | JÄRJESTELMÄSUUNNITTELUN SÄTEILYTURVALLISUUSNÄKÖKOHDAT | 6 |
| 3.1 | Yksittäiset järjestelmät ja laitteet | 6 |
| 3.2 | Putkilinjat | 7 |
| 3.3 | Viemärointi ja vuotojenkeruujärjestelmät | 7 |
| 3.4 | Hartsien ja konsentraattien käsittely | 8 |
| 3.5 | Eriyiset järjestelmät päästöjen rajoittamiseksi | 8 |
| 4 | VIRANOMAISVALVONTA | 8 |
| 5 | VIITTEET | 9 |

Tämä ohje on voimassa 1.4.2004 alkaen toistaiseksi.
Ohje kumoo 20.12.1996 annetun ohjeen YVL 7.18.

Kolmas, uudistettu painos
Helsinki 2003
Dark Oy

ISBN 951-712-766-9 (nid.)
ISBN 951-712-767-7 (pdf)
ISBN 951-712-768-5 (html)
ISSN 0783-2435

Valtuutusperusteet

Säteilyturvakeskus antaa ydinenergian käytön turvallisuutta, turva- ja valmiusjärjestelyjä sekä ydinmateriaalien valvontaa koskevat yksityiskohtaiset määräykset seuraavien lakien ja määräysten nojalla:

- ydinenergialain (990/1987) 55 §:n 2 momentin 3 kohta
- ydinvoimalaitosten turvallisuutta koskevan valtioneuvoston päätöksen (395/1991) 29 §
- ydinvoimalaitosten turvajärjestelyjä koskevan valtioneuvoston päätöksen (396/1991) 13 §
- ydinvoimalaitosten valmiusjärjestelyjä koskevan valtioneuvoston päätöksen (397/1991) 11 §
- ydinvoimalaitosten voimalaitosjätteiden loppusijoituksen turvallisuutta koskevan valtioneuvoston päätöksen (398/1991) 8 §
- käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen turvallisuutta koskevan valtioneuvoston päätöksen (478/1999) 30 §.

Soveltamissäännöt

YVL-ohjeen julkaiseminen ei sinänsä muuta Säteilyturvakeskuksen ennen ohjeen julkaisemista tekemiä päätöksiä. Vasta kuultuaan asianosaisia Säteilyturvakeskus antaa erillisen päätöksen siitä, miten uutta tai uusittua YVL-ohjetta sovelletaan käytössä tai rakenteilla oleviin ydinlaitoksiin ja luvanhaltijoiden toimintoihin. Uusiin ydinlaitoksiin ohjeita sovelletaan sellaisenaan.

Kun Säteilyturvakeskus harkitsee YVL-ohjeissa esitettyjen, uusien turvallisuusvaatimusten soveltamista käytössä tai rakenteilla oleviin ydinlaitoksiin, se ottaa huomioon valtioneuvoston päätöksen (395/1991) 27 §:ssä säädetyn periaatteen. Sen mukaan *turvallisuuden edelleen parantamiseksi on toteutettava sellaiset toimenpiteet, joita käyttökokemukset ja turvallisuustutkimukset sekätieteen ja tekniikan kehitys huomioon ottaen voidaan pitää perusteltuina.*

Jos halutaan poiketa YVL-ohjeessa esitetyistä vaatimuksista, on Säteilyturvakeskukselle esitettävä muu hyväksyttävä menettelytapa tai ratkaisu, jolla saavutetaan YVL-ohjeessa esitetty turvallisuustaso.

1 Yleistä

Ydinenergialain (990/1987) mukaan *ydinenergian käytön on oltava turvallista eikä siitä saa aiheutua vahinkoa ihmisille, ympäristölle tai omaisuudelle*. Ydinvoimalaitoksen suunnittelussa yhtenä keskeisenä periaatteena on työntekijöiden ja ympäristön säteilyturvallisuudesta huolehtiminen. Tavoitteena on, että työntekijöiden säteilyannokset laitosta käytettäessä voidaan pitää niin pieninä kuin käytännöllisin toimenpitein on mahdollista ja että asetettuja annosrajoja ei ylitetä. Yksilön säteilyaltistusta koskevat enimmäisarvot esitetään säteilylain (592/1991) nojalla annetussa asetuksessa (1512/1991).

Valtioneuvoston päätöksessä (395/1991) esitetään ydinvoimalaitosten turvallisuutta koskevat yleiset määräykset. Päätöksen 3. luvussa esitetään säteilyaltistusta ja radioaktiivisten aineiden päästöjä koskevat määräykset. Luvussa 4 puolestaan esitetään ydinturvallisuutta koskevat suunnitteluvaatimukset.

Valtioneuvoston päätöstä (395/1991) täsmenivät ydinvoimalaitoksen suunnittelua koskevat turvallisuusperiaatteet esitetään ohjeessa YVL 1.0. Ohjeessa YVL 1.1 käsitellään yksityiskohtaisesti ydinvoimalaitoksen rakentamis- ja käyttö lupamenettelyä sekä Säteilyturvakeskuksen valvontaa. Ydinvoimalaitoksen häiriö- ja onnettomuusanalyyssejä koskevat vaatimukset esitetään ohjeessa YVL 2.2 ja todennäköisyyspohjaisten turvallisuusanalyysien vaatimukset ohjeessa YVL 2.8. Ydinpolttoaineen käsittelyyn ja varastointiin liittyvien järjestelmien suunnittelua käsitellään ohjeessa YVL 6.8. Vaatimukset valmiusjärjestelyistä esitetään ohjeessa YVL 7.4. Ydinvoimalaitoksen ympäristön säteilyaltistuksen ja radioaktiivisten aineiden päästöjen rajoittamista käsitellään ohjeessa YVL 7.1, ydinlaitoksen työntekijöiden säteilysuojelua laitosten käytön aikana ohjeessa YVL 7.9, työntekijöiden annostarkkailua ohjeessa YVL 7.10 ja säteilymittausjärjestelmiä ohjeessa YVL 7.11.

Työntekijöiden säteilyannosten suuruuteen voidaan vaikuttaa mm. laitoksen ja järjestelmien suunnittelulla sekä käytön aikana töiden suunnittelulla. Tässä ohjeessa esitetään ydinvoimalaitoksen suunnittelussa huomioon otet-

tavat työntekijöiden säteilyturvallisuuteen liittyvät yksityiskohtaiset, rakenteelliset periaatteet. Ohjeessa esitetyt periaatteita voidaan soveltuvin osin käyttää myös muiden ydinlaitosten rakenteellisen säteilyturvallisuuden suunnitteluun. Ydinvoimalaitoksessa myöhemmin käyttötoiminnan aikana tehtäviä muutostöitä käsitellään ohjeessa YVL 1.8.

2 Suunnitteluperusteita

2.1 Yleiset vaatimukset

Ohjeessa YVL 1.0 esitetään laitoksen suunnittelua koskevat yleiset vaatimukset, joilla säteilyaltistusta pyritään rajoittamaan. Ohjeessa YVL 2.0 annetaan yksityiskohtaisempia vaatimuksia ydinvoimalaitosten järjestelmien suunnittelusta ja suunnitteluorganisaatiosta. Laitoksen suunnittelun kaikissa vaiheissa on oltava käytettävissä riittävästi säteilysuojelun asiantuntemusta. Suunnittelussa on otettava huomioon normaalit käyttötilanteet, käyttöhäiriöt, mahdolliset onnettomuudet ja laitoksen käytöstäpoisto.

Jotta säteilyaltistus voidaan pitää riittävän pienenä, tulee suunnittelussa henkilökohtaisten annosten lisäksi tarkastella kollektiivisia annoksia sekä työkohteittain että työntekijäryhmittäin. Ydinvoimalaitoksen suunnittelussa ja toteutuksessa on laskelmin varmistettava, että suunnitelluissa ja odotettavissa olevissa toistuvissa töissä laitoksen henkilökunnan kollektiivinen vuosiansio ei laitoksen normaalikäytön aikana ylitä arvoa 0,5 manSv yhden GW:n nettosähkötehoa kohti keskiarvoistettuna laitoksen suunnitellun käyttöiän yli.

2.2 Säteilylähteet ja -suojat

Suunnitteluvaiheessa tulee arvioida ydinvoimalaitoksen normaalin käytön aikaisten säteilylähteiden sijainti ja aktiivisuusmäärät. Säteilylähteitä ovat esimerkiksi reaktori ja reaktoriin liittyvät järjestelmät sekä radioaktiiviset jätteet, jätteiden käsittelyjärjestelmät ja käytetty polttoaine.

Säteilysuojaukset tulee suunnitella riittävin varmuusmarginaalein. Erityistä huomiota on kiinnitettävä käytetyn polttoaineen sekä reaktori-

rista poistettavien osien siirtoihin ja varastointiin sekä niihin tiloihin, joissa työskennellään jatkuvasti.

Säteilysuojien suunnitteluun liittyvissä arvioissa ja analyseissä tulee ottaa huomioon säteilyn siroaminen (ml. skyshine-säteily), radioaktiivisten aineiden kulkeutuminen sekä suojien läpiviennit ja aukot. Tarpeen mukaan tulee käyttää labyrinttirakenteita, joilla estetään suora säteily esimerkiksi ovien läpi.

Työskentelyyn käytettävässä huonetilassa olevat kohteet, jotka sisältävät merkittävässä määrin radioaktiivisia aineita, tulee suojata kiinteillä säteilysuojilla. Jos kohdetta ei voida suojata kiinteillä suojilla, tulee tilojen mitoituksessa ja rakenteissa varautua väliaikaissuojien käyttöön. Nämä tulee suunnitella nopeasti asennettaviksi ja purettaviksi. Myös mahdolliset suojien asennuksen tiellä olevat laitteet tulee voida nopeasti poistaa ja asentaa uudelleen. Radioaktiivisia nesteitä tai korroosiotuotteita sisältävät putkistot tulee tarvittaessa voida suojata esim. betonikouruilla. Niissä tiloissa, joihin säteily-suojia voidaan joutua rakentamaan, rakenteet tulee suunnitella kestäväksi säteilysuojien aiheuttama kuormitus.

2.3 Materiaalivalinnat ja varautuminen korroosioon

Erityistä huomiota tulee kiinnittää primääripiiriin kuuluvien jäähdytteen kanssa kosketuksissa olevien laitteiden, järjestelmien ja hitsaus-saumojen rakenneaineiden valintaan. Käyttämällä sellaisia rakenneaineita, joiden nikkeli-, koboltti- ja antimoni-osisuus on pieni, voidaan välttää erityisesti aktivoitumistuotteiden ^{58}Co , ^{60}Co ja ^{124}Sb syntymistä. Rakenneaineiden valinnassa ja laitteiden rakennerekaisuuksissa tulee ottaa huomioon paitsi korroosiokestävyys myös laitteiden dekontaminoitavuus. Materiaalivalintoja koskevat tiedot tulee esittää kyseisten laitteiden ja rakenteiden suunnitteluperusteissa.

Normaalin käytön ja käyttötilojen muutosten aikana primääripiirin vesikemian tarkkailu tulee näytteenoton ja jatkuvatoimisten analysointilaitteiden avulla suunnitella ja toteuttaa siten, että korroosion ja radioaktiivisten aineiden kulkeutumisen hallintaa varten saadaan riittävästi mittaustietoa. Kiehumusvesireaktorin lauhteen puhdistus tulee suunnitella tehokkaaksi, jotta

reaktoriin joutuvien aktivoituvien aineiden määrä voidaan pitää pienenä. Kiehumusvesilaitoksella myös höyryn kuivaus tulee suunnitella sellaiseksi, että turbiinilaitoksen annosnopeudet ja pintakontaminaatio pysyvät pienenä.

Primääriveden puhdistusjärjestelmiä suunniteltaessa tulee mitoituksen yhtenä perusteena arvioida piirin suurin odotettavissa oleva korroosiotuotepitoisuus. Puhdistusjärjestelmien tulee voida toimia tehokkaasti kaikissa käyttötilanteissa ja rajoittaa tehokkaasti mahdollisista polttoainevuodoista vapautuvien radioaktiivisten aineiden leviämistä.

2.4 Tilasuunnittelu

2.4.1 Huonetilat ja kulkutiet

Ne ydinvoimalaitoksen tilat, joissa joudutaan työskentelemään säännöllisesti, tulee suunnitella siten, että ulkoisen säteilyn annosnopeus ja todennäköisyys radioaktiivisten aineiden joutumiselle kehon sisään on niissä pieni. Huonetilat tulee luokitella suunnitteluvaiheessa todennäköisen annosnopeuden, pintakontaminaation (aktiivisuuskatteen) ja ilman radionuklidikonsentraation perusteella vähintään kolmeen vyöhykkeeseen, jotka yhdessä muodostavat valvonta-alueen. Valvonta-alueen alimpaan ja ylimpään vyöhykkeeseen kuuluvien alueiden ehdot on esitetty ohjeessa YVL 7.9.

Vähä- ja keskiaktiiviselle radioaktiiviselle jätteelle tulee varata riittävät kokoamis-, mittaus-, lajittelu- ja säilytystilat. Radioaktiivisten jätteiden käsittelyä ja varastointia koskevat vaatimukset esitetään ohjeessa YVL 8.3.

Jos huoltojakson aikana tehdään töitä sellaisissa tiloissa, joissa vallitsee merkittävä annosnopeus, on työkalujen ja tarvikkeiden säilytyspaikka järjestettävä siten, että sen takia ei aiheudu kohtuuttomia säteilyannoksia.

Tilojen suunnittelussa tulee ottaa huomioon töitä helpottavat ja nopeuttavat ja siten säteilyannoksia vähentävät järjestelyt, kuten paineilman, veden ja sähkön jakelun läheisyys ja käytettävyyttä sekä työskentelytilojen valaistus.

Ilmastointijärjestelmien suunnittelun yhtenä tavoitteena tulee olla puhtaan ilman järjestäminen kaikkiin huonetiloihin. Ilman tulee pääsääntöisesti olla niin puhdasta, ettei hengityssuojaimia tarvitse käyttää. Ilmastointijärjestel-

mä tulee suunnitella siten, että mahdollisen ilmassa esiintyvän radioaktiivisuuden alkuperä voidaan selvittää esimerkiksi varustamalla ilmastoinnin poistokanavat tarkoituksenmukaisin näytteenottopistein. Ydinvoimalaitosten ilmastointijärjestelmiä ja -laitteita koskee ohje YVL 5.6. Työskentelytiloihin ja käytäville on järjestettävä varavalaistus sähkönmenetyksen varalta. Huonetilojen suunnittelussa huomioon otettavat palontorjuntaan liittyvät vaatimukset esitetään ohjeessa YVL 4.3.

Hälytysviestien tulee kaikissa tilanteissa tavoittaa kaikki työntekijät. Suunnittelussa on otettava huomioon tilakohtainen melutaso ja työkohteissa mahdollisesti käytettävät suojavarusteet.

Valvonta-alueen henkilö- ja tavaraliikenteelle varatut kulkutiet tulee suunnitella siten, että työntekijän säteilyaltistus niitä käytettäessä on pieni. Huolto-, tarkastus- ja näytteenottoreitit tulee suunnitella säteilysuojelun kannalta tarkoituksenmukaisiksi. Säteilysuojelunäkökohdat on otettava huomioon myös suunniteltaessa poistumisreittejä onnettomuustilanteiden varalle.

Henkilöliikenteeseen liittyvät järjestelyt tulee mitoittaa ottaen huomioon, että seisokkien aikana työntekijöiden määrä on suuri. Jotta säteilysuojelutoimenpiteitä voidaan tehokkaasti toteuttaa, tulee ruuhkautumista välttää. Erityisesti tulee kiinnittää huomiota laitoksen sisällä oleviin henkilösulkuihin.

Kulkureitit tulee mitoittaa siten, että säteilysuojavarusteisiin pukeutunut henkilö pystyy liikkumaan laitoksessa helposti. Aktivoituneiden tai kontaminoituneiden esineiden koneelliseen kuljettamiseen tulee varautua mitoittamalla kuljetusreitit riittävän tilaviksi, vahvoiksi ja esteettömiksi.

2.4.2 Valvonta-alueelle pääsy ja sieltä poistuminen

Valvonta-alueen rajalle tulee järjestää työntekijöiden ja työkalujen radioaktiivisen kontaminaation valvonta.

Valvonta-alueelle tulee sijoittaa henkilöiden dekontaminointitila hätäsuihkuineen sekä radioaktiivisten suojavarusteiden puhdistukseen tarkoitettu pesula. Henkilödekontaminointitilat tulee sijoittaa valvonta-alueelle ennen henkilömonitoreja. Myös loukkaantuneiden henkilöiden

ensiaputoimiin ja dekontaminointiin on varattava tilat ja laitteet.

Työntekijöiden kehon ja vaatteiden mittaustilteet sekä annosvalvontaan käytettävät dosimetrit tulee sijoittaa valvonta-alueen rajalle tiloihin, joissa taustasäteily pysyy pienenä kaikissa laitoksen käyttötiloissa ja onnettomuuksissa. Samoin ydinvoimalaitoksessa käytettävien työkalujen ja laitteiden mittaus tulee järjestää sellaiselle alueelle, jossa taustasäteily pysyy pienenä.

Varuste- ja sosiaalitulojen mitoituksessa tulee ottaa huomioon työntekijöiden suuri määrä huoltoseisokkien aikana.

2.5 Tilojen ja laitteiden dekontaminointi

Lattioiden ja seinien niissä huonetiloissa, joihin voi vuotaa radioaktiivisia nesteitä, tulee olla vesitiiviitä yli sen korkeuden, johon mitoituksen perusteeksi katsottava nestepinnan nousu voi ulottua.

Lattia- ja seinäpintojen tulee olla helposti puhdistettavissa. Pinnoitteet tulee valita niin, että ne mahdollistavat ja kestävät suunnitellut dekontaminointitoimenpiteet. Laitteiden pintojen käsittelyllä tulee mahdollisuuksien mukaan pienentää kontaminoitumista. Pinnoitteita käsitellään tarkemmin ohjeissa YVL 4.1 ja 4.2.

Laitoksella tulee olla riittävän suuret tilat aktivoituneiden tai kontaminoituneiden laitteiden ja niiden osien dekontaminointiin, korjaamiseen ja huoltamiseen.

Dekontaminointitiloihin tulee voida sijoittaa kaikki dekontaminointiin olennaisesti kuuluvat järjestelmät ja laitteet. Lisäksi voimakkaasti aktivoituneiden ja kontaminoituneiden laitteiden dekontaminointi tulee voida järjestää erillisiin tiloihin. Puhdistettavia laitteita ja esineitä tulee voida tarvittaessa käsitellä kauko-ohjatusti tai suojatusti.

Dekontaminointia tarvitsevat laitteet ja kuljetusjärjestelyt tulee suunnitella sellaisiksi, ettei laitteen irrottamisesta ja siirtämisestä dekontaminointiin aiheudu työntekijöille merkittäviä säteilyannoksia.

Primääripiiri, sen eri osat sekä valvonta-alueen viemäröintijärjestelmä tulee voida dekontaminoida. Sellaisiin järjestelmiin ja putkistoihin, joissa voi olla radioaktiivisia nesteitä, tulee voida liittää tarvittavat huuhtelu- ja de-

kontaminointilaitteet. Järjestelmä- tai osajärjestelmädekontaminointeja varten on laitosta suunniteltaessa varattava riittävästi säiliötilaa.

2.6 Laitoksen käytöstäpoisto

Laitoksen suunnittelussa tulee ottaa huomioon laitoksen käytöstäpoiston säteilysuojelliset vaatimukset. Monet käytöstäpoiston kannalta hyödylliset ratkaisut ovat tärkeitä myös laitoksen käytönaikaisen säteilysuojelun ja jätehuollon kannalta. Tällaisia ovat esimerkiksi rakennemateriaalien valinnat siten, että

- aktivoituminen on vähäistä
- aktivoituneiden korroosiotuotteiden leviäminen on pientä
- pinnat ovat hyvin puhdistettavissa (dekontaminoitavissa).

Ydinvoimalaitoksen käytöstäpoiston aikaiset säteilylähteet ja aktiivisuusmäärät tulee arvioida laitoksen suunnitteluvaiheessa. Säteilylähteitä tällöin ovat esimerkiksi reaktoripaineastian ja sen lähistön aktivoituneet komponentit ja rakenteet sekä reaktorin jäähdytysjärjestelmään kerääntynyt kontaminaatio.

Laitoksen suurten korjausten ja käytöstäpoiston kannalta tärkeää on myös se, että laitoksen tilaratkaisuja suunniteltaessa otetaan huomioon muun muassa

- suurten komponenttien poistamisen helpottaminen
- aktivoituneiden komponenttien käsittelyn helpottaminen
- järjestelmien dekontaminoinnin mahdollistaminen.

2.7 Onnettomuustilanteet

Tilasuunnittelussa ja -ratkaisuissa tulee varautua siihen, että sekä oletettujen että vakavien onnettomuuksien aikana ja niiden jälkeen voidaan tehdä tarvittavat käyttö-, huolto- ja korjaustyöt. Suunnittelussa tulee lisäksi ottaa huomioon valmiusjärjestelyiden vaatimat toiminnot.

Laitoksen suunnitteluvaiheessa tulee tehdä arvio onnettomuuden aikana reaktorista tai järjestelmästä vapautuvien radioaktiivisten aineiden aktiivisuusmääristä, sijainnista ja kulkeutumisreiteistä laitoksella. Säteilysuojien suunnittelussa tulee ottaa huomioon myös säteilyn siroaminen sekä suojien läpiviennit ja aukot. Erityistä huomiota on kiinnitettävä niihin tiloihin, joissa tulee voida oleskella jatkuvasti tai joissa voidaan joutua käymään onnettomuuden aikana tai sen jälkeen. Näitä ovat esimerkiksi päävalvomo, varaohjauspaikat, paikalliset ohjauskeskukset, näytteenottotilat, laboratorio, valmiuskeskus sekä näihin liittyvät kulkureitit.

Ilmakontaminaation leviämistä on rajoitettava sellaisille alueille, joiden tulee olla luoksepäästäviä onnettomuuksien aikana.

Onnettomuuden aikaisissa erilaisissa hallinta- ja valmiustoimenpiteissä saatavat säteilyannokset tulee arvioida laitoksen suunnitteluvaiheessa, ja ne eivät saa ylittää normaaleja säteilytyöntekijöiden annosrajoja. Todellisessa onnettomuustilanteessa annosrajat on mahdollista ylittää säteilyasetuksen (1512/1991) 8 § mukaisesti (välittömät toimenpiteet säteilyvaaran rajoittamiseksi ja säteilylähteen hallintaan saamiseksi sekä ihmishenkien pelastaminen).

Suunnittelussa tulee lisäksi varata ne paikat laitosalueella, joissa annosnopeus onnettomuuden aikana pysyy alhaisena. Näitä voidaan käyttää työntekijöiden kokoontumis- ja kontaminaation mittauspaikkoina.

Suunnittelussa tulee lisäksi varata ne paikat laitosalueella, joissa annosnopeus onnettomuuden aikana pysyy alhaisena. Näitä voidaan käyttää työntekijöiden kokoontumis- ja kontaminaation mittauspaikkoina.

3 Järjestelmäsuunnittelun säteilyturvallisuuden näkökohdat

3.1 Yksittäiset järjestelmät ja laitteet

Järjestelmät ja laitteet tulee suunnitella ja sijoittaa siten, että korkeassa annosnopeudessa tehtävien työvaiheiden määrä jää vähäiseksi ja kestoltaan lyhyeksi.

Merkittävästi radioaktiivisia aineita sisältävät järjestelmät tulee ensisijaisesti sijoittaa omiin huonetiloihinsa. Radioaktiivisia aineita sisältävät järjestelmät tulee mahdollisuuksien mukaan sijoittaa huonetiloihin siten, etteivät ne ja niihin kuuluvat osat ja laitteet aiheuta tarpeetonta säteilyaltistusta työntekijöille laitosta käytettäessä, tarkastettaessa, huollettaessa tai korjattaessa.

Laitteille ja järjestelmille varattavan tilan suunnittelussa ja mitoituksessa tulee ottaa huomioon tarvittavat testaukset, huollot, tarkastukset ja korjaukset. Sääto-, mittaus-, valvonta- ja apulaitteet tulee sijoittaa mahdollisuuksien mukaan radioaktiivisia aineita sisältävästä laitteesta erilleen joko eri huoneeseen tai suojattuun tilaan.

Laitteet ja niiden osat tulee valita mahdollisuuksien mukaan niin, ettei niihin tarkoituksettomasti keräännä radioaktiivisia aineita. Radioaktiivisten aineiden kertyminen yksittäisiin laitteisiin ja järjestelmiin tulee ennakoida siten, että kertymäkohdat ovat helposti suojattavissa ja tarvittaessa helposti puhdistettavissa.

Aktivoituvien tai kontaminoituvien laitteiden (mm. pumput, venttiilit, sähkö- ja automaatiolaitteet) ja niiden osien huoltotarpeen tulee olla vähäinen. Laitteiden ja osien tulee olla helposti irrotettavissa, siirrettävissä ja takaisin asennettavissa. Järjestelmissä tulee mahdollisuuksien mukaan käyttää nopeasti vaihdettavissa olevia laitteita ja osia.

Huoltoluukkujen tulee olla niin suuret, että säteilysojavarusteisiin pukeutunut työntekijä pääsee helposti huollettavaan kohteeseen. Huoltoluukuilla varustettujen järjestelmien sisällä tulee myös olla riittävästi tilaa työskennellä sojavarusteissa.

Voimakkaasti säteilevien komponenttien ja esineiden käsittely tulee suunnitella tehtäväksi kauko-ohjatusti tai suojatusti.

Radioaktiivisia aineita sisältävien järjestelmien sellaiset lämpöeristeet, jotka ovat huolto- ja määräaikaistarkastuskohteiden ympärillä, tulee voida helposti poistaa ja asentaa uudelleen. Tiettyihin sijoituspaikkoihin mitoitettut eristeet tulee merkitä. Lämpöeristeissä tulee käyttää mahdollisuuksien mukaan sellaisia materiaaleja ja rakenteita, joihin kontaminaatio ei pääse helposti tunkeutumaan tai tarttumaan.

Merkittävästi säteilyaltistusta aiheuttava laitteiden asentaminen ja purkaminen on suositeltavaa kuvata kameralla, jolloin myöhemmin tehtävät työt on helpompi suunnitella ja toteuttaa. Myös suljettujen tilojen laitteet ja niiden sijainti tulee tallentaa videolle tai valokuvata, jolloin myöhempien töiden yhteydessä ei kulu aikaa työkohteen etsimiseen. Kaikki laitteet ja

järjestelmät tulee merkitä selvästi ja yksikäsitteisesti.

3.2 Putkilinjat

Radioaktiivisia nesteitä sisältävät putkistot tulee sijoittaa erilleen puhtaista putkistoista ja riittävän etäälle huoltoa vaativista kohteista. Putkilinjojen ja seinien väliin tulee jättää riittävästi tilaa sekä tarkastuksia että korjaus- ja muutostöitä varten.

Radioaktiivisia aineita sisältävien hiukkas-ten hallitsematon kertyminen on estettävä nestevirtauksen ja kemian suunnitteluratkaisuilla sekä käyttämällä sisäpinnaltaan sileitä putkia.

Putkilinjat tulee suunnitella niin, että ilmaus- ja vesityslinjoja tarvitaan vähän. Vesitys tulee johtaa lattiakaivoon tai suljettuun järjestelmään. Putkilinjojen suunnittelussa on vältettävä kohtia, joihin neste jää seisomaan.

Putkilinjat tulee suunnitella siten, että niissä on mahdollisimman vähän tarkastettavia hitsausliitoksia ja että hitsausliitokset sijoittuvat helposti tarkastettaviin paikkoihin.

Näytteenottolinjat on suunniteltava siten, että reaktorivedestä, suojarakennuksessa olevasta vedestä ja suojarakennuksen kaasutilasta voidaan ottaa näytteet kaikissa käyttötilanteissa ja mahdollisissa onnettomuustilanteissa. Näytteenottolinjat tulee sijoittaa kootusti ilmas- toituihin ja viemäroityihin kaappeihin.

Ydinvoimalaitoksen putkistojen valvontaa koskee ohje YVL 3.3.

3.3 Viemärointi ja vuotojenkeruujärjestelmät

Sellaisissa huonetiloissa, joissa on radioaktiivista nestettä sisältäviä järjestelmiä, tulee olla lattiakaivojärjestelmä. Tilat tulee suunnitella siten, että lattiakouruilla ja -kallistuksilla pystytään johtamaan mitoitusperusteena olevat vuodot hallitusti aktiivisille nesteille tarkoitettuihin järjestelmiin. Lattiaviemärointi on suunniteltava siten, että huonetilojen lattioille ei aiheudu tulvimista. Lattiakaivojärjestelmän suunnittelussa on otettava huomioon huonetilojen lämpötila- ja painevaihtelut. Turvallisuuden kannalta merkittävässä huonetiloissa lattiakavit tulee varustaa hälyttävillä pintavahdeilla ja tarvittaessa pinnankorkeusmittareilla.

Säiliötilaa tulee varata riittävästi, jotta ra-

dioaktiivisia aineita sisältävien vesien tilapäiset siirrot eivät kuormita sellaisia järjestelmiä, jotka on tarkoitettu muuhun käyttöön.

Jätevesi tulee voida jaotella koostumuksensa mukaisesti jatkokäsittelyn helpottamiseksi. Esimerkiksi booripitoiset vuotovedet tulee mahdollisuuksien mukaan erotella muista vesistä.

Radioaktiivisia aineita sisältävien säiliöiden tuuletus tulee järjestää radioaktiivisten kaasujen käsittelyjärjestelmään.

3.4 Hartsien ja konsentraattien käsittely

Hartsien ja haihdutuskonsentraattien kertymistä jätteenkäsittelyjärjestelmien putkistoihin ja laitteisiin sekä kiteytymistä ja sakkautumista säiliöihin tulee vähentää rakenteellisilla ratkaisuilla.

Todennäköisyys hartsien ja konsentraattien hallitsemattomaan pääsyyn säiliöistä tulee olla pieni. Jätteenkäsittelyjärjestelmien suunnittelussa on kuitenkin varauduttava vuotoihin. Vuodot tulee voida havaita nopeasti.

Suodattimien vastavirtahuuhtelu, pesu, regenerointi ja massan tyhjennys tulee voida tehdä kauko-ohjatusti tai suojatusti.

3.5 Erityiset järjestelmät päästöjen rajoittamiseksi

Ohjeen YVL 1.0 mukaan *radioaktiivisia aineita sisältävät järjestelmät ja laitteet on suunniteltava siten, että radioaktiivisten aineiden päästöt ja ympäristön väestön säteilyaltistus voidaan pitää pieninä*. Radioaktiivisten aineiden päästöreitit on tunnistettava, ja niitä sisältävien nesteiden ja kaasujen keräämiseksi ja puhdistamiseksi tulee suunnitella järjestelmät, jotka tehokkaasti rajoittavat päästöjä.

Päästöjä voidaan vähentää radioaktiivisten aineiden käsittelyllä. Mahdollisia nesteiden käsittelymenetelmiä ovat esimerkiksi mekaaninen suodatus, ioninvaihto, sentrifugointi, haihdutus ja kemiallinen saostaminen. Käytetyn käsittelymenetelmän tulee soveltua nesteessä olevan kontaminaation laatuun ja määrään, minimoida syntyvän kiinteän jätteen määrä sekä mahdollistaa jätteen jatkokäsittely loppusijoitusvaatimukset täyttäväksi.

Kaasunkäsittelyjärjestelmän suunnittelussa tulee huomioida erilaiset radionuklidit. Jalokaa-supäästöjen pienentämiseksi poistokaasuille tu-

lee olla riittävät viivästysjärjestelmät. Aerosoli- ja jodipäästöjen pienentämiseksi laitoksen kaasunkäsittely- ja ilmastointijärjestelmissä tulee olla tehokkaat hiukkas- ja aktiivihiilisuodattimet.

4 Viranomaisvalvonta

Ydinvoimalaitoksen alustavassa ja lopullisessa turvallisuusselosteessa sekä järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden tarkastusaineistoissa on esitettävä, miten tämän ohjeen mukaiset vaatimukset toteutetaan tai on toteutettu ydinvoimalaitoksen suunnittelussa ja rakentamisessa. Lisäksi tulee esittää erilliselvitys tärkeimmistä säteilysuojelun ratkaisuista, joilla ALARA-vaatimus on ydinvoimalaitoksella toteutettu.

Sekä alustavan että lopullisen turvallisuusselosteen yhteydessä Säteilyturvakeskukselle tulee esittää hyväksyttäväksi erillinen selvitys, jossa arvioidaan laitoksen käytöstä työntekijöille aiheutuvaa säteilyannosta. Arvioinnissa tulee ottaa huomioon ne yksittäiset säteilyannoksia aiheuttavat toimenpiteet, joista ennakoidaan kertyvän vuodessa yli 0,01 manSv:n suuruinen kollektiivinen säteilyannos. Turvallisuusselosteeseen tulee liittää yhteenvedo annosarviosta sekä ennakoitavista annoksista aiheuttavista tekijöistä. Turvallisuusselosteeseen liitettävät säteilyannosarviot tulee myös jaotella toimenpiteittäin (säteilysuojelu, käyttö-, huolto- ja korjaustoimenpiteet, määräaikaistarkastukset, polttoaineen käsittely sekä jätteiden käsittely) tai työntekijäryhmittäin. Yhteenvedosta tulee käydä ilmi työkohteen keskimääräinen annosnopeus, työskentelyaika ja työntekijämäärä sekä toimenpiteen toistuvuus.

Myös lukujen 2.6 ja 2.7 mukaiset laitoksen käytöstäpoistoa ja onnettomuustilanteiden säteilyturvallisuutta koskevat kokonaisarviot tulee esittää erillisselvityksinä.

Rakentamis- ja käyttöluvhakemuksen käsittelyn yhteydessä alustava ja lopullinen turvallisuusseloste sekä niihin liittyvät asiakirjat toimitetaan Säteilyturvakeskukselle hyväksyttäväksi. Säteilyturvakeskus valvoo suunnitelmiensa toteuttamista laitospaikalla rakentamisen aikana.

5 Viitteet

1. Radiation Protection Aspects of Design for Nuclear Power Plants, Draft Safety Guide, Safety Standards Series No DS 313, IAEA, 2003.
2. Radiation Field Control Manual, EPRI-1997 revision.
3. Decommissioning of Nuclear Power Plants and Research Reactors, A Safety Guide, Safety Standards Series No WS-G-2.1, IAEA, 1999.