

VOIMALAITOSJÄTTEIDEN LOPPUSIJOITUS

1	YLEISTÄ	3
2	SÄTEILYTURVALLISUUS	3
3	VAPAUTUMISESTEIDEN TOIMINTAKYKY	4
4	TURVALLISUUSSELVITYKSET	4
5	KALLIOOPERÄTUTKIMUKSET	5
6	TIEDOT LOPPUSIJOITETTAVISTA JÄTTEISTÄ	6
7	TURVALLISUUSVALVONTA	6

Tämä ohje on voimassa 1.3.2004 alkaen toistaiseksi.
Ohje korvaa 20.9.1991 annetun ohjeen YVL 8.1.

Toinen, uudistettu painos
Helsinki 2003
Dark Oy

ISBN 951-712-760-X (nid.)
ISBN 951-712-761-8 (pdf)
ISBN 951-712-762-6 (html)
ISSN 0783-2451

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 sekä tieteen 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

Tässä ohjeessa täsmennetään voimalaitosjätteidⁿ loppusijoituksen turvallisuutta koskevassa valtioneuvoston päätöksessä (VNp 398/1991) annettuja määräyksiä. Loppusijoitusta koskeva lupamenettely esitetään ydinenergiailaissa (990/1987) ja -asetuksessa (161/1988). Voimalaitosjätteidⁿ loppusijoitusta koskee eräiltä osin myös säteilylaki (592/1991) ja -asetus (1512/1991) sekä ydinvoimalaitoksen turvallisuutta, turvajärjestelyjä ja valmiusjärjestelyjä koskevat valtioneuvoston päätökset (VNp 395/1991, 396/1991 ja 397/1991).

Suomessa on ydinvoimalaitosten käytön aikana kertyvien keski- ja matala-aktiivisten jätteidⁿ, ns. voimalaitosjätteidⁿ, huollon perusratkaisuksi valittu loppusijoitus voimalaitosaluiden kallioperään. Ohje koskee tällaisen loppusijoituslaitoksen suunnittelua, rakentamista, käyttöä ja käyttöjakson jälkeistä aikaa. Ohjetta sovelletaan sellaisiin loppusijoituslaitoksiin, jotka ovat ydinenergiain 11 §:n tarkoittamia yleiseltä merkitykseltään huomattavia ydinlaitoksia.

2 Säteilyturvallisuus

VNp 398/1991 3 §:n 1 momentin mukaisesti *loppusijoitetuista jätteistä aiheutuva säteilyaltistus on rajoitettava niin vähäiseksi kuin käytännöllisin toimenpitein on mahdollista.*

Koska lähtökohtana on loppusijoitus voimalaitosalueen kallioperään, säteilysuojelun optimoinnissa voidaan rajoittaa vertailemaan keskenään sellaisia vaihtoehtoisia teknisiä ratkaisumalleja, jotka eroavat toisistaan esim. loppusijoitusvyvydeltään, rakenneratkaisuiltaan, vapautumisesteinä käytettäviltä materiaaleiltaan tai säteilysuojelujärjestelyiltään. Optimointitarkasteluin on osoitettava, että valitusta loppusijoitusratkaisusta aiheutuva väestön säteilyaltistus on kokonaisuudessaan vähäistä (yli 0,01 mSv vuotuisia säteilyannoksia aiheutuu vain suppeaan kriittiseen ryhmään kuuluville henkilöille) tai että vaihtoehtoiset ratkaisut eivät ole sitä olennaisesti parempia säteilyaltistuksen vähennys ja siitä aiheutuvat kustannukset huomiottaen.

VNp 398/1991 3 §:n 2 momentin mukaisesti *loppusijoituksesta väestön yksilölle aiheutuvan efektiivisen vuosiannoksen odotusarvon yläraja on 0,1 mSv. Mahdolliseksi arvioitavien, luonnonilmiöistä tai ihmisen toiminnasta aiheutuvien onnettomuustilanteiden seurauksena väestön yksilön saaman vuotuisen efektiivisen annoksen yläraja on 5 mSv.*

Yksilölle aiheutuvan vuosiannoksen odotusarvo määritellään tietyssä vuonna aiheutuvana säteilyannoksena kerrottuna sen aiheutumisen todennäköisyydellä. Kokonaisannoksen laskemiseksi on summattava ne osuudet, jotka voivat aiheutua samalle yksilölle eri altistumistilanteista. Sellaisia odotettavissa olevia ja onnettomuusluonteisia tilanteita, joiden seurauksena loppusijoitetuista jätteistä voi aiheutua säteilyaltistusta, käsitellään luvussa 4. Odotettavissa olevasta tilanteesta aiheutuvan säteilyannoksen todennäköisyys oletetaan ykköseksi. Todennäköisyys voidaan arvioida sellaiselle altistumista lisäävälle satunnaistapahtumalle, jolla on vähäinen todennäköisyys sattua tarkasteluajanjakson kuluessa.

Kun arvioidaan väestön yksilön säteilyannosta, on tarkasteltava ns. kriittisen ryhmän yksilöiden keskimääräistä annosta. Kriittisellä ryhmällä tarkoitetaan niitä väestöön kuuluvia yksilöitä, joille elintapojen ja asuinpaikan perusteella arvioidaan aiheutuvan suurimmat säteilyannokset loppusijoituslaitoksen käytöstä tai loppusijoitetuista jätteistä. Kun tarkastellaan etäällä tulevaisuudessa aiheutuvaa säteilyaltistusta, on loppusijoituspaikan lähiympäristössä elävistä ihmisistä määriteltävä kuvitteellinen kriittinen ryhmä, esim. perhe- tai pienkyläyhteisö, jonka ravintotottumukset ja elintavat voidaan olettaa nykyisenkaltaisiksi.

VNp 398/1991 3 §:n 3 momentin mukaisesti *loppusijoitetuista jätteistä peräisin olevan lisäyksen radioaktiivisten aineiden kokonaisaktiivisuuspitoisuuksiin kaikkialla elinympäristössä on jäätävä vähäiseksi.*

Elinympäristöä koskevan säteilyturvallisuusvaatimuksen täytyminen osoitetaan vertaamalla loppusijoitetuista jätteistä aiheutuvia laskennallisia aktiivisuuspitoisuuksia vesistöissä, maaperässä ja ilmassa vastaaviin luonnon radioaktiivisista aineista, kuten tritiumista, hiili-14:sta, kalium-40:stä sekä uraanista, toriumista ja nii-

den tytäraineista aiheutuviin tyypillisiin aktiivisuuspitoisuuksiin.

VNp 395/1991 9 ja 10 §:ssä asetetaan raja-arvot ydinvoimalaitoksen normaalista käytöstä ja odotettavissa olevista käyttöhäiriöistä aiheutuvalla säteilyaltistukselle. Nämä raja-arvot koskevat ydinvoimalaitosta kokonaisuudessaan mukaan lukien ydinvoimalaitosalueella oleva voimalaitosjätteiden loppusijoituslaitos.

Loppusijoituslaitoksen työntekijöiden säteilyaltistusta on rajoitettava säteilylain 9 luvun ja säteilyasetuksen 2 luvun mukaisesti. Säteily-suojelutoimenpiteet on järjestettävä ohjeiden YVL 7.9 ja YVL 7.10 mukaisesti.

Työntekijöiden altistuminen luonnonsäteilylle on otettava huomioon loppusijoituslaitoksen maanalaisten tilojen suunnittelussa, rakentamisessa ja käytössä. Luonnonsäteilylle altistumisen rajoittamista koskee ohje ST 12.1.

3 Vapautumisesteiden toimintakyky

VNp 398/1991 4 §:n mukaisesti *loppusijoituksen säteilyturvallisuuden tulee perustua toisiaan varmentaviin luonnollisiin ja teknisiin vapautumisesteisiin. Teknisten vapautumisesteiden on rajoitettava tehokkaasti radioaktiivisten aineiden vapautumista loppusijoitustiloista vähintään 500 vuoden ajan. Sen jälkeen on ensisijaisesti luonnollisten vapautumisesteiden voitava rajoittaa radioaktiivisten aineiden vapautumista elinympäristöön siten, että säteilyturvallisuutta koskevat määräykset täyttyvät.*

Vapautumisesteiden valinnassa ja suunnittelussa tavoitteena tulee olla sellainen kokonaisratkaisu, etteivät jonkin vapautumisesteen toimintakyvyn vajavuudet tai mahdolliset geologiset muutokset heikennä ratkaisevasti loppusijoituksen turvallisuutta. Teknisiä vapautumisesteitä valittaessa on käytettävä luotettavina pidettäviä rakenneratkaisuja ja sellaisia materiaaleja, joiden pitkäaikaispysyvyydestä on kokemusperäistä tai muuta luotettavaa tietoa. Kun arvioidaan loppusijoitusjärjestelmän eristyskykyä yli 500 vuotta pitkällä ajanjaksoilla, voidaan luonnollisten vapautumisesteiden lisäksi ottaa huomioon teknisten vapautumisesteiden sellai-

set ominaisuudet, joiden pitkäaikaispysyvyydestä on hyvä varmuus.

VNp 398/1991 4 §:n mukaisesti *loppusijoituslaitat on suunniteltava siten, että niissä ei synny vuorovaikutuksia, jotka saattaisivat lyhyen ajan kuluessa olennaisesti heikentää jonkin vapautumisesteen toimintakykyä.*

Nopeasti kehittyvistä, vapautumisesteiden toimintakykyä heikentävistä mahdollisista vuorovaikutuksista on otettava huomioon ainakin

- jätepakkausten paisuminen esim. radiolyysin, hygroskooppisten vuorovaikutusten tai sulfaattien aiheuttamien reaktioiden vuoksi
- sijoitustilojen rakenteiden ennenaikainen heikkeneminen esim. betonirauhoitusten korroosion tai sulfaattien aiheuttamien paisumisilmiöiden vuoksi
- sijoitustiloissa esim. metallien korroosiosta tai orgaanisten aineiden hajoamisesta syntyvien kaasujen vaikutukset.

Loppusijoitusratkaisu on valittava siten, ettei tällaisia vuorovaikutuksia pääse syntymään tai ettei niillä ole olennaista vaikutusta loppusijoituksen turvallisuuteen.

4 Turvallisuusselvitykset

VNp 398/1991 5 §:n mukaisesti *säteilyturvallisuutta ja vapautumisesteiden toimintakykyä koskevien määräysten toteutuminen on osoitettava turvallisuusanalyysien avulla. Niissä on otettava huomioon odotettavissa olevat olosuhteet ja tapahtumat sekä säteilyturvallisuuden kannalta merkittävät häiriöt ja onnettomuudet. Mahdollista teknistä jälkivalvontaa ei oteta huomioon turvallisuusanalyysissä.*

Turvallisuusanalyysien on oltava loppusijoituslaitos- ja -paikkakohtaisia, ja niiden on katettava sekä käyttöjakso että sen jälkeinen aika. Tällaiset turvallisuusanalyysit on esitettävä alustavan turvallisuusselosteen, lopullisen turvallisuusselosteen ja lopullisen sulkemissuunnitelman yhteydessä. Valtioneuvoston periaatepäätöksen yhteydessä on esitettävä vastaavalliset yleispiirteiset selvitykset turvallisuudesta. Turvallisuusanalyysit on uudistettava lisäksi siinä tapauksessa, että on saatu sellaista uutta tietoa, joka saattaisi ratkaisevasti muuttaa tur-

vallisuusanalyysien tuloksia asetettuihin turvallisuusvaatimuksiin nähden.

Käyttöjakson turvallisuusanalyysissä on tarkasteltava sekä suunniteltuja käyttötoimia että mahdollisiksi arvioitavia häiriöitä ja onnettomuuksia, kuten tulipaloja ja jätepakkausten käsittelyvahinkoja. Häiriö- ja onnettomuustilanteiden kulku ja niistä aiheutuva työntekijöiden ja väestön säteilyaltistus on arvioitava ottaen huomioon mm. jätepakkausten ominaisuudet, käyttötoimien säteilysuojelujärjestelyt ja turvallisuusjärjestelmät poikkeustilanteiden varalle.

Odotettavissa olevia tilanteita määriteltäessä loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuuden analysointia varten lähtökohtana on teknisten vapautumisesteiden toimintakyky suunnittelu- perusteiden mukaan ja kallioperän ominaisuudet tehtyjen tutkimusten perusteella. Analyysissä on otettava huomioon seuraavat seikat

- Tekniset vapautumisesteet heikkenevät vähitellen mm. pohjaveden vaikutuksesta ja sijoitustiloissa kehittyvien vuorovaikutusten seurauksena.
- Pintavesistöt sekä pohjaveden laatu ja virtaus sijoituspaikalla saattavat muuttua mm. maankohoamisen ja merenpinnan vaihteluiden seurauksena.
- Asutus- ja elinkeinotoiminta loppusijoituspaikan ympäristössä saattavat muuttua.

Loppusijoitustilojen sulkemisen jälkeen mahdollisesti sattuvista onnettomuusluonteisista tilanteista on tarkasteltava ainakin

- vapautumisesteiden vaurioitumista mahdollisiksi arvioitavien kallioliikuntojen seurauksena
- porakaivon tekemistä sijoitustilojen lähelle ja sijoitustilan läpäisevää kallionäytekairausta.

Turvallisuusanalyysissä ei oteta huomioon mahdollista teknistä jälkivalvontaa. Hallinnollisten jälkivalvontatoimien voidaan kuitenkin olettaa estävän sijoitustiloihin tai niitä ympäröivään kallioon kajoavat ihmisen toimenpiteet enintään 200 vuoden ajan.

Turvallisuusanalyysissä on käytettävä huolellisesti testattuja laskentamenetelmiä ja -malleja, jotka on kelpoistettu niin hyvin kuin käytännössä on mahdollista. Turvallisuusanalyysi-

seissä on käytettävä sellaisia lähtötietoja ja -olettamuksia, että laskennallisen säteilyaltistuksen voidaan arvioida suurella varmuudella ylittävän todellisuudessa aiheutuvan altistuksen. Säteilyaltistuksen optimointiin tähtäävässä analyysissä voidaan käyttää realistisina pidettäviä lähtötietoja ja -olettamuksia.

5 Kallioperätutkimukset

VNp 398/1991 5 §:n mukaisesti *sijoituspaikan ja -tilojen soveltuvuuden varmistamiseksi ja turvallisuusanalyysissä tarvittavien lähtötietojen hankkimiseksi sijoituspaikan kallioperän ominaisuudet on selvitettävä kokeellisin tutkimuksin.*

Ennen loppusijoituslaitoksen rakentamista on tehtävä mm. kallioperän rakennetta ja hydrogeologiaa sekä pohjaveden laatua selvittäviä tutkimuksia. Alustavassa turvallisuusselosteessa on esitettävä yhteenveto näiden kallioperätutkimusten tuloksista. Alustavan turvallisuusselosteen yhteydessä on myös esitettävä suunnitelma loppusijoituslaitoksen rakentamisen aikana tehtävistä tutkimuksista, joihin tulee sisältyä ainakin

- tutkimuksia, joilla pyritään varmistamaan loppusijoitustilojen sijoittelun sopivuus
- kallioperäkartoituksia
- sijoitustiloja ympäröivän kallion jännitystilaa, liikkeiden ja muodonmuutosten määräämismittauksia
- pohjaveden ominaisuuksien määrityksiä
- sijoitustiloja ympäröivän kallioperän hydrogeologista seuranta.

Lopullisessa turvallisuusselosteessa on esitettävä yhteenveto loppusijoituslaitoksen rakentamisen yhteydessä tehdyistä tutkimuksista. Lopullisen turvallisuusselosteen yhteydessä on esitettävä myös suunnitelma käyttöjakson aikana tehtävistä tutkimuksista, joihin tulee sisältyä ainakin

- sijoitustiloja ympäröivän kallion liikkeiden ja muodonmuutosten määräämismittauksia
- pohjaveden ominaisuuksien määrityksiä
- sijoitustiloja ympäröivän kallioperän hydrogeologista seuranta.

Sulkemissuunnitelmassa on esitettävä yhteenveto käyttöjakson aikana tehdyistä tutkimuksista.

6 Tiedot loppusijoitettavista jätteistä

Loppusijoitettavien jätteiden ominaisuudet on kuvattava riittävän tarkasti lopullisessa turvallisuusselosteessa. Tätä varten jätepakkaukset on ryhmiteltävä luokkiin ja kustakin luokasta on esitettävä ainakin

- jätelaji ja materiaaliominaisuudet
- käsittely- ja pakkaustapa
- annosnopeuden enimmäisarvo pakkauksen pinnalla
- merkittävimpien nuklidien aktiivisuuksien enimmäisarvot
- muut turvallisuuden kannalta merkittävät ominaisuudet keskimäärin, kuten palavuus, paisuvuus, kaasunmuodostuspotentiaali ja kemiallisesti haitallisten aineiden pitoisuudet.

Loppusijoitetuista jätteistä on pidettävä tiedostoa, jossa esitetään jätepakkauskohtaisesti ainakin

- jätelaji
- käsittely- ja pakkaustapa
- sijainti loppusijoitustilassa
- merkittävimpien nuklidien aktiivisuudet siten arvioituina, että saadaan yläraja niiden sijoitustilakohtaisille kokonaisaktiivisuuksille.

Edellä tarkoitettu päivitetty tiedosto on toimitettava Säteilyturvakeskukselle sekä sähköisenä että paperimuotoisena vuosittain loppusijoituslaitoksen käyttöjakson aikana.

7 Turvallisuusvalvonta

Sellaisen voimalaitosjätteiden loppusijoituslaitoksen, johon sijoitettavien ydinjätteiden määrä ylittää ydinenergia-asetuksen 6 §:ssä esitetty raja-arvot, lupakäsittelyissä noudatetaan ydin-

energia-asetuksen 23–40 §:issä esitettyjä menettelyjä. Rakentamis- ja käyttöluvakäsittelyjen yhteydessä on Säteilyturvakeskuksen hyväksyttäväksi toimitettava ydinenergia-asetuksen 35 ja 36 §:issä mainitut aineistot ottaen huomioon, että

- todennäköisyyspohjaisen turvallisuusanalyysin korvaavat tämän ohjeen luvussa 4 tarkoitettujen turvallisuusanalyysit
- ydinmateriaalivalvontaa koskevat suunnitelmat ja selvitykset tarvitsee esittää vain silloin, kun jätteisiin sisältyy ydinaineita tai muita ydinmateriaaleja
- laadunvarmistusohjelma, selvitys turva- ja valmiusjärjestelyistä, johtosääntö ja ympäristön säteilyvalvontaohjelma voidaan toimittaa täydennyksenä ydinvoimalaitoksen vastaaviin asiakirjoihin.

Kun loppusijoituslaitosta aiotaan laajentaa käyttöluvan ehtojen nojalla, on toimitettava täydennykset edellä mainittuihin asiakirjoihin. Lisäksi Säteilyturvakeskuksen hyväksyttäväksi on toimitettava selvitys siitä, mitä vaikutuksia laajennustöillä on olemassa olevan loppusijoituslaitoksen turvallisuuteen.

Säteilyturvakeskus valvoo voimalaitosjätteiden loppusijoituslaitoksen rakentamista ja käyttöä ydinenergia-asetuksen 108–121 §:ien mukaisesti. Keskeisiä valvontakohteita ovat

- käytönaikaisen turvallisuuden kannalta tärkeät järjestelmät, kuten säteilyvalvontajärjestelmä, jätepakkausten nosto- ja siirtolaitteet, valvotun alueen ilmastointi- ja viemärijärjestelmä sekä palo ilmoitus- ja sammutusjärjestelmä
- käytönaikainen säteilysuojelu
- pitkäaikaisen säteilyturvallisuuden kannalta tärkeät rakenteet
- loppusijoitustiloja ympäröivä kallioperä ja siinä tapahtuvat muutokset.

Jos luvan haltija aikoo tehdä turvallisuuden kannalta olennaisia muutoksia loppusijoituslaitoksen järjestelmiin, rakenteisiin tai käyttötapaan, on muutoksille saatava ydinenergia-asetuksen 112 § mukainen Säteilyturvakeskuksen etukäteen hyväksyntä.

VNp 398/1991 6 §:n mukaisesti *loppusijoitus-tilan sulkemistoimenpiteisiin saa ryhtyä, kun Säteilyturvakeskus on hyväksynyt kyseistä loppusijoitustilaa koskevan sulkemissuunnitelman.*

Sulkemissuunnitelmaan tulee sisältyä

- kuvaus tilojen sulkemisen teknisestä toteutustavasta
- tämän ohjeen luvussa 4 tarkoitettu pitkäaikaisesta turvallisuutta käsittelevä analyysi
- tämän ohjeen luvussa 5 tarkoitettu yhteenveto käyttöjakson aikana tehdyistä kallioperätutkimuksista

- suunnitelma VNp 398/1991 7 §:ssä tarkoitettuista jälkivalvontatoimenpiteistä ja suoja-alueesta toimenpidekieltoineen.

Kun loppusijoituslaitoksen kaikki sulkemistoimenpiteet on tehty, Säteilyturvakeskus on ydinenergialain 33 §:n mukaisesti todennut ydinjätteet sijoitetuksi pysyväksi hyväksymällään tavalla ja kun muut ydinenergialain 32 §:ssä mainitut toimenpiteet on suoritettu, jätehuoltovelvollisen on ydinenergia-asetuksen 84 §:n mukaisesti haettava määräystä huolehtimisvelvollisuutensa päättymisestä.