

14.5.1981

1 (19)

YDINVOIMALAITOSTEN SUUNNITTELUSSA HUOMIOON OTETTAVAT  
LAITOKSEN SISÄISEEN SÄTEILYTURVALLISUUTEEN VAIKUTTAVAT  
TEKIJÄT

## SISÄLLYSLUETTELO

- 1 Yleistä
- 2 Soveltamisalue
- 3 Kohteet, joiden toteuttamisen yhteydessä säteily suojele tulee ottaa huomioon
  - 3.1 Suunnitteluorganisaatio
  - 3.2 Huonetilojen suunnittelu ja lay-out, laitteiden sijoittelu tiloihin
  - 3.3 Valvotulle alueelle pääsyyn ja poistumiseen liittyvät järjestelyt
  - 3.4 Säteily suojele
  - 3.5 Korroosio
  - 3.6 Dekontaminointi
    - 3.6.1 Pintojen dekontaminointi
    - 3.6.2 Laitteiden dekontaminointi
- 4 Laitteiden ja järjestelmien suunnittelussa huomioon otettavia näkökohtia
  - 4.1 Polttoainealtaat
  - 4.2 Säästösuojakoneisto
  - 4.3 Höyrystimet
  - 4.4 Pumput
  - 4.5 Venttiilit
  - 4.6 Putkilinjat
  - 4.7 Lämpöeritykset
  - 4.8 Viemärointi
  - 4.9 Hartsien ja konsentraattien käsittely
  - 4.10 Ilmastointi- ja kaasujen käsittelyjärjestelmät
  - 4.11 Sähköjärjestelmät
  - 4.12 Instrumentointi, säätö ja valvonta
  - 4.13 Ulkoisen säteilyn mittaust, säteilyvalvontajärjestelmä ja annosvalvonta
  - 4.14 Muut tekijät
- 5 Viranomaismenettely
- 6 Viitteet

Postiosoite	Käyntiosoite	Puhelin vaihe	Ohivälitys	Telex
PL 268 00101 HELSINKI 10	Hallintotoimisto: Pohjoisesplanadi 31 A Tarkastusosasto: Lönnrotink. 37 Reaktoriturvallisuuosasto: Kalevank. 44 Tutkimusosasto: Konalankuja 1 - 3	61 671 " " 544 722	6167... " " -	122691 STL - SF

1

## YLEISTÄ

Ydinvoimalaitoksissa työskentelevien henkilöiden säteilyannokset tulee pitää niin pieninä kuin on käytännön toimenpitein mahdollista yhteiskunnalliset ja taloudelliset seikat huomioon ottaen. Jotta annokset voitaisiin pitää edellä mainitun periaatteen mukaisina, tulee henkilökohtaisten annosten lisäksi tarkastella kollektiivisia annoksia.

Laitoksella työskentelevien henkilöiden kollektiivisen annoksen ei tulisi ylittää arvoa  $5 \times 10^{-3}$  manSv (0,5 manrem) 1 MW asennettua hyötytehoa kohden vuodessa. Tämä arvo merkitsee laitoksen käyttäjälle toimenpiderajaa säteilysuojelun tehostamiseksi. Ydinvoimalaitoksen suunnittelu ja rakentaminen tulee toteuttaa niin, että kyseinen arvo on helposti alitettavissa.

Onnettomuustapauksiin, joissa huomattavia määriä radioaktiivisia aineita vapautuu huonetiloihin, tulisi jo suunnittelussa varautua niin, että henkilöiden annokset tällaisissakin tilanteissa pysyvät annosrajoja pienempinä. Annosrajat on annettu sosiaali- ja terveystieteiden ministeriön päätöksessä (549/68).

2

## SOVELTAMISALUE

Tässä ohjeessa ei yksikäsitteisesti määritellä, miten ydinvoimalaitosten säteilysuojelun suunnittelu ja toteutus tulee suorittaa, koska tämä riippuu suuresti mm. laitostyyppin ja tärkeimpien laitteiden suunnittelusta. Sen sijaan esitetään kohteita, jotka vaikuttavat henkilökunnan säteilyannoksiin ja jotka siten ydinvoimalaitoksen suunnittelu- ja rakennusvaiheessa tulee ottaa huomioon.

Ohjeessa esitetään menettely, jonka mukaisesti luvanhakijan tulee osoittaa, miten laitosta suunniteltaessa, rakennettaessa ja koekäytettäessä ohjeen periaatteet otetaan tai on otettu huomioon.

Ohjetta voidaan soveltaa myös valmiissa laitoksissa tehtävien henkilökunnan säteilyannoksiin vaikuttavien muutostöiden suunnitteluun.

Ohjeessa ei puututa laitoksen koekäytön tai käytönaikaiseen hallinnolliseen säteilysuojeluun, jota käsitellään ohjeessa YVL 7.9 "Ydinvoimalaitosten hallinnollinen säteilysuojelu 21.4.1981".

3

KOhteet, joiden toteuttamisen yhteydessä säteily suoje l u a s i a t  
t u l e e o t t a a h u o m i o o n

3.1

### Suunnitteluorganisaatio

Ydinvoimalaitoksen suunnitteluvaiheessa tulee toimittajaosapuolten toiminta ohjata niin, että suunniteltava lait oskokonaisuus täyttää säteilyan-  
nost en p i e n e n ä p i t ä m i s e n t a v o i t t e e n . K ä y t t e t t ä v i s s ä  
t u l e e o l l a t ä l l ö i n r i i t t ä v ä s t i s ä t e i l y s u o j e l u n  
a s i a n t u n t e m u s t a .

Suunniteltavien säteilyturvallisuu teen vaikutta-  
v i e n k o h t e i d e n t o t e u t u s t a t u l e e v a l v o a .

Luvan hakijan tulee ohjeiden YVL 1.1 "Säteilytur-  
v a l l i s u u s l a i t o s y d i n v o i m a l a i t o s t e n v a l v o n t a v i -  
r a n o m a i s e n a 1 0 . 5 . 1 9 7 6 " j a YVL 1.4 "Ydinvoimalai-  
t o s t e n l a a d u n v a r m i s t u s o h j e l m a , 2 0 . 1 0 . 1 9 7 6 " m u -  
k a i s e s t i e s i t t ä ä s ä t e i l y t u r v a l l i s u u s l a i t o k s e l l e  
h y v ä k s y t t ä v ä k s i s e k ä l u v a n h a k i j a n e t t ä l a i t o k s e n  
p ä ä t o i m i t t a j a n l a a d u n v a r m i s t u s o h j e l m a . O h j e e s s a  
YVL 1.4 annettuja rakenteita, järjestelmiä ja  
l a i t t e i t a k o s k e v i a l a a d u n v a r m i s t u s v a a t i m u k s i a  
j a - s u u n t a v i i v o j a t u l e e n o u d a t t a a m y ö s s i t e n ,  
e t t ä y d i n v o i m a l a i t o k s e l l a t y ö s k e n t e l e v i e n h e n k i -  
l ö i d e n s ä t e i l y a n n o k s e t p y s y v ä t n i i n p i e n i n ä k u i n  
o n k ä y t ä n n ö n t o i m e n p i t e i n m a h d o l l i s t a y h t e i s k u n -  
n a l l i s e t j a t a l o u d e l l i s e t s e i k a t h u o m i o o n o t t a e n .

3.2

### Huonetilojen suunnittelu, laitteiden sijoittelu tiloihin

U l k o i s e n s ä t e i l y n a n n o s n o p e u s j a s i s ä i s e n a n n o k s e n  
r i s k i t i l o i s s a , j o i s s a v o i d a a n j o u t u a t y ö s k e n t e l e -  
m ä ä n , t u l e e j ä r j e s t ä ä n i i n p i e n e k s i k u i n o n k o h -  
t u u l l i s t a y h t e i s k u n n a l l i s e t j a t a l o u d e l l i s e t s e i -  
k a t h u o m i o o n o t t a e n . H u o n e t i l a t t u l e e l u o k i t e l l a  
j o s u u n n i t t e l u v a i h e e s s a s ä t e i l y r i s k i n m u k a a n . L u o -  
k i t t e l u n v y ö h y k e j a o n t u l e e o l l a s o p u s o i n n u s s a  
l a i t o k s e l l a k ä y t ö n a i k a n a n o u d a t e t t a v a n k ä y t ä n n ö n  
k a n s s a .

R a d i o a k t i i v i s i a k a a s u j a t a i n e s t e i t ä s i s ä l t ä v ä t  
j ä r j e s t e l m ä t t u l i s i s u u n n i t e l l a , m i k ä l i m a h d o l l i s -  
t a s i t e n , e t t ä n i i h i n k u u l u u p i e n i m ä ä r ä l a i t t e i -  
t a . T ä m ä m e r k i t s e e s a m a l l a s ä t e i l y l ä h t e i d e n j a  
t y ö k o h t e i d e n p i e n e m p ä ä m ä ä r ä ä .

L a i t t e i d e n s i j o i t t e l u s s a t u l e e p y r k i ä o t t a m a a n  
h u o m i o o n t u r v a l l i s u u s m ä ä r ä y s t e n , k ä y t t ö o h j e i d e n

tai valmistajan huolto-ohjeiden edellyttämät testaukset, huollot, tarkastukset ja korjaamiset.

Aikainen tieto määräaikaistarkastuksista, huolto- ja korjaustöistä sekä säätöjä vaativista kohteista on tarpeen, jotta kohteet voidaan sijoittaa niin, ettei säteilyn lähteenä olevia laitteita ole tarkoituksettomasti samassa huonetilassa. Tämä tekee työkohteen suojaamisen helpommaksi.

Huolto- ja korjaustöitä sekä määräaikaistarkastuksia varten tulee varata riittävästi tilaa helpottamaan ja nopeuttamaan töiden suorittamista. Saman järjestelmän redundanttiset osat tulee asianmukaisesti sijoittaa eri huonetiloihin.

Huolto- tai korjaustöitä vaativat säätö-, mittaus-, valvonta- tai apulaitteet tulee sijoittaa säteilevästä laitteesta erilleen eri huoneeseen tai suojattuun tilaan.

Jos korjattava tai huollettava laite sijaitsee tilassa, jossa on huomattavan korkea säteilytaso, tulisi varata mahdollisuus siirtää laite korjauksen ajaksi tilaan, jossa säteilytaso on alhainen tai laite on suunniteltava nopeasti ja helposti vaihdettavaksi.

Huolto- ja korjaustöiden yhteydessä syntyvälle kiinteälle jätteelle tulee varata kokoamis-, monitorointi-, lajittelu- ja säilytystilat.

Laitokseen tulee varata tilat aktiiviselle työpajalle dekontaminointihuoneen lähellä. Työpajan suunnittelussa tulee myös sähkömoottoreiden ja muiden sähkölaitteiden huolto- ja korjaustarve ottaa huomioon.

Määräaikaishuoltoreitit tai tarkistusreitit tulee suunnitella esteettömiksi.

Henkilö- ja tavaraliikenne tulee pyrkiä suunnittelemaan joustavaksi ja nopeaksi valvotulla alueella. Suunnittelussa tulisi tarpeen mukaan käyttää apuna kuljetusvirtapiirroksia ja pienoismalleja varsinkin suurien laitteiden siirtoja suunniteltaessa.

Henkilöliikenteeseen liittyvät järjestelyt tulee mitoittaa ottaen huomioon suuri tilapäisten työntekijöiden määrä seisokkien aikana. Jotta säteilysuojelutoimenpiteitä voidaantehokkaasti toteuttaa, tulee ruuhkautumista pyrkiä välttämään. Eri-tyisesti tulee kiinnittää huomiota laitoksen sisällä oleviin henkilösulkuihin.

Käytävät, portaikot, rappuset ja tikkaat tulee mitoittaa siten, että tarvittaessa suojavausteisiin pukeutunut henkilö pystyy helposti niillä liikkumaan.

Tilat, joihin on sijoitettu aktiivisia nesteitä sisältäviä laitteita, tulee suunnitella siten, että lattiakourut ja -kallistukset pystyvät johtamaan mitoitusperusteena olevat vuotovedet hallitusti lattiakaivoon.

Lattiakourut voivat muodostua ulkoisen säteilyn tai ilmakontaminaation lähteiksi. Tämän vuoksi tulisi varata mahdollisuus kourujen huuhteluun tai dekontaminointiin. Tarvittaessa kourut on voitava suojata.

Lattiaviemäröinti ei saisi lattiakaivojen tukkeutumisen tai pienen imukyvyn vuoksi aiheuttaa tulvimista muiden huonetilojen lattioille.

Huonetiloihin tulee merkitä suurinta kuormitusta osoittavin kilvin alueet, joille siirrettävät säteilysuojusrakenteet voidaan sijoittaa.

Säteilysuojelutoiminnalle tulee varata toimisto- ja varastotilaa. Erityisesti tarvitaan säteilylähteiden ja kannettavien säteilymittareiden varastot, suojainten varasto, mittareiden kalibronthuone ja hätätilanteiden tarvikevarasto.

### 3.3

Valvotulle alueelle pääsyyn ja poistumiseen liittyvät järjestelyt

Valvotulle alueelle pääsyn tulee olla valvottu ja rajoitettu. Valvotun alueen rajalla tulee valvoa henkilöliikennettä, radioaktiivisten aineiden ja kontaminaation kulkeutumista.

Valvotun alueen tilojen tulee olla sellaisia, että poispääsy niistä on helppoa. Ylimpään luokkaan kuuluvat tilat tulee voida luotettavasti eristää.

Henkilöiden dekontaminointitila hätäsuihkuineen, aktiivinen pesula, haalareiden ja muiden suojavausteiden varasto sekä tila ensiaputoimille tulee sijoittaa valvotulle alueelle.

Tilat henkilöiden kontaminaation mittausta sekä dosimetrejä varten tulee varata valvotun alueen rajan läheisyydestä. Taustasäteily ei saa häiritä näitä toimintoja.

Valvotun alueen ulkopuolelle sijoitettavat vaatteidenvaihtohuoneet, suihkut ja wc:t tulee mitoittaa seisokkien aikana työskentelevien henkilöiden suuri lukumäärä huomioon ottaen.

### 3.4

#### Säteilysuojat

Säteilysuojien suunnittelussa tulee noudattaa optimointiperiaatetta, ts. säteilyannokset tulee pitää niin pieninä kuin on käytännön toimenpitein mahdollista yhteiskunnalliset ja taloudelliset seikat huomioon ottaen.

Säteilysuojia mitoitettaessa tulee käyttää tunnettuja laskentamenetelmiä.

Säteilysuojia suunniteltaessa on varauduttava myös onnettomuustilanteisiin, joissa suuria määriä radioaktiivisia aineita on vapautunut reaktoriveteen ja suojarakennukseen. Tällöin tulee ottaa huomioon tilat, joissa ollaan tai voidaan joutua käymään onnettomuustilanteen aikana tai sen jälkeen, esimerkiksi päävalvomo, hätäjähdytysjärjestelmien laitteita sisältävät huonetilat, näyttөөntotilat, laboratorio sekä muut toimintapaikat laitoksessa ja laitosalueella.

Säteilyn kulkeutuminen sekä suojien läpiviennit ja aukot tulee ottaa huomioon laskuissa. Tarpeen mukaan tulee käyttää labyrinthirakenteita, jotka eivät kuitenkaan saa estää laitteiden kuljetuksia.

Huolto-, korjaus-, määräaikaistarkastus- tai kalibrointikohteiden ei tulisi olla muiden säteilylähteiden vaikutuspiirissä. Tämä tulee estää harkitun sijoittelun ja suojausten avulla. Tilaa tulisi varata myöskin hyvälle työskentelyasennolle ennakoitavien työkohteiden ympärillä.

Jos kohdetta ei voida suojata samassa tilassa olevalta säteilylähteeltä kiinteillä suojilla, tulee tarpeen mukaan varata riittävästi tilaa väliaikaissuojia varten. Ne tulee suunnitella nopeasti asennettaviksi ja purettaviksi. Myös mahdolliset suojien asennuksen tiellä olevat laitteet tulee voida nopeasti poistaa ja asentaa uudelleen.

Säteilevät putkistot tulee tarvittaessa voida suojata esim. betonikouruilla, mikä tulee ottaa huomioon rakenteiden mitoituksessa.

Käytetyn polttoaineen sekä reaktorin sydäimestä poistettavien osien siirtoihin ja varastointiin tulee suojuuksia suunniteltaessa kiinnittää erityistä huomiota.

Jos säätösauvojen toimilaitteita ei voida sijoittaa muualle kuin säteileviin tiloihin, tulee niiden kauko-ohjaimet sijoittaa säteilysuojaseinien ulkopuolelle.

### 3.5

#### Korroosio

Kaikkien primaarijäähdytyspiiriin kuuluvien jäähdytteen kanssa kosketuksissa olevien laitteiden (putkistot, pumput, höyrystimet, lämmönvaihtimet jne.) rakenneainevalintaan tulee kiinnittää huomiota. Aktivoitumistuotteista erityisesti nuklideja  $^{58}\text{Co}$  ja  $^{60}\text{Co}$  tulee välttää käyttäen nikkeli- ja kobolttipitoisuudeltaan alhaista rakenneainetta. Teräksen vetypitoisuuden tulisi myös olla alhainen. Pyrkimyksenä tulee olla korroosion minimoiminen. Rakenneainevalinnassa tulee ottaa huomioon myös laitteiden dekontaminoitavuus.

Korroosion pitämiseksi pienenä tulee järjestää mahdollisuudet jäähdytteen vesikemian tarkkailuun ja säätöön.

Primaariveden puhdistusjärjestelmää suunniteltaessa tulee suurin mitoituksen perusteeksi katsottava korroosiotuotepitoisuus ottaa huomioon. Järjestelmän tulee voida toimia tehokkaasti kaikissa käyttötilanteissa tai sen toiminnan tulee muutoin varmistaa riittävä puhdistusvaikutus.

Kiehutusvesireaktoreissa tulee lauhteen puhdistukseen kiinnittää erityistä huomiota.

Erosion pitämiseksi pienenä tulee kiinnittää huomiota putkiston geometriaan ja siihen, ettei vieraita aineita tai esineitä pääse jäähdytyspiiriin (esim. tiivistevesien puhdistus, voiteluaineet).

On pyrittävä estämään crudin 1) sedimentoituminen järjestämällä virtaukset mahdollisuuksien mukaan laminaarisiksi, käyttämällä sisäpinnaltaan sileitä ja tasaisia putkia ja välttämällä koloja tai uurteita, joihin crud voisi kertyä.

1)

Crudilla tarkoitetaan korroosio- tai eroosiotuotteita tai muita kiintoaineita, jotka syntyvät kemiallisesti ja fysikaalisesti nesteen ja rakenteen rajapinnoilla.

Putkilinjoissa on vältettävä virtauksen kuolleita kohtia ja putkiston osia, joihin neste jää seisomaan.

Saostumien poistamiseksi tulee järjestelmiin ja putkistoihin järjestää huuhtelumahdollisuudet.

### 3.6

#### Dekontaminointi

##### 3.6.1

#### Pintojen dekontaminointi

Dekontaminointitarve pienenee kiinnittämällä suunnittelussa huomiota vuotojen estämiseen ja johtamalla ilmaus-, vesitys- ja säiliöiden ylivuotoputket suljettuun järjestelmään.

Lattia- ja seinäpintojen tulee olla sileitä, niissä ei saa olla huokosia, halkeamia tai rakoja eikä teräviä kulmia tai nurkkia. Pinnoitteet tulee valita niin, että ne mahdollistavat ja kestävät suunnitellut dekontaminointitoimenpiteet.

Seinien ja lattian liitoskohdan tulee tarpeen mukaan olla pyöristetty.

Jos lattiassa käytetään muovimattoa tai vastaavaa päällystettä, tulee se ulottaa seinillä yli sen korkeuden, johon pahin mitoituksen perusteeksi katsottava nestepinnan nousu ulottuu.

##### 3.6.2

#### Laitteiden dekontaminointi

Huoltoa, säätöä tai korjausta vaativat laitteet tulee voida dekontaminoida. Järjestelmiin tulee liittää tarvittavat huuhtelu- ja dekontaminointimahdollisuudet sekä riittävä määrä yhteitä, joiden kautta voidaan huuhdella osa putkistoa, venttiilitms. kerrallaan huoltotyötä varten. Käytettyjen dekontaminointi- ja huuhteluliuosten käsittely tulee myös järjestää.

Höyrystimien dekontaminointi tulee olla mahdollista riittävän tehokkaasti. Primaaripiiri, sen eriosat ja viemäröintijärjestelmä tulee voida dekontaminoida. Myös jäähdytteen käsittelyjärjestelmät tulee varustaa huuhtelu- ja dekontaminointimahdollisuuksin.

Polttoainealtaan pohjan ja seinämien sekä altaissa käytettävien laitteiden puhdistuksen tulee olla mahdollista.

Seuraavia laitteita tulisi varata dekontaminointia varten:

- altaita, joihin voidaan johtaa dekontaminointikemikaaleja ja joista ne voidaan edelleen poistaa
- korkeapaine-vesisuihkuja, paineilma/vesisuihkuja
- käytettyjen dekontaminointiliuosten käsittelyjärjestelmä
- paineilma-hiekka/lasikuulapuhdistin
- imureita
- dekontaminointihuone, jonka tulee olla aktiivisen työpajan läheisyydessä. Sinne on voitava kuljettaa suurin dekontaminointiava siirrettävä laitososa.

Voimakkaasti säteilevien laitteiden kuljetuksen tulisi tapahtua tiloissa, joissa samanaikaisesti ei ole henkilöliikennettä.

4

#### LAITTEIDEN JA JÄRJESTELMIEN SUUNNITTELUSSA HUOMIOON OTETTAVIA NÄKÖKOHTIA

4.1

##### Polttoainealtaat

Altaisiin sijoitettaville polttoaineen tarkastuslaitteille tulee varata tilaa. Tarkastuksia varten varattavien erikoistyyökälujen suunnittelussa on otettava huomioon säteilysuojelun vaatimukset. Polttoainealtaan puhdistusjärjestelmän tulee kiertää vettä koko altaan alueella. Vuotavat polttoaineputket on varauduttava sijoittamaan siten, etteivät ne aiheuta tarpeetonta säteilyaltistusta. Polttoaineen käsittelylaitteet on suunniteltava siten, että käsittelyonnettomuuksien todennäköisyydet sekä mahdolliset seuraukset ovat pienet.

4.2

##### Säätösauvakoneisto

Tarkastus, korjaus- ja huoltokohteet tulisi sijoittaa säätösauvakoneiston helposti luoksepäästäviin paikkoihin, joissa lisäksi säteilytasot ovat mahdollisimman pienet.

## 4.3

## Höyrystimet

Lämmönsiirtoputkien tulppauskone tulisi suunnitella ja koekäyttää ennen laitoksen käyttöönottoa.

Miesluukun tulee olla riittävän suuri, että suoja-varusteisiin pukeutunut työntekijä pääsee helposti sisään ja ulos. Kulku ja liikkuminen höyrystimen sisällä tulee suunnitella helpoksi.

## 4.4

## Pumput

Pumput tulee pyrkiä sijoittamaan helposti luoksepäästäviin tiloihin, joiden säteilytaso on alhainen. Redundanttiset pumput tulee tarpeen mukaan sijoittaa erilleen säteilysuojattuihin tiloihin.

Pumppujen vaihto tulee suunnitella yksinkertaiseksi ja nopeaksi sopivalla yhteiden valinnalla ja käyttämällä standardiliitännöitä.

Pumppujen määräaikaistarkastusten, huoltojen ja korjausten helpottamiseksi ja nopeuttamiseksi kohteen ympärillä tulee olla riittävästi työskentelytilaa. Lämpöeristyksen helppo irrotus ja uudelleenkiinnitys tulee järjestää työnteon nopeuttamiseksi. Suunnitteluvaiheessa tulee varautua kauko-ohjattujen tarkastuslaitteiden käyttöön. Erityistä huomiota tulee kiinnittää hätäjähdytysjärjestelmien pumppujen huoltomahdollisuuteen.

Pumppujen tiivisteiden tarkastus tulee järjestää helpoksi esimerkiksi niin, ettei moottoria tarvitse irrottaa.

Tiivisteiden ja laakereiden on oltava kestäviä ja niiden vaihto on voitava tehdä nopeasti. Vuotojen välttämiseksi tulisi käyttää hermeettisiä pumppuja. Pumppujen tiivisteiden huuhtelemisella voidaan pienentää radioaktiivisten aineiden kertymistä tiivisteiden pinnoille tai koloihin. Pumpun pesä tulisi voida vesittää. Voitelu- ja jäähdytysöljyn täyttö- ja vaihtopisteet tulisi sijoittaa säteilylähteenä olevasta pumpusta erilleen suojattuun tilaan.

## 4.5

## Venttiilit

Venttiilit tulee pyrkiä sijoittamaan helposti luoksepäästäviin tiloihin, joiden säteilytasot ovat alhaiset.

Valittavien venttiilien huoltotarpeen tulee olla vähäinen. Huollettavuuden helpottamiseksi tulisi venttiilien kara mahdollisuuksien mukaan asentaa ylöspäin. Asennettaessa tulee välttää kolojen ja rakojen syntymistä.

Suunnittelun tavoitteena tulisi olla venttiilivuotojen nopea havaitseminen.

Venttiilien tiivisteiden ja tiiviste pintojen korroosioominaisuudet ja kuluminen tulee ottaa huomioon. Tiivisteiden kuntoa tulee voida seurata vuotolinjojen avulla. Tiivisteiden ikää pidentää esimerkiksi karan kaksoisistukkarakenne. Venttiileiden kaksoistiivisteiden sisätiivisteet tulee voida helposti kiristää. Venttiilien tulee olla nopeasti ja helposti purettavissa ja koottavissa.

Varoventtiilit tulee voida säätää ilman venttiilin osittaista purkamista.

Jos venttiiliä ei voida sijoittaa alhaisaktiivisiin tiloihin, tulee sen yleensä olla moottori-käyttöinen tai käsikäyttö tulee sijoittaa säteily suojan ulkopuolelle.

Onnettomuustilanteiden varalta tulee järjestelmien oleelliset sulkuventtiilit pystyä sulkemaan säteily suoja ulkopuolelta.

#### 4.6

##### Putkilinjat

Aktiivisia vesiä sisältävien putkilinjojen tulisi olla mahdollisimman lyhyitä tiloissa, joissa joudutaan työskentelemään.

Putkilinjojen sijoittamisen suunnittelu on säteily suojaus suunnittelun kannalta tärkeää. Suunnittelun tulisi olla mahdollisimman valmis ennen laitoksen rakentamisen aloittamista. Apuna voidaan käyttää esim. pienoismalleja.

Radioaktiivisia nesteitä sisältävät putkistot tulee sijoittaa erilleen puhtaista putkistoista ja mahdollisimman kauas huoltoa vaativista kohteista. Aktiiviset putket tulee suunnitella kestäväksi koko laitoksen käyttöänsä niin, ettei niitä tarvitse korjata tai muuttaa.

Putkilinjojen ja seinien väliin tulee jättää riittävästi tilaa määräaikaistarkastusten ja mahdollisten korjaus- ja muutostöiden helpottamiseksi.

Putkilinjojen tulee, mikäli mahdollista, laskea virtaussuuntaan. Linjan osia, joissa ei ole virtausta, tulee välttää.

Vesitysmahdollisuus tulee järjestää putkilinjojen alimpiin kohtiin. Vesitys tulee johtaa lattiakäivöön tai suljettuun järjestelmään. Putkilinjat tulee suunnitella niin, että ilmaus- ja vesityslinjojen tarve on mahdollisimman pieni. Tällöin huolto- ja käyttökohteiden määrää voidaan pienentää.

Putkilinjojen alaspäin suuntautuvia haaroja, joissa ei ole normaalisti virtausta, tulisi välttää. Putkilinjojen osat ja niiden liitokset tulee suunnitella ja valmistaa siten, että putkilinjojen sisäpintaan ei muodostu uria eikä koloja.

Huoltoa vaativaan kohteeseen tulevat putkilinjat (esimerkiksi pumpun imu- ja painepuolen linjat) tulisi asentaa samasta suunnasta suojausjärjestelyjen helpottamiseksi.

Varalinjat (redundanssit) tulee sijoittaa eri huonetiloihin.

Suunnittelussa tulee tarpeen mukaan käyttää nopeasti vaihdettavissa olevia putkia ja standardiyhteitä.

Putkilinjat tulee suunnitella siten, että niissä on mahdollisimman vähän määräaikaistarkastettavia hitsausliitoksia.

Putkistot, joissa on radioaktiivisia nesteitä, tulee varustaa huuhtelu- ja dekontaminointimahdollisuuksin.

Putkistolinjojen huuhtelumahdollisuus tulee ottaa huomioon mahdollisia onnettomuustilanteita silmällä pitäen, joissa suuria määriä radioaktiivisia aineita vapautuu reaktoriveteen ja suojarakennukseen.

Näytteenottoputket tulee johtaa tiloihin, joissa on alhainen säteilytaso. Näytelinjat tulee sijoittaa kootusti ilmastoituihin ja viemäröityihin kaappeihin. Näytelinjojen halkaisijan tulee olla riittävän iso tukosten välttämiseksi.

On mahdollistettava reaktoriveden ja suojarakennuksen kaasun näytteenotto onnettomuustilanteissa annosrajoja ylittämättä.

Putkilinjat tulee merkitä selvästi ja yksikäsitteisesti.

## 4.7

Lämpöeristykset Järjestelmien ja putkilinjojen lämpöeristykset tulee voida huolto- ja määräaikaistarkastuskohteiden ympäriltä nopeasti poistaa ja asentaa uudelleen. Lämpöeristeet tulee suunnitella tarkoituksenmukaisesti siten, että eristeitä purettaessa syntyy mahdollisimman vähän ilmakontaminaatiota.

## 4.8

Viemäröinti, vuotojenkeruu, vesitykset

Vuotovesien määrä tulee minimoida.

Jätevesi tulisi jaotella lähteensä mukaisesti jatkokäsittelyn helpottamiseksi, esimerkiksi booripitoiset vuotovedet tulisi erotella muista vesistä.

Lattiakaivojärjestelmä tulee ulottaa kaikkiin huonetiloihin, joissa on radioaktiivista nestettä sisältäviä järjestelmiä lukuunottamatta tiloja, joista veden poisto reaktorin hätäjärjestelmien toiminnan kannalta ei ole sallittua.

Kiteytyminen ja sakkautuminen säiliöihin tulee estää tekemällä säiliöiden pohjat vinoiksi uloslaskusuuntaan päin, rakentamalla kierrätyslinjat sisällön homogenisoimiseksi ja suunnittelemalla ruiskutusjärjestelmä, jolla voidaan sekoittaa sisältöä kaasuvesiseoksen avulla.

Säiliöiden ilmanvaihto tai tuuletus tulee järjestää kaasujen käsittelyjärjestelmään tai aktiiviseen ilmastointijärjestelmään. Säiliöiden vesilukkojen tulee olla luotettavia eikä ylivuotovesi saa joutua hallitsemattomasti huonetiloihin.

Suodattimien vastavirtahuuhtelu, pesu, regenerointi ja massan vaihto tulee voida tehdä kauko-ohjautusti.

## 4.9

Hartsien ja konsentraattien käsittely

Hartsien ja haihdutuskonsentraattien kertymistä jätejärjestelmän putkistoihin ja laitteisiin tulee pienentää:

- minimoimalla putkilinjojen pituus
- käyttämällä halkaisijaltaan suuria putkia
- minimoimalla putkiliitosten ja liittimien lukumäärä

- välttämällä putkiosuuksia, joihin voi kerääntyä kiintoaineita
- käyttämällä painovoimaa mahdollisimman paljon hyväksi nesteiden kuljettamiseen putkilinjoissa
- minimoimalla virtausta haittaavien komponenttien lukumäärä
- tekemällä säiliöiden pohjat vinoiksi uloslaskusuuntaan päin
- tekemällä kierrätyslinjat säiliön sisälön sekoittamiseksi.

Huoltotarvetta voidaan vähentää

- käyttämällä venttiileitä, joihin hartsit ja haihdutuskonsentraatit eivät pääse kertymään ja estämään karan liikkumista
- valitsemalla venttiilejä, joissa on mahdollisimman vähän onteloita
- varaamalla säiliöihin varayhteitä saostumien poistamisen helpottamiseksi.

Putkimutkia tulisi välttää. Putkimutkan kaarevuussäteen tulisi olla kohtuullisen suuri. T-kappaleita tulisi välttää. Jos niitä kuitenkin joudutaan käyttämään, normaalivirtauksen tulisi kulkea suoralla osalla ja haara tulisi sijoittaa vaakasuoraan tai mieluiten yläpuolelle.

Putkien sisäpintojen ja putkiliitosten tulisi olla sileitä. Liitoksessa tulisi käyttää päittäishitsausta.

On varauduttava putkien tukkeutumiseen, jota varten tulee varata mahdollisuus linjojen vastavirtahuuhteluun vesi/paineilmaseoksella. Samalla menetelmällä voidaan myös hartsit saada helpommin liikkuviksi.

Kiteytymistä ja sakkautumista säiliöihin voidaan estää tekemällä säiliöiden pohjat riittävän vinoiksi uloslaskusuuntaan päin ja suunnittelemalla säiliöönsekoitusjärjestelmä. Säiliöiden kaasutila tulee johtaa aktiivisten kaasujen käsittelyjärjestelmään.

Säiliöiden ylivuotolinjoissa tulisi olla siivilät, jotka estävät hartsien ja konsentraattien pääsyn pois säiliöistä. Siivilät tulee voida huuhdella.

Hartsien ja konsentraattien kiinteyttäminen ja varastointi tulee voida suorittaa kauko-ohjatusti ja suojatusti. Kiinteytyslaitoksen ja varaston tulisi sijaita mahdollisimman lähellä nestemäisten jätteiden käsittelylaitteistoja.

## 4.10

## Ilmastointi- ja kaasujenkäsittelyjärjestelmät

Ilmastointijärjestelmien suunnittelun eräänä tavoitteena tulee olla puhtaan ilman järjestäminen huonetiloihin, joissa joudutaan käymään vuosittain tai useammin. Ilman tulee normaalesti olla niin puhdasta, että hengityssuojaimia ei tarvitse käyttää.

Toiminta huonetiloissa, kuten esimerkiksi dekontaminointi ja kiinteiden jätteiden käsittely, tulee suunnitella niin, ettei se aiheuta ilmakontaminaatiota.

Ilmastoinnin paine-erojen suunnan tulee olla matala-aktiivisilta alueilta aktiivisimmille alueille päin. Oleellisten paine-erojen valvominen tulee suunnitella nopeaksi ja helpoksi.

Ilmastointijärjestelmän avulla tulisi osaltaan voida saada selville, mistä huonetilasta kontaminaatio on peräisin, esimerkiksi varustamalla ilmastoinnin poistokanavat tarkoituksenmukaisin aerosolinäytepistein.

Ilmastointi- ja kaasujenkäsittelyjärjestelmiin kertyy radioaktiivisia aineita, jotka saattavat vaikeuttaa huolto- ja korjaustöitä, koestuksia, dekontaminoimista tai laitteiden vaihtamista. Kohdeet tulee pyrkiä suunnittelemaan helposti luoksepäästäviksi. Niissä tulee olla tilaa työskentelyä varten. Redundanttiset laitteet tulee erottaa eri tiloihin säteilynsuojauksen helpottamiseksi.

Ilmastointilinjoihin tulee varata järjestelyt tarpeellisten työkohtaisten imumahdollisuuksien toteuttamiseksi. Erillisiä siirrettäviä ilmanpuhdistuslaitteita tulee varata ilmakontaminaation poistamiseksi työskentelykohteista. Järjestelyjä ja laitteita tarvitaan esimerkiksi kohtaminoituneita pintoja työstettäessä.

Näytteenottopaikkojen tuuletus tulee järjestää vetokaappiperiaatteella.

Ilmastointi- ja kaasujenkäsittelyjärjestelmien suodattimien vaihto ja koestukset tulee suunnitella siten, että ne voidaan suorittaa tarkoituksenmukaisesti ja turvallisesti.

## 4.11

## Sähköjärjestelmät

Kaapeleiden sijoituksessa tulee välttää aktiivisia alueita. Liitokset ja jatkokohdat tulisi järjestää tiloihin, joissa on helppo työskennellä ja joissa säteilytaso on alhainen.

## 4.12

## Instrumentointi, säätö ja valvonta

Suunnitteluvaiheessa tulisi ottaa huomioon instrumentoinnin määräaikaistarkastukset, huolto ja kalibroinnit niin, että ne voidaan suorittaa tiloissa, joissa on alhainen säteilytaso. Myös instrumenttien osoituskojeet ja säädöt tulee sijoittaa luoksepäästäviin tiloihin.

Jos laitetta ei voida sijoittaa alhaiseen säteilykenttään tulee korjaukset voida suorittaa osia vaihtamalla.

Anturit tulisi valita niin, etteivät ne kerää radioaktiivisia aineita.

## 4.13

## Säteilymittaukset ja annosvalvonta

Ydinvoimalaitoksilla tulee mitata ulkoisen säteilyn annosnopeutta, pinta- ja ilmakontaminaatiota, prosesseissa olevaa aktiivisuutta, päästöjä, henkilöiden kontaminaatiota ja säteilyannoksia.

Kiinteät mittarit, joilla ulkoisen säteilyn annosnopeutta mitataan, tulee sijoittaa tiloihin, joissa säteilytason yllättävä nousu on ennakoitavissa. Laitteisiin tulee liittää paikallishälytys ja -näyttö. Näyttölaitteen tulee olla selvä ja yksinkertaisesti luettava. Jos tilat eivät ole luoksepäästäviä, tulee näyttö sijoittaa tilan ulkopuolelle luoksepäästävään huoneeseen. Mittaustulokset tulee voida tarvittaessa rekisteröidä.

Radioaktiivisia aineita käsittelevät prosessit tulee varustaa tarpeellisella määrällä aktiivisuusmittauksia, joiden avulla pyritään arvioimaan kyseisen prosessin osien aiheuttama annosnopeus mahdollisissa työkohteissa.

Prosessimittareiden näyttö ja hälytykset tulee johtaa päävalvomoon. Mittaukset tulee voida tarvittaessa rekisteröidä.

Kehon ja vaatteiden mittauslaitteet tulee sijoittaa valvotun alueen rajalle säteilytaustaltaan häiriöttömään tilaan.

Kiinteiden säteilymittauslaitteiden määräaikaistarkastukset tulee suunnitella niin, että ne on tehtävissä tiloissa, joissa on alhainen säteilytaso.

Kiinteisiin säteilymittauslaitteisiin tulee sisällyttää piiri, joka hälyttää laiteviasta.

Annosvalvontajärjestelyt tulee toteuttaa niin, että ohjeen YVL 7.10 "Henkilökohtainen annostarkkailu ja tulosten raportointi, 8.11.1978", vaatimukset pystytään täyttämään.

4.14

Muut tekijät

Laitteiden asentaminen ja purkaminen on suositeltavaa kuvata videonauhalle, jolloin työn suunnittelua voidaan helpottaa.

Suljettujen tilojen laitteet ja niiden sijainti tulisi valokuvata, jolloin töiden yhteydessä ei kulu aikaa työkohteen etsimiseen.

Reaktoripaineastian kannen ja sisäosien poistoon ja asentukseen tulee kehittää työtä jouduttavia erikoistyökaluja. Höyrystymien korjaus- ja tarkastustoimenpiteet tulee suunnitella nopeasti tehtäviksi erikoistyökaluja käyttäen.

Työskentelytilojen valaistus ja työilman sopiva lämpötila tulee ottaa huomioon töiden suorittamista nopeuttavina seikkoina.

Kaiutinjärjestelmän ja puhelinjärjestelmän tulisi tavoittaa kaikki tilat. Suunnittelussa on otettava huomioon melutaso ja mahdollisesti käytettävät suojarusteet.

Tulisi varata mahdollisuus kannettavien TV-kameroiden asentamiseen.

Paineilmajärjestelmä ja veden sekä sähkön jakelu tulee järjestää suunniteltujen työpaikkojen läheisyyteen.

Työskentelytilat eivät saa jäädä pimeiksi sähkönmenetyksen vuoksi, vaan hätävalaistusjärjestelmä on suunniteltava niin, että turvallinen poistuminen rakennuksista on mahdollista.

5

## VIRANOMAISVALVONTA

Ydinvoimalaitoksen alustavaan sekä lopulliseen turvallisuusselosteeseen on liitettävä viranomaisille hyväksyttäväksi selvitykset, joista käy ilmi, miten tämän ohjeen kohtien 3 ja 4 mukaiset vaatimukset ja suositukset ydinvoimalaitoksen suunnittelussa ja rakentamisessa yksityiskohdin toteutetaan tai on toteutettu. Selvitysten ei tarvitse olla yhtenäisiä, vaan ne voivat muodostua useista turvallisuusselosteen osista, erilliselivityksistä tai raporteista.

Laitoksen käytöstä aiheutuvan kollektiivisen säteilyannoksen arviointi on tärkeä osa laitoksen säteilyturvallisuuden suunnittelua ja sitä koskevat selvitykset tulee esittää alustavan sekä lopullisen turvallisuusselosteen yhteydessä viranomaisille hyväksyttäväksi. Tällöin tulee ottaa huomioon kaikki merkittävät säteilyannoksia aiheuttavat ennakoitavat toimenpiteet laitoksen käytön aikana. Merkittävinä pidetään toimenpiteitä, joista ennakoidaan yli 0,01 manSv (1 manrem) suuruinen kollektiivinen annos vuodessa. Turvallisuusselosteisiin tulee liittää yhteenveto annosarvioista sekä riittävän yksityiskohtainen selvitys ennakoitavista annoksista aiheuttavista tekijöistä. Nämä tulee esittää lomakkeilla, joista käy ilmi säteilysuojelu-, käyttö-, huolto- ja kunnossapito-, määräaikaistarkastus-, polttoaineen käsittely- sekä jätteiden käsittelytoimenpiteiden johdosta aiheutuvat annokset. Toimenpiteitä kuvaavista lomakkeista tulee käydä ilmi työkohteen keskimääräinen annosnopeus, työskentelyaika ja työntekijämäärä sekä toimenpiteen toistuvuus. Epätavallisten töiden annosarviot tulee esittää mahdollisuuksien mukaan vastaavasti.

6

## VIITTEET

1. GRS, Translation - Safety Codes and Guides, Edition 14/78: The Precautionary Protective Measures to be taken during the Planning of the Plant
2. Commission of the European Communities, Nuclear Science and Technology; Recommendations to designers aimed at minimizing radiation dose incurred in operation, maintenance, inspection and repair of light water reactors, 1978

3. U.S.NRC, Draft Regulatory Guide and Value/Impact Statement March 1979, Division 8, Task OH 507-4, Proposed revision 4 to Regulatory Guide 8.8, Information relevant to ensuring that occupational radiation exposures at nuclear power stations will be as low as is reasonably achievable (ALARA)
4. U.S.NRC, Regulatory Guide 8.19, Occupational Radiation Dose Assessment in Light-Water Reactor Power Plants Design Stage Man-Rem Estimates, Revision 1, June 1979.