

YDINJÄTTEIDEN LOPPUSIJOITUS

1	JOHDANTO	3
2	SOVELTAMISALA	3
3	YDIN- JA SÄTEILYTURVALLISUUS	4
3.1	Loppusijoituslaitoksen käyttö	4
3.2	Pitkäaikaisturvallisuus	4
4	LOPPUSIJOITUSMENETELMÄN SUUNNITTELU	6
4.1	Vaiheittainen toteutus	6
4.2	Vapautumisesteet ja turvallisuustoiminnot	6
4.3	Loppusijoituspaikka ja -tilat	7
5	LOPPUSIJOITUSLAITOKSEN JA -TOIMINTOJEN SUUNNITTELU	8
5.1	Säteilyturvallisuus	8
5.2	Järjestelmien, rakenteiden ja toimintojen suunnittelu	8
5.3	Häiriöiden ja onnettomuuksien estäminen	9
5.4	Ydinmateriaalivalvonta	10
6	LOPPUSIJOITUSLAITOKSEN KÄYTTÖ	10
7	TURVALLISUUSVAATIMUSTEN TÄYTTYMISEN OSOITTAMINEN	12
7.1	Turvallisuuden todentamisperiaatteet	12
7.2	Turvallisuusselosteet liiteasiakirjoineen	13
7.3	Määräaikainen turvallisuusarviointi	13
8	SÄTEILYTURVAKESKUKSEN VALVONTAMENETTELYT	13
8.1	Periaatepäätös- ja lupakäsittelyt	13
8.2	Loppusijoituslaitoksen rakentamisen, käytön ja sulkemisen valvonta	14
	MÄÄRITELMÄT	15
	VIITTEET	17
	LIITE A TURVALLISUUSPERUSTELU	18

Uusien ydinlaitosten osalta tämä ohje on voimassa 1.12.2013 alkaen toistaiseksi. Rakenteilla olevilla ja käyväillä ydinlaitoksilla tämä ohje saatetaan voimaan erillisellä STUKin päätöksellä. Ohje kumoaa ohjeet YVL 8.1, YVL 8.4 ja YVL 8.5.

Ensimmäinen painos
Helsinki 2013

ISBN 978-952-478-904-2 (nid.) Kopijyvä Oy 2013
ISBN 978-952-478-905-9 (pdf)
ISBN 978-952-478-906-6 (html)

Valtuutusperusteet

Ydinenergilain (990/1987) 7 r §:n mukaan Säteilyturvakeskuksen tehtävänä on asettaa ydinenergilain mukaisen turvallisuustason toteuttamista koskevat yksityiskohtaiset turvallisuusvaatimukset.

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 ydinenergilain (990/1987) 7 a §:ssä säädetyt periaatteet: *Ydinenergian käytön turvallisuus on pidettävä niin korkealla tasolla kuin käytännöllisin toimenpitein on mahdollista. Turvallisuuden edelleen kehittämiseksi on toteutettava toimenpiteet, joita käyttökokemukset ja turvallisuustutkimukset sekä tieteen ja tekniikan kehittyminen huomioon ottaen voidaan pitää perusteltuina.*

Ydinenergilain 7 r §:n kolmannen momentin mukaan *Säteilyturvakeskuksen turvallisuusvaatimukset velvoittavat luvanhaltijaa, kuitenkin niin, että luvanhaltijalla on oikeus esittää muunkinlainen kuin vaatimuksissa edellytetty menettelytapa tai ratkaisu. Jos luvanhaltija vakuuttavasti osoittaa, että esitetty menettelytapa tai ratkaisu toteuttaa tämän lain mukaisen turvallisuustason, Säteilyturvakeskus voi sen hyväksyä.*

1 Johdanto

101. Ydinvoimalaitoksista kertyy käytettyä ydinpolttoainetta sekä matala- ja keskiaktiivista jätettä laitoksen käytön aikana ja sitä käytöstä poistettaessa. Suomen ydinvoimalaitosten käytetty ydinpolttoaine on tarkoitus kapseloida ja sijoittaa syvälle kallioperään rakennettaviin tiloihin. Ydinvoimalaitosten ja muiden ydinlaitosten käytössä kertyvät matala- ja keskiaktiiviset jätteet käsitellään ja loppusijoitetaan kallioperään keskisyvytyteen rakennettuihin tiloihin. Ydinvoimalaitoksia ja muita ydinlaitoksia käytöstä poistettaessa kertyvät jätteet aiotaan loppusijoittaa myös keskisyvytyteen rakennettaviin tiloihin.

102. Ydinjätteiden loppusijoituksen valmistelutyöt käsittävät loppusijoituspaikan valinnan ja karakterisoinnin, loppusijoitusmenetelmän ja -tekniikan kehittämisen sekä laitosten käyttöturvallisuuden ja pitkäaikaisturvallisuuden arviointiin tarvittavien menetelmien kehittämisen ja tietojen hankkimisen. Loppusijoituksen toteutukseen sisältyy kalliotilojen louhinta ja muut rakennustyöt, jätteen pakkaaminen loppusijoitusta varten, jätepakkausten siirrot loppusijoitustiloihin, muiden mahdollisten teknisten vapautumisesteiden asentaminen sekä avoimien kalliotilojen täyttö ja sulkeminen.

103. Tässä ohjeessa käsitellään edellä tarkoitettuja laitoksia ja toimintoja. Ohjeen luvut 3–7 sisältävät ydinjätteiden loppusijoituslaitosta ja -menetelmää koskevia vaatimuksia sekä luvanhakijaa tai -haltijaa ja jätehuoltovelvollista koskevia velvoitteita. Luvussa 8 kuvataan viranomaisvalvontaa.

104. Ydinenergialaissa (990/1987) esitetään ydinenergian käytön turvallisuutta koskevat perusvaatimukset. Säteilylaissa (592/1991) esitetään säteilysuojelun yleiset periaatteet ja säteilytyötä koskevat määräykset.

105. Ydinenergialain 7 h §:n mukaan *ydinjätteistä on huolehdittava siten, ettei loppusijoituksen*

jälkeen aiheudu sellaista säteilyaltistusta, joka ylittäisi loppusijoituksen toteutusajankohtana hyväksyttävänä pidetyn tason. Ydinjätteiden sijoitus pysyväksi tarkoitetulla tavalla on suunniteltava turvallisuuden kannalta edullisesti ja siten, ettei pitkäaikaisturvallisuuden varmistaminen edellytä loppusijoituspaikan valvontaa.

106. Ydinjätteiden loppusijoitukseen sovelletaan valtioneuvoston asetusta ydinjätteiden loppusijoituksen turvallisuudesta (VNA 736/2008). Valtioneuvoston asetukset ydinenergian käytön turvajärjestelyistä (VNA 734/2008) ja ydinvoimalaitoksen valmiusjärjestelyistä (VNA 716/2013) koskevat soveltuvin osin ydinjätteiden loppusijoitusta.

107. Käytetyn ydinpolttoaineen käsittelyä ja kapselointia loppusijoitusta varten koskee ohje YVL D.3, Ydinpolttoaineen käsittely ja varastointi, ja muun ydinjätteen käsittelyä ja pakkaamista loppusijoitusta varten koskee ohje YVL D.4, Matala- ja keskiaktiivisten ydinjätteiden käsittely ja ydinlaitoksen käytöstäpoisto. Ydinjätteiden loppusijoitusta koskevat myös useat muut STUKin YVL-ohjeet. Tässä ohjeessa esitetään viittauksia sovellettaviin ohjeisiin ja soveltuvat ohjeiden kohdat eritellään mahdollisuuksien mukaan.

2 Soveltamisala

201. Tämä ohje koskee ydinjätteiden laajamittaista loppusijoitusta kallioperään rakennettaviin tiloihin. Ohjeen soveltamisalaan sisältyviä ydinjätteitä ovat käytetty ydinpolttoaine, ydinlaitoksen käytössä kertyvät radioaktiiviset jätteet, ydinlaitosta purettaessa kertyvät radioaktiiviset jätteet sekä muut radioaktiiviset jätteet, jotka sijoitetaan ydinjätteille suunniteltuihin loppusijoitustiloihin. Ohje kattaa loppusijoituslaitosten koko elinkaaren (sijoituspaikkatutkimukset, suunnittelu, rakentaminen, käyttö ja sulkeminen), ja se koskee sekä loppusijoituslaitosten käytön turvallisuutta että loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuuden osoittamista.

3 Ydin- ja säteilyturvallisuus

3.1 Loppusijoituslaitoksen käyttö

301. Loppusijoituslaitos ja sen käyttö tulee suunnitella siten, että *laitoksen käytön ollessa häiriötöntä radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön jäävät merkityksettömän pieniksi* (VNA 736/2008 3 §).

302. Perustuen VNA 736/2008 3 §:ään ja säteilylain 2 §:n optimointiperiaatteeseen on loppusijoituslaitos suunniteltava siten, että laitoksen normaalikäytöstä väestön eniten altistuville yksilöille keskimäärin aiheutuva vuosiannos ei ylitä arvoa 0,01 mSv.

303. Loppusijoituslaitos ja sen käyttö on suunniteltava siten, että eniten altistuville väestön yksilöille aiheutuva vuosiannos jää seuraavassa esitettyjen arvojen alle (VNA 736/2008 3 §):

- 0,1 mSv odotettavissa olevien käyttöhäiriöiden seurauksena
- 1 mSv luokan 1 oletetun onnettomuuden satuesssa
- 5 mSv luokan 2 oletetun onnettomuuden satuesssa.

304. Radioaktiivisten aineiden ympäristöpäästöjen leviämisanalyseissä ja päästöistä aiheutuvien säteilyannosten analyyseissä on noudatettava soveltuvien osin ohjetta YVL C.4, Ydinlaitoksen ympäristön säteilyvalvonta. Tämä koskee normaaleja käyttötilanteita, käyttöhäiriöitä ja onnettomuustilanteita.

305. Tarkasteltavat odotettavissa olevat käyttöhäiriöt on määriteltävä tapahtumina, joilla on suuri todennäköisyys tapahtua laitoksen käyttöaikana (keskimäärin vähintään kerran sadan käyttövuoden aikana). Käyttöhäiriöinä on tarkasteltava ainakin:

- jätepakkauksen käsittelyvirhe
- laitevika tai virhetoiminto ja sen aiheuttama varmistamattoman järjestelmän toimimattomuus
- tehonmenetys jätepakkausten käsittelyjärjestelmässä tai siihen liittyvässä turvallisuusjärjestelmässä

- rajoitettu tulipalo turvallisuuden kannalta merkityksellisessä kohteessa
- suuri vesivuoto tai tulva loppusijoituslaitoksessa.

306. Tarkasteltavat oletetut onnettomuudet on määriteltävä ja luokiteltava arvioidun todennäköisyyden perusteella siten, että luokan 1 onnettomuus voi sattua useammin ja luokan 2 onnettomuus harvemmin kuin kerran tuhannessa vuodessa. Oletettuina onnettomuuksina on tarkasteltava ainakin:

- loppusijoituskapselin putoaminen tai muu käsittelyvahinko
- jätepakkauksia vahingoittava räjähdys tai sortuma loppusijoitustiloissa
- suunnitteluperusteena oleva maanjäristys.

3.2 Pitkäaikaisturvallisuus

Säteilyannosrajoitukset

307. Ydinjätteen loppusijoitus tulee suunnitella siten, että todennäköisenä pidettävien kehityskulkujen seurauksena

- eniten altistuville ihmisille aiheutuva vuosiannos jää alle arvon 0,1 mSv
- muille ihmisille aiheutuvat keskimääräiset vuosiannokset jäävät merkityksettömän pieniksi.

Näitä rajoituksia sovelletaan tarkasteluajanjaksoille, jona ihmisille aiheutuva säteilyaltistus voidaan riittävän luotettavasti arvioida mutta jonka on oltava vähintään usean tuhannen vuoden mittainen (VNA 736/2008 4 §).

308. Annosrajoitusten soveltamisessa on otettava huomioon elinympäristön muutokset, jotka aiheutuvat maan- ja merenpinnan korkeuseromuutoksista. Ilmastotyyppi samoin kuin ihmisten elintavat, ravintotarpeet ja aineenvaihduntaominaisuudet voidaan olettaa muuttumattomiksi.

309. Annosrajoituksia sovellettaessa altistumisen on oletettava aiheutuvan loppusijoitustiloista vapautuneista, maanpinnan läheisiin pohjavesiin ja edelleen pintavesistöihin kulkeutuneista radioaktiivisista aineista, kun mahdollisina altistumisreitteinä otetaan huomioon ainakin

- a. kontaminoituneen veden käyttö talousvetenä, kasteluvetänä ja eläinten juomavetänä
- b. vesi- ja maaympäristöstä peräisin olevien kontaminoituneiden luonnontuotteiden ja maanviljelystuotteiden käyttö.

310. Eniten altistuvien ihmisten annosrajoitus, 0,1 mSv vuodessa, tarkoittaa keskimääräistä yksilöannosta loppusijoituspaikan lähiympäristössä asuvassa omavaraisessa perhe- tai pienkyläyhteisössä, johon kohdistuu suurin säteilyaltistus eri altistusreittien kautta. Yhteisön elinympäristössä oletetaan olevan mm. pieni järvi ja pinnanläheisiä pohjavesiä hyödyntävä kaivo.

311. Vaatimuksessa 310 tarkoitettun yhteisön lisäksi on tarkasteltava suuren järven tai merenrannikon ympäristössä asuvien laajempien ihmisjoukkojen saamia keskimääräisiä vuosianoksia. Annosten hyväksyttävyyteen vaikuttaa altistuvan ihmisjoukon koko, mutta enimmillään annokset voivat olla noin 1–10 % vaatimuksen 307 a-kohdassa annetusta eniten altistuvien ihmisten annosrajoituksesta.

Radioaktiivisten aineiden päästörajoitukset

312. Ydinjätteen loppusijoitus tulee suunnitella siten, että todennäköisenä pidettävien kehityskulkujen seurauksena loppusijoitetuista ydinjätteistä peräisin olevien elinympäristöön vapautuvien radioaktiivisten aineiden määrien pitkän ajan keskiarvot alittavat enimmäisarvot, jotka STUK asettaa kunkin radionuklidin osalta erikseen. Raja-arvot on asetettu siten, että

- a. loppusijoituksesta aiheutuvat säteilyvaikutukset voivat olla enimmillään vastaavansuuruisia kuin maankamarassa olevista luonnon radioaktiivisista aineista aiheutuvat
- b. laaja-alaiset säteilyvaikutukset jäävät merkityksettömän pieniksi (VNA 736/2008 4 §).

Rajoituksia sovelletaan vaatimuksessa 307 tarkoitettun tarkasteluajanjakson jälkeisten säteilyvaikutusten rajoittamiseen.

313. Vaatimuksessa 312 tarkoitettut nuklidikohtaiset enimmäisarvot aktiivisuuspäästöille (radioaktiivisten aineiden keskimääräisille pääs-

tömäärille vuotta kohden) elinympäristöön ovat seuraavat:

- a. 0,03 GBq/a pitkäikäisille, alfasäteilyä lähettävälle radium-, torium-, protaktinium-, plutonium-, amerikum- ja curiumisotoopeille
- b. 0,1 GBq/a nuklideille Se-79, Nb-94, I-129 ja Np-237
- c. 0,3 GBq/a nuklideille C-14, Cl-36 ja Cs-135 sekä pitkäikäisille uraani-isotoopeille
- d. 1 GBq/a nuklidille Sn-126
- e. 3 GBq/a nuklidille Tc-99
- f. 10 GBq/a nuklidille Zr-93
- g. 30 GBq/a nuklidille Ni-59
- h. 100 GBq/a nuklidille Pd-107.

314. Vaatimuksen 313 enimmäisarvoja sovelletaan aktiivisuuspäästöille, jotka voivat kulkeutua elinympäristöön aikaisintaan usean tuhat vuoden päästä. Aktiivisuuspäästöt voidaan laskea enintään 1 000 vuoden keskiarvoina. Nuklidikohtaisten aktiivisuuspäästöjen ja niiden edellä annettujen enimmäisarvojen suhdelukujen summan on oltava pienempi kuin yksi.

Epätodennäköiset tapahtumat

315. Pitkäaikaisturvallisuutta heikentävien epätodennäköisten tapahtumien merkitys on selvitettävä tarkastelemalla kunkin tapahtuman realistisuutta, todennäköisyyttä ja mahdollisia seurauksia. Silloin kun mahdollista, tällaisen tapahtuman säteilyvaikutukset on arvioitava numeerisesti (VNA 736/2008 5 §).

316. Luonnonilmiön aiheuttamana pitkäaikaisturvallisuutta mahdollisesti heikentävänä tapahtumana on tarkasteltava ainakin loppusijoituskapselien eheyttä uhkaavia kallioliikuntoja. Ihmisen toiminnasta aiheutuvina tapahtumina on tarkasteltava ainakin keskisyvän porakaivon tekemistä loppusijoituspaikalle ja loppusijoitettuun jätepakkaukseen osuvaa kairausta tai porausta. Tällöin oletetaan, ettei loppusijoitetusta jätteestä ole tietoa ja että tapahtuma voi sattua aikaisintaan 200 vuoden kuluttua loppusijoituslaitoksen sulkemisen jälkeen.

317. Vaatimuksessa 316 tarkoitettujen tapahtumien todennäköisyydet ja turvallisuusmerkitykset sekä niistä aiheutuvat vuotuiset säteilyannokset

tai aktiivisuuspäästöt on arvioitava. Mikäli mahdollista, tapahtumien aiheuttamien säteilyvaikutusten odotusarvot tulee arvioida, ja verrata niitä vaatimuksen 307 säteilyannosrajoitukseen tai vaatimuksen 313 päästörajoitukseen. Sellaisen säteilyaltistuksen mahdollisuuden, josta voisi seurata välittömiä terveyshaittoja (annos vähintään noin 0,5 Sv), on oltava hyvin pieni.

Muun elollisen luonnon suojeleminen

318. Loppusijoituksella ei saa olla haitallisia säteilyvaikutuksia kasvi- tai eläinlajeihin. Tämän osoittamiseksi on arvioitava tyypillisiä säteilyannoksia loppusijoituspaikan ympäristön maa- ja vesialueiden eliöstöissä, kun eliöstöjen oletetaan säilyvän nykyisen kaltaisina. Arvioidun säteilyaltistuksen on jätävä selvästi pienemmäksi kuin niiden annosten, joista parhaan käytettävissä olevan tiedon mukaan voisi aiheutua merkittävää haittaa jollekin eliöpopulaatiolle.

4 Loppusijoitusmenetelmän suunnittelu

4.1 Vaiheittainen toteutus

401. Valtioneuvoston asetuksen 736/2008 10 §:n mukaisesti *loppusijoitus on toteutettava vaiheittain ottaen erityisesti huomioon pitkäaikaisturvallisuuteen vaikuttavat seikat. Loppusijoituslaitoksen rakentamisen, käytön ja sulkemisen suunnittelussa on otettava huomioon ydinjätteen aktiivisuuden vähentäminen välivarastoinnilla, korkeatasoisen tekniikan ja tieteellisen tiedon hyväksikäyttö sekä tarve varmistaa pitkäaikaisturvallisuus tutkimuksilla ja seurantamittauksilla. Loppusijoituksen eri vaiheiden toimeenpanoa ei kuitenkaan saa tarpeettomasti siirtää.*

402. Ydinjätteen loppusijoituksen eri toteutusvaiheita ovat

- loppusijoituksen periaateratkaisun valinta
- loppusijoituspaikan valinta ja karakterisointi, johon saattaa sisältyä maanalaisen tutkimus-tilan rakentaminen sijoituspaikalle
- loppusijoituslaitoksen suunnittelu ja siihen liittyvä tutkimus- ja kehitystyö
- loppusijoituslaitoksen rakentaminen

- loppusijoitustoimet ja muu loppusijoituslaitoksen käyttööntoiminta
- loppusijoitustilojen ja muiden maanalaisen tilojen täyttö ja sulkeminen
- mahdolliset loppusijoituslaitoksen käytön jälkeiset valvontatoimet.

Nämä vaiheet voivat olla osittain päällekkäisiä.

403. Loppusijoituksen eri vaiheet on ajoitettava ja toteutettava turvallisuuden kannalta edullisesti. Valmiutta seuraavaan vaiheeseen siirtymiseksi on arvioitava kokonaisuutena siten, että otetaan huomioon loppusijoitusratkaisun ja sijoituspaikan soveltuvuus, tekninen toteutettavuus sekä erityisesti pitkäaikaisturvallisuutta koskevien analyysien tulokset ja luotettavuus.

4.2 Vapautumisesteet ja turvallisuustoiminnot

404. Valtioneuvoston asetuksen 736/2008 11 §:n ensimmäisen momentin mukaisesti *loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuuden on perustuttava toisiaan täydentävien vapautumisesteiden aikaansaamiin turvallisuustoimintoihin siten, että yksittäisen toiminnon vajavuus tai ennustettavissa oleva geologinen muutos ei vaaranna pitkäaikaisturvallisuutta.*

405. Perustuen loppusijoitettavan jätteen ominaisuuksiin, ainakin seuraavat tekniset vapautumisesteet on otettava huomioon loppusijoituksen suunnittelussa:

- jätematriisi
- jätepakkaus
- jätepakkauksia ympäröivä puskuri
- loppusijoitustilojen täyttö
- loppusijoituslaitoksen sulkemisrakenteet.

406. Teknisten vapautumisesteiden aikaansaamina turvallisuustoimintoina on otettava huomioon ainakin seuraavat:

- radioaktiivisten aineiden sitoutuminen jättematriisiin
- jätepakkauksen korroosionkestävyys
- jätepakkauksen mekaanisen rasituksen kestävyys
- puskurin eristävyys ja vähäisten kallioliikuntojen myötäävyys

e. puskurin, täytön ja sulkemisrakenteiden ominaisuudet, jotka ylläpitävät muiden teknisten vapautumisesteiden toimintakykyä ja rajoittavat radioaktiivisten aineiden kulkeutumista louhittujen tilojen kautta.

407. Luonnollinen vapautumiseste on loppusijoitustiloja ympäröivä kallioperä.

408. Luonnollisen vapautumisesteen aikaansaamina turvallisuustoimintoina on otettava huomioon ainakin seuraavat:

- a. kallion vakaus ja tiiviys
- b. pohjaveden vähäinen virtaus
- c. suotuisa pohjavesikemia
- d. radioaktiivisten aineiden pidättyminen kallioon
- e. suoja luonnonilmiöitä ja ihmisen toimia vastaan.

409. Kullekin turvallisuustoiminnolle on asetettava korkeatasoiseen tutkimustietoon ja asiantuntijaharkintaan perustuvat toimintakykytavoitteet. Näin tehtäessä on otettava huomioon eri tarkasteluajanjaksoina mahdollisesti esiintyvät, loppusijoitusolosuhteisiin vaikuttavat tekijät sekä näiden yhteisvaikutukset. Useaan tuhatteen vuoteen asti ulottuvana tarkasteluajanjaksona voidaan sijoituspaikan kallioperän ominaisuuksien olettaa säilyvän nykyisenkaltaisina, paitsi että loppusijoitetusta jätteestä ja ennustettavissa tai ennakoitavissa olevista prosesseista, kuten maankohoamisesta sekä louhinnoista, aiheutuvat muutokset otetaan huomioon.

410. Asetettaessa toimintakykytavoitteita teknisten vapautumisesteiden aikaansaamille turvallisuustoiminnoille on otettava huomioon jätteen radioaktiivisten aineiden määrät ja puoliintumisaajat. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksessa lähtökohtana on oltava, että teknisten vapautumisesteiden aikaansaamat turvallisuustoiminnot rajoittavat tehokkaasti radioaktiivisten aineiden vapautumista kallioperään vähintään noin 10 000 vuoden ajan. Vastaavasti kallioperään loppusijoitettavat lyhytikäiset jätteet on eristettävä tehokkaasti teknisin vapautumisestein vähintään noin 500 vuoden ajaksi.

411. Turvallisuustoimintojen suunnittelun tavoitteena on oltava loppusijoitusratkaisu, johon kallioperässä tapahtuvat muutokset eivät vaikuta herkästi. Tavoitteena on oltava myös, etteivät teknisten vapautumisesteiden ominaisuudet loppusijoitustiloissa muutu ajan mittaan tavalla, joka voi vaikuttaa haitallisesti turvallisuustoimintoihin huomioiden kuitenkin vapautumisesteiden merkityksen pieneneminen pitkien ajanjaksojen kuluessa.

4.3 Loppusijoituspaikka ja -tilat

412. Loppusijoituspaikan kallioperällä on oltava riittävästi vaatimuksen 408 mukaisia luonnollisen vapautumisesteen turvallisuustoimintoja tukevia ominaisuuksia. Loppusijoituspaikan soveltumattomuutta osoittavia seikkoja voivat olla ainakin

- a. hyödyntämiskelpoisten luonnonvarojen läheisyys
- b. kallion lujuuteen nähden liian suuret kalliojännitykset
- c. poikkeuksellisen suuri seisminen tai tektoninen aktiivisuus
- d. pohjaveden poikkeuksellisen haitalliset ominaisuudet, kuten pelkistyskyvyn puute sekä sellaisten aineiden suuret pitoisuudet, jotka voivat heikentää turvallisuustoimintoja.

413. Kallioperän ominaisuuksien on oltava suotuisat teknisten vapautumisesteiden pitkäaikaisen toimintakyvyn kannalta. Pitkäaikais- ja turvallisuudelle merkityksellisten kallioperän olosuhteiden on oltava vakaat tai arvioitavissa vähintään usean tuhat vuoden päähän. Myös tämän jälkeen tapahtuvien, erityisesti suurista ilmastomuutoksista aiheutuvien geologisten muutosten vaihtelun alueen on oltava arvioitavissa, ja ne on otettava huomioon asetettaessa tavoitteita turvallisuustoiminnoille.

414. Loppusijoitustilojen sijainnin on oltava suotuisa alueella esiintyviin pohjaveden virtauksiin nähden. Loppusijoituspaikan sijainti on valittava pitkäaikais- ja turvallisuuden kannalta edullisesti niin, että otetaan huomioon kallioperän geologiset rakenteet sekä vedenjohtavuuksien, pohjavesikemian ja kallion mekaanisen stabiiliuden

muutokset syvyyden myötä. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitustilat on sijoitettava usean sadan metrin syvyyteen, jotta maanpäällisten luonnonilmiöiden, kuten jäätiköitymisen, ja ihmisen toiminnan vaikutukset vaimenevat riittävästi. Muiden pitkäikäisten jätteiden ja lyhytikäisten jätteiden loppusijoitustilojen on sijoitettava vähintään usean kymmenen metrin syvyydessä.

5 Loppusijoituslaitoksen ja -toimintojen suunnittelu

5.1 Säteilyturvallisuus

501. Loppusijoituslaitoksen ja siellä tapahtuvien toimintojen säteilysuojelusuunnittelussa on otettava huomioon seuraavat asiat:

- Laitoksessa on oltava ohjeen YVL C.2, Ydinlaitoksen työntekijöiden säteilysuojelu ja säteilyaltistuksen seuranta, mukainen säteilysuojelualue- ja vyöhykejako.
- Tilasuunnittelussa sekä järjestelmien ja laitteiden suunnittelussa on noudatettava ohjeen YVL C.1, Ydinlaitoksen rakenteellinen säteilyturvallisuus, vaatimuksia ottaen huomioon maanalaisten tilojen ja niissä tehtävien töiden erityispiirteet.
- Laitoksella on oltava ohjeen YVL C.6, Ydinlaitoksen säteilymittaukset, mukaiset säteilyvalvontajärjestelmät.
- Radioaktiivisten aineiden mahdollisten päästöjen rajoittamisessa ja valvonnassa on noudatettava soveltuvin osin ohjeen YVL C.3, Ydinlaitoksen radioaktiivisten aineiden päästöjen rajoittaminen ja valvonta, vaatimuksia.

502. Toiminta on suunniteltava niin, että työntekijöiden altistuminen säteilylle pidetään niin pienenä kuin käytännöllisin toimenpitein on mahdollista. Tarvittaessa on käytettävä hyväksi säteilysuojia tai kauko-ohjausta.

5.2 Järjestelmien, rakenteiden ja toimintojen suunnittelu

Luokitukset

503. Loppusijoituslaitoksen järjestelmät, rakenteet ja laitteet on turvallisuusluokiteltava niiden toiminnallisen ja rakenteellisen turvallisuusmer-

kityksen perusteella. Turvallisuusluokituksen perusteena on laitoksen käytön aikaisen turvallisuuden lisäksi loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuus. Turvallisuusluokka on otettava huomioon asetettaessa vaatimuksia järjestelmän, rakenteen tai laitteen suunnittelulle, valmistukselle, asennukselle, testaukselle ja tarkastukselle. Rakenteet ja laitteet on luokiteltava myös ympäristöolosuhdekeston perusteella. Loppusijoituslaitoksen käyttöön liittyviä luokituksia koskee soveltuvin osin ohje YVL B.2, Ydinlaitoksen järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden luokittelu.

504. Loppusijoituslaitoksen käytön aikaisen turvallisuuden kannalta on luokiteltava järjestelmät, rakenteet ja laitteet, joilla on suuri merkitys laitoksen henkilöstön säteilyturvallisuudelle tai radioaktiivisten aineiden päästöjen estämisessä. Merkityksellisiä toimintoja voivat olla erityisesti jätepakkausten siirrot, säteilymittaukset sekä palosuojelu radioaktiivisia aineita sisältävissä osastoissa.

505. Loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuuden kannalta on luokiteltava järjestelmät, rakenteet ja laitteet, joilla on suuri vaikutus vaatimusten 406 tai 408 mukaisiin turvallisuustoimintoihin tai joilla voi olla merkittäviä vaatimuksessa 508 tarkoitettuja haitallisia vaikutuksia pitkäaikaisturvallisuuteen. Merkityksellisiä järjestelmiä, rakenteita ja laitteita voivat olla erityisesti jätepakkaukset ja niitä ympäröivät puskurimateriaalit ja eristysrakenteet sekä loppusijoituslaitoksen maanalaisia tiloja ympäröivä lähikallio.

Loppusijoitustilojen rakentaminen, käyttö ja sulkeminen

506. Loppusijoituslaitoksen rakentamisen ja käytön aikana on toteutettava tutkimus-, testaus- ja valvontaohjelma, jonka tarkoituksena on varmistaa sijoituspaikan ja louhittavan kallion soveltuvuutta loppusijoitukseen sekä kerätä täydentäviä tietoja turvallisuuden kannalta merkittävistä kallioperän ominaisuuksista ja vapautumisesteiden toimintakyvystä. Tähän ohjelmaan on sisällyttävä ainakin

- louhittaviksi suunniteltujen kalliolohkojen ominaisuuksien selvittämistä

- b. sijoitustiloja ympäröivän kallioperän jännitysten, liikuntojen ja muodonmuutosten seuranta
- c. sijoitustiloja ympäröivän kallioperän hydrogeologista seuranta
- d. pohjavesikemian seuranta
- e. teknisten vapautumisesteiden toiminnan seuranta.

507. Loppusijoitustiloja rakennettaessa on määritettävä ja luokitettava niitä ympäröivän kallion rakenteet ja ominaisuudet, joilla voi olla merkitystä pohjaveden virtauksen, kallioliikuntojen tai muiden pitkäaikaisturvallisuuteen vaikuttavien seikkojen kannalta. Maanalaisten tilojen sijoittelua on varauduttava muuttamaan, mikäli suunniteltuja tiloja ympäröivän kallion laatu osoittautuu epäedulliseksi.

508. Loppusijoitustilojen ja muiden maanalaisten tilojen rakentamisessa, käytössä ja sulkemisessa tavoitteena on oltava pitkäaikaisturvallisuuden kannalta edullisten kallioperän ominaisuuksien säilyttäminen. Tätä varten, varsinkin käytetyn polttoaineen loppusijoituksen toteutuksessa,

- a. on käytettävä kalliorakentamismenetelmiä, joilla rajoitetaan häiriöitä loppusijoitustiloja ympäröivässä kalliiossa niin pieniksi kuin käytännössä mahdollista
- b. kallioperä on lujitettava ja tiivistettävä siten, ettei loppusijoitustiloihin kulkeudu merkittävässä määrin vapautumisesteiden toimintakyvyn kannalta haitallisia aineita
- c. orgaanisten, hapettavien ja muiden mahdollisesti haitallisten aineiden kulkeutuminen loppusijoitustiloihin on minimoitava
- d. loppusijoitustilat on täytettävä ja suljettava heti, kun se on tarkoituksenmukaista loppusijoitustoimien ja niihin liittyvien valvontatoimien kannalta.

509. Loppusijoituslaitoksen tilaratkaisut on suunniteltava siten, että loppusijoitustoiminta sekä louheen, täyteaineiden ja suurten laitteiden siirrot on riittävästi erotettu toisistaan. Louhintatöistä aiheutuvat kallion sortumat tai siirrokset erityisesti tiloissa, joihin on sijoitettu tai ollaan sijoittamassa loppusijoituskapseleita, on estettä-

vä varovaisella louhinnalla, lujituksella sekä pitämällä nämä tilat riittävän etäällä louhintatöistä.

510. Loppusijoituskapselin siirto ja asennus sekä puskurin ja täytön asennus on tehtävä siten, ettei vapautumisesteiden toimintakyky vaarannu.

Järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden suunnittelu

511. Loppusijoituslaitoksen järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden suunnittelussa on otettava huomioon niiden turvallisuusluokka, ennakoitu käyttöikä ja ympäristöolosuhteet. Järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden mitoituksessa on otettava huomioon käyttöhäiriöt ja oletetut onnettomuustilanteet. Kulumiselle tai vaurioitumiselle alttiit rakenteet ja laitteet on voitava korjata tai vaihtaa.

512. Loppusijoituslaitoksen rakenteiden suunnittelussa on noudatettava soveltuvin osin ohjeessa YVL E.6, Ydinlaitoksen rakennukset ja rakenteet, esitettyjä vaatimuksia.

513. Järjestelmien ja laitteiden suunnittelussa on noudatettava ohjeeseen YVL B.1, Ydinvoimalaitoksen turvallisuussuunnittelu, sisältyviä yleisvaatimuksia sekä soveltuvin osin vaatimuksia, jotka sisältyvät

- a. sähkö- ja automaatiolaitteita koskevaan ohjeeseen YVL E.7, Ydinlaitoksen sähkö- ja automaatiolaitteet
- b. ohjeen YVL B.1, Ydinvoimalaitoksen turvallisuussuunnittelu, ilmastointijärjestelmiä koskevaan lukuun 5.5.

514. Nosto- ja siirtolaitteiden suunnittelussa on noudatettava ohjeessa YVL E.11, Ydinlaitoksen nosto- ja siirtolaitteet, esitettyjä vaatimuksia.

5.3 Häiriöiden ja onnettomuuksien estäminen

Varmistettavat toiminnot

515. Loppusijoituslaitoksessa on varmistettava toiminnot, joiden vikaantuminen voisi aiheuttaa merkittävään radioaktiivisten aineiden päästöön tai laitoksen henkilöstön säteilylle altistumiseen johtavan onnettomuuden. Varmistamisessa on

sovellettava mahdollisuuksien mukaan erottelu- ja erilaisuusperiaatteita. Yksittäisvikaantumisen varalta varmistettavat toiminnot määräytyvät turvallisuusluokituksen perusteella ja niitä ovat tyypillisesti

- a. käytetyn polttoaineen loppusijoituskapselin siirtohissin tai -ajoneuvon jarrutus
- b. säteilymittaukset tiloissa, joissa on mahdollista altistua merkittävälle säteilyannoksille
- c. tulipalon ilmoitus ja sammutus alueilla, joissa tulipalo voisi aiheuttaa merkittävää säteilyvaaraa tai muuta vaaraa
- d. laitoksen käytön aikaisen turvallisuuden kannalta merkittävät sähkönsyötöt.

Tulipalot ja räjähdys

516. Tulipalojen ja räjähdysten ehkäisemisen on perustuttava ensisijaisesti tilasuunnitteluun ja palotekniseen osastointiin. Turvallisuuden kannalta tärkeisiin paloteknisiin osastoihin tai niiden välittömään läheisyyteen ei tule sijoittaa tarpeettomasti materiaaleja tai laitteita, jotka lisääisivät palokuormaa tai aiheuttaisivat syttymis- ja räjähdysvaaraa. Näissä osastoissa käytettävien materiaalien on oltava pääsääntöisesti palamattomia ja kuumuutta kestäviä.

517. Loppusijoituslaitos on varustettava automaattisella paloilmoinjärjestelmällä, jolla palo voidaan paikantaa. Laitoksen tilat ja järjestelmät, joissa tulipalo voisi aiheuttaa säteilyvaaraa tai muuta merkittävää vaaraa, on varustettava kohteeseen soveltuvalla sammutusjärjestelmällä ja operatiiviseen palontorjuntaan soveltuvalla alkusammutuskalustolla. Paloturvallisuusjärjestelyjen suunnittelussa on noudatettava ohjetta YVL B.8, Ydinlaitoksen palontorjunta, soveltuvin osin ottaen huomioon erityisolosuhteet maanalaisissa tiloissa.

Ulkoisten tapahtumien huomioonotto

518. Loppusijoituslaitoksen suunnittelussa huomioon otettavia luonnonilmiöitä ovat ainakin salamanisku, maanjäristys ja tulva. Mahdollisista sisäisistä tapahtumista on otettava huomioon edellä mainittujen (käsittelyvahinko, tulipalo ja räjähdys) lisäksi ainakin tunnelisortuma ja vuotovesien pumppaamishäiriöstä aiheutuva tulviminen.

519. Ydinjätteen loppusijoituksen turvaamiseksi lainvastaiselta toiminnalta on oltava turvajärjestelyt, joiden laajuus vastaa lainvastaisesta toiminnasta aiheutuvaa uhkaa. Turvajärjestelyjen suunnittelussa on noudatettava soveltuvin osin ohjeen YVL A.11, Ydinlaitoksen turvajärjestelyt, vaatimuksia.

Kriittisyys

520. Loppusijoituskapselin sisältämän käytetyn ydinpolttoaineen on pysyttävä alikriittisenä myös pitkällä aikavälillä. Suunnittelussa on otettava huomioon tilanteet, joissa kapselin tiiviys on menetetty ja kapselissa on mekaanisia tai korroosiosta aiheutuneita muodonmuutoksia. Kriittisyysturvallisuutta koskevat ohjeen YVL B.4, Ydinpolttoaine ja reaktori, luvun 5 vaatimukset soveltuvin osin.

5.4 Ydinmateriaalivalvonta

521. Käytetyn ydinpolttoaineen tai muun ydinaineen loppusijoitukseen tarkoitetun laitoksen suunnittelussa ja käytössä on otettava huomioon ydinmateriaalivalvonnan järjestäminen ohjeen YVL D.1, Ydinmateriaalivalvonta, mukaisesti. Laitoksella on oltava tähän tarvittavat tilat ja laitteistot. Kulkureitit, varastot ja käsittelyprosessit on suunniteltava siten, että materiaalivirtojen valvonta maanalaisiin tiloihin ja niistä ulos on mahdollista ja että ydinainetiedon jatkuvuus säilyy. Laitoksessa ei saa olla suunnittelutietoihin sisällyttömiä ydinmateriaalivalvonnan kannalta merkityksellisiä tiloja, materiaaleja tai toimintoja. Loppusijoitettujen ydinaineiden on säilyttävä ilmoitetuissa paikoissa laitoksen käytön aikana ja sen sulkemisen jälkeen.

6 Loppusijoituslaitoksen käyttö

601. Loppusijoituslaitoksen rakentamisessa ja käyttöönotossa on noudatettava soveltuvin osin ohjetta YVL A.5, Ydinlaitoksen rakentaminen ja käyttöönotto. Loppusijoituslaitoksen käyttöluvan haltijalla on oltava ydinenergia-asetuksen 36 §:n ja valtioneuvoston asetuksen 736/2008 18 §:n mukaiset asiakirjat. Asiakirjat on päivitettävä säännöllisesti niin, että ne vastaavat laitoksen kulloistakin rakennetta ja tilaa.

602. Loppusijoituslaitoksen käyttöluvan haltijalla on oltava käyttökokemusten seurantaohjelma. Luvanhaltijalla on oltava vaatimuksessa 506 tarkoitettu tutkimus-, testaus ja valvontaohjelma. Myös turvallisuustutkimuksia on seurattava jatkuvasti. Seurantaohjelmien perusteella sekä rakentamis- ja loppusijoitusmenetelmien kehityksessä on harkittava mahdollisuuksia turvallisuuden parantamiseen ja toteutettava aiheelliseksi katsottavat toimenpiteet.

603. Loppusijoituslaitoksen käyttöluvan haltijan on ylläpidettävä loppusijoitetuista jätteistä tallenteita, joista ilmenee jätepakkauskohtaisesti ainakin seuraavat tiedot

- a. jätelaji, sen käsittely- ja pakkaustapa sekä turvallisuuden kannalta merkittävät rakenne- ja materiaaliominaisuudet
- b. pakkauksen tunniste ja sijainti loppusijoituslaitoksessa
- c. merkittävimpien nuklidien aktiivisuudet yläraja-arvioina, käytetyn polttoaineen tapauksessa loppusijoituskapselikohtaisesti ja muiden jätteiden tapauksessa sijoitustilakohtaisesti
- d. käytetyn polttoaineen loppusijoituskapseleille laskettu efektiivinen kasvutekijä ja lämmönkehitys.

Tallenteista on toimitettava vuosittain yhteenveto STUKille.

604. Mikäli luvanhaltija aikoo loppusijoituslaitoksen käyttöönoton jälkeen muuttaa STUKin aiemmin hyväksymää laitoksen järjestelmää, rakennetta, laitetta tai käyttötapaa, on muutossuunnitelmalle hankittava ydinenergia-asetuksen 112 §:n mukainen STUKin hyväksyntä ennen toteutusta. Laitosmuutoksessa on noudatettava ohjeessa YVL A.1, Ydinenergian käytön turvallisuusvalvonta, esitettyjä vaatimuksia.

605. Luvanhaltijan on valvottava loppusijoitusjärjestelmän komponenttien valmistusta. Jos komponentin turvallisuusluokka on vähintään 3, luvanhaltijan on pätevoidettävä komponentin valmistuksessa käytettävät ohjeet ja menetelmät.

606. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen käyttöluvan haltijan on tarkastettava laadunvalvonnan tulosaineistot sen varmistamiseksi, että kapselin sijoittaminen ja sen ympärillä olevan puskurin asentaminen sekä loppusijoitustilojen täytön asentaminen on tehty hyväksyttävästi.

607. Loppusijoituskapseli on yksilöitävä ennen kuin se sijoitetaan puskurimateriaalin sisään niin, että voidaan varmistaa sen radioaktiivisuus- ja ydinainainventaari.

608. Ennen loppusijoituslaitoksen käyttöönottoa laitoksen ympäristön säteilytilanteesta on tehtävä ohjeen YVL C.4, Ydinlaitoksen ympäristön säteilyvalvonta, mukainen perustilaselvitys.

609. Loppusijoituslaitokselta ympäristöön pääsevien radioaktiivisten aineiden määriä on tarkkailtava tekemällä edustavia mittauksia radioaktiivisten aineiden mahdollisilla päästöreiteillä. Päästömittauksia koskee soveltuvin osin ohje YVL C.3, Ydinlaitoksen radioaktiivisten aineiden päästöjen rajoittaminen ja valvonta.

610. Loppusijoituslaitoksen ympäristössä on toimeenpantava säteilyntarkkailuohjelma, jonka laajuus määräytyy mahdollisina pidettävien radioaktiivisten aineiden päästöjen perusteella. Ympäristön säteilyntarkkailua koskee soveltuvin osin ohje YVL C.4, Ydinlaitoksen ympäristön säteilyvalvonta.

611. Loppusijoituslaitoksen käyttöhenkilöstön säteilysuojelussa ja säteilyaltistuksen seurannassa on noudatettava ohjetta YVL C.2, Ydinlaitoksen työntekijöiden säteilysuojelu ja säteilyaltistuksen seuranta.

612. Loppusijoituslaitoksella on oltava valmiusjärjestelyt, joiden laajuus vastaa mahdollisiksi katsottavia onnettomuuksia ja joiden suunnittelun on perustuttava soveltuvin osin ohjeeseen YVL C.5, Ydinvoimalaitoksen valmiusjärjestelyt.

613. Ydinenergialain 7 k §:n mukaisesti luvanhaltijan on nimettävä ydinlaitoksen vastuullinen johtaja ja tämän varahenkilö. Loppusijoituslaitoksen käyttöluvan haltijan on nimettävä myös muut turvallisuuden kannalta merkittävät tehtävät ja määriteltävä niissä tarvittavat pätevyudet. Luvanhaltijan on varmistettava näissä tehtävissä toimivien henkilöiden pätevyys ennen laitoksen käyttöönottoa ja laadittava koulutusohjelmat henkilöstön osaamisen kehittämiseksi ja ylläpitämiseksi. Ydinlaitoksen organisaatiota koskee ohje YVL A.4, Ydinlaitoksen organisaatio ja henkilöstö.

7 Turvallisuusvaatimusten täyttymisen osoittaminen

7.1 Turvallisuuden todentamisperiaatteet

Käyttöturvallisuus

701. Ydinjätteen loppusijoituslaitoksen suunniteltua käyttöä koskevien turvallisuusvaatimusten täytyminen on todennettava viimeistään laitoksen koekäytön yhteydessä. Myös käyttöhäiriöiden ja onnettomuuksien varalle suunniteltujen turvallisuusjärjestelmien toimivuus on mahdollisuuksien mukaan todennettava koekäytön yhteydessä.

702. Mikäli odotettavissa olevan käyttöhäiriön tai oletetun onnettomuuden todennäköisyyttä tai seurauksia ei voi suunnitteluperusteiden ja turvallisuusjärjestelmien perusteella osoittaa merkitykselliseksi, turvallisuusmääräysten täytyminen on osoitettava laskennallisilla analyysillä. Analyysien edustavuus on varmistettava tarkastelemalla erityyppisiä ja turvallisuuteen eniten vaikuttavia häiriöitä ja onnettomuuksia, joita voi esiintyä kyseisenlaisen ydinjätteen loppusijoituksen yhteydessä.

703. Laitoksen työntekijöiden ja sen ympäristön väestön säteilyturvallisuutta koskevien vaatimusten täytyminen osoitetaan ensisijaisesti deterministisellä turvallisuusanalyysillä. Lisäksi jos onnettomuuden seuraukset voivat determinististen analyysien perusteella olla merkittävät, sitä on tarkasteltava todennäköisyysperusteisella riskianalyysillä, jossa arvioidaan

onnettomuuksien todennäköisyyksiä sekä niistä mahdollisesti aiheutuvia radioaktiivisten aineiden päästöjä.

Pitkäaikaisturvallisuus

704. Pitkäaikaisturvallisuutta koskevien säteilyturvallisuusvaatimusten täytyminen sekä loppusijoitusmenetelmän ja -paikan soveltuvuus on osoitettava turvallisuusperustelulla, johon on sisällyttävä ainakin

- loppusijoitusjärjestelmän kuvaus sekä vapautumisesteiden ja turvallisuustoimintojen määrittely
- toimintakykytavoitteiden määrittäminen turvallisuustoiminnoille
- skenaarioiden määrittely (skenaarioanalyysi)
- loppusijoitusjärjestelmän toiminnan ja loppusijoituspaikan olosuhteiden kuvaus konseptuaalisten ja matemaattisten mallien avulla ja niissä tarvittavien lähtötietojen määrittäminen
- loppusijoitettavasta jätteestä vapautumisesteiden läpi elinympäristöön vapautuvien radioaktiivisten aineiden määrien ja niistä aiheutuvien säteilyannosten määrittäminen
- silloin kun käytännössä mahdollista, pitkäaikaisturvallisuutta heikentävistä epätodennäköisistä tapahtumista aiheutuvien aktiivisuuspäästöjen ja säteilyannosten todennäköisyyksien arviointi
- epävarmuus- ja herkkyyksianalyysit sekä kvantitatiiviset lisätarkastelut
- analyysien tulosten vertaaminen turvallisuusvaatimuksiin.

Liitteeseen A sisältyvät yksityiskohtaiset vaatimukset turvallisuusperustelun sisällölle.

Jätteen hyväksyminen loppusijoituslaitokseen

705. Loppusijoitettavalle ydinjätteelle ja jätepakkausille on määriteltävä loppusijoituslaitoksen käyttöturvallisuuden ja loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuuden perusteella kriteerit, jotka loppusijoituslaitokseen tuotavan jätteen on täytettävä. Käytetylle ydinpolttoaineelle asetettaville kriteereille esitetään vaatimukset ohjeessa YVL D.3, Ydinpolttoaineen käsittely ja varastointi.

7.2 Turvallisuusselosteet liiteasiakirjoiin

706. Loppusijoituslaitoksen alustavan ja lopullisen turvallisuusselosteen laatimisessa on noudatettava ohjeen YVL B.1, Ydinvoimalaitoksen turvallisuussuunnittelu, luvussa 6 esitettyjä vaatimuksia soveltuvin osin. Näiden lisäksi turvallisuusselosteissa on esitettävä ainakin

- a. selvitys turvallisuusperiaatteista sekä suunnitteluperusteista ja muista kriteereistä, joihin loppusijoituslaitoksen suunnittelu on perustunut
- b. yksityiskohtainen kuvaus loppusijoituspaikasta ja kuvaus sen kallioperästä siihen mennessä tehtyjen tutkimusten perusteella
- c. kuvaukset loppusijoitettavista jätteistä, niiden käsittely- ja pakkausmenetelmistä sekä loppusijoitettavien jätepakkausten ominaisuuksista ja niiden ympärille mahdollisesti asennettavista materiaaleista
- d. selvitys vaatimuksessa 705 tarkoitetuista kriteereistä ja niiden perusteista
- e. kuvaus loppusijoituslaitoksesta (louhitut tilat, tekniset rakenteet ja järjestelmät) ja loppusijoituksen toteutustavasta (rakentaminen, käyttö ja sulkeminen); yksityiskohtainen kuvaus toteutetusta laitososasta ja suunnitelma myöhemmin rakennettavista osista
- f. kuvaus loppusijoitustoiminnoista; alustavassa turvallisuusselosteessa pääpiirteinen selvitys ja lopullisessa selosteessa yksityiskohtainen selvitys
- g. selvitys loppusijoituslaitoksen henkilöstöstä ja turvallisuuden kannalta merkittävässä tehtävissä toimivien henkilöiden pätevyyden varmistamisesta; alustavassa turvallisuusselosteessa pääpiirteinen selvitys ja lopullisessa selosteessa yksityiskohtainen selvitys
- h. selvitys loppusijoituslaitoksessa toteutettavista tutkimus- seuranta- ja valvontaohjelmista (vaatimuksessa 506 tarkoitettujen ohjelmien, ikääntymisen valvontaohjelma, käyttökokemusten seurantaohjelma); alustavassa turvallisuusselosteessa pääpiirteinen selvitys ja lopullisessa selosteessa yksityiskohtainen selvitys
- i. yhteenveto loppusijoituslaitoksen käytön aikaista turvallisuutta koskevista analyysistä, joissa tarkastellaan työntekijöiden säteily-

altistusta sekä mahdollisia radioaktiivisten aineiden päästöjä ja niistä aiheutuvia säteilyannoksia normaalikäytön, häiriötilanteiden ja onnettomuuksien seurauksena

- j. yhteenveto pitkäaikaisturvallisuutta koskevasta turvallisuusperustelusta.

707. Turvallisuusselosteita on täydennettävä aihekohtaisilla raporteilla, joiden tarkoituksena on selventää, millaisiin kokeellisiin tutkimuksiin ja analyysiin loppusijoituslaitoksen ja -toimintojen suunnittelu perustuu.

7.3 Määräaikainen turvallisuusarviointi

708. Luvanhaltijan on tehtävä ydinjätteiden loppusijoituksen määräaikainen turvallisuusarvio vähintään kerran 15 vuodessa, elleivät käytöluvan ehdot toisin määrää. Määräaikaiseen turvallisuusarvioon on sisällyttävä arviot loppusijoituslaitoksen käytön turvallisuudesta ja loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuudesta sekä mahdollisista kehityskohteista turvallisuuden ylläpitämiseksi ja parantamiseksi niin, että otetaan huomioon mm. vaatimuksen 602 näkökohdat. Turvallisuusseloste ja turvallisuusperustelu on päivitettävä määräaikaisen turvallisuusarvion tulosten perusteella. Määräaikaisen turvallisuusarvion tekemisessä on noudatettava soveltuvin osin ohjeen YVL A.1, Ydinenergian käytön turvallisuusvalvonta, vaatimuksia.

8 Säteilyturvakeskuksen valvontamenettelyt

8.1 Periaatepäätös- ja lupakäsittelyt

801. Ydinjätteiden loppusijoituslaitos on yleiseltä merkitykseltä huomattava ydinlaitos (YEL 11 §, YEA 6 §), jonka rakentaminen edellyttää valtioneuvoston periaatepäätöstä, ellei lain siirtymäsäännöksissä (YEL 84 §) toisin säädetä. Ydinenergia-asetuksen 24 §:n mukaisesti suunnitellusta laitoksesta on toimitettava periaatepäätöstä koskevan hakemuksen liitteenä ainakin seuraavat turvallisuuden kannalta merkittävät asiakirjat:

- a. pääpiirteinen kuvaus suunnitellun ydinlaitoksen teknisistä toimintaperiaatteista

- b. selvitys noudatettavista turvallisuusperiaatteista sekä suunnitteluperiaatteista ympäristövaikutusten välttämiseksi tai rajoittamiseksi
- c. arvio suunnitellun sijoituspaikan sopivuudesta tarkoitukseensa.

Asiakirjojen liiteaineistoinen on oltava niin yksityiskohtaiset, että STUK voi tehdä niiden perusteella ydinenergialain 12 §:ssä tarkoitetun alustavan turvallisuusarvion.

802. Ydinjätteiden loppusijoituslaitoksen rakentamislupaa haettaessa on STUKin hyväksyttäväksi toimitettava ohjeen YVL A.1, Ydinenergian käytön turvallisuusvalvonta, mukaiset asiakirjat soveltuvien osien.

STUK tarkastaa ja hyväksyy täydennykset vastaaviin asiakirjoihin, mikäli loppusijoituslaitosta aiotaan laajentaa olemassa olevan käyttöluvan ehtojen nojalla. Lisäksi STUKin hyväksyttäväksi on toimitettava selvitys siitä, mitä vaikutuksia laajennustöillä on olemassa olevien ydinlaitosten turvallisuuteen.

803. Ydinjätteiden loppusijoituslaitoksen käyttöluvaa haettaessa on STUKin hyväksyttäväksi toimitettava ohjeen YVL A.1, Ydinenergian käytön turvallisuusvalvonta, mukaiset asiakirjat soveltuvien osien.

STUK tarkastaa ja hyväksyy täydennykset vastaaviin asiakirjoihin, mikäli loppusijoituslaitoksen laajennus aiotaan ottaa käyttöön olemassa olevan käyttöluvan ehtojen nojalla. Tällöin tilojen käyttöönotolle on saatava ydinenergialain 20 §:n mukainen STUKin hyväksyntä.

8.2 Loppusijoituslaitoksen rakentamisen, käytön ja sulkemisen valvonta

804. STUK valvoo ydinjätteiden loppusijoituslaitoksen rakentamista ja käyttöönottoa ohjeiden YVL A.1, Ydinenergian käytön turvallisuusvalvonta, ja YVL A.5, Ydinlaitoksen rakentaminen ja käyttöönotto, mukaisesti. Ohjeen YVL A.6, Ydinvoimalaitoksen käyttötoiminta, soveltamisesta loppusijoituslaitoksen käyttötoimintaan STUK antaa erillisen päätöksen.

805. Mikäli loppusijoituspaikalle rakennetaan ennen rakentamisluvan myöntämistä maanalainen tutkimustila, joka on tarkoitettu loppusijoituslaitoksen osaksi, STUK valvoo tutkimustilan suunnittelua ja rakentamista tarpeelliseksi katsomassaan laajuudessa samoin menettelyin kuin loppusijoituslaitoksen rakentamista. Tutkimustilan rakentamisen aloittamisen edellytyksenä on, että STUK on hyväksynyt seuraavat asiakirjat:

- a. yksityiskohtainen kuvaus tutkimustilasta sekä sen rakentamisaikataulusta ja rakentamisessa käytettävistä menetelmistä
- b. selvitys tutkimustilan rakentamisen mahdollisista vaikutuksista sijoituspaikan kalliopeuran ominaisuuksiin erityisesti pitkäaikaisturvallisuuden kannalta
- c. ehdotus turvallisuusluokitusasiakirjaksi
- d. selvitys rakentamisen laadunhallinnasta
- e. suunnitelma ydinaseiden leviämisen estämiseksi tarpeellisen valvonnan järjestämisestä, mikäli loppusijoitustilaan on tarkoitus sijoittaa ydinaineita
- f. selvitys STUKin valvontamahdollisuuksien järjestämisestä.

Asiakirjat on pidettävä ajan tasalla tutkimustilan rakentamisen aikana.

806. Loppusijoituslaitoksen eri osien rakentaminen on toteutettava vaiheittain siten, että louhitavaksi suunnitellun kalliolohkon soveltuvuutta koskevat tutkimukset ja vaatimuksen 507 mukainen luokittelu on tehty ennen kunkin rakentamisvaiheen aloittamista. Yksittäisen rakentamisvaiheen aloittamisen edellytyksenä on, että STUK on hyväksynyt muutetun tai tarkennetun rakentamissuunnitelman vaatimuksessa 604 kuvatulla menettelyllä.

807. STUK tekee käyttöönottotarkastuksen turvallisuusluokitelluille tai pitkäaikaisturvallisuuden kannalta merkittävillä kalliotiloilla ja -rakenteilla.

808. Luvanhaltijan on tarkastettava ja hyväksyttävä käyttöönottotarkastuksen kohteena olevat kalliotilat ja -rakenteet ennen STUKin tarkastusta.

809. Kalliotilojen ja -rakenteiden käyttöönottotarkastuksessa STUK tarkastaa, että

- a. tilat ja rakenteet on toteutettu suunnitteluasiakirjojen mukaisesti (asiakirjatarkastus ja silmämääräinen tarkastus),
- b. poikkeamat on käsitelty hyväksyttävällä tavalla,
- c. laadunvalvonnan tallenteet on tarkastettu ja hyväksytyt,
- d. luvanhaltija on tehnyt käyttöönottotarkastukset.

810. Loppusijoituslaitoksen käyttöönotto on määriteltä ohjeessa YVL A.1, Ydinenergian käytön turvallisuusvalvonta.

811. STUK valvoo pitkäaikaisturvallisuuden kannalta tärkeiden loppusijoitusjärjestelmän komponenttien valmistusta. Valvontaan voi sisältyä komponentin tyyppin ja turvallisuusluokan mukaan rakennesuunnitelman ja valmistajan hyväksyminen, valmistuksen valvontaa sekä rakennetarkastuksia. STUK osallistuu harkintansa mukaan vastaanottotarkastuksiin.

812. Kunkin käytettyä polttoainetta sisältävän loppusijoituskapselin siirto loppusijoituspaikkaansa voidaan tehdä, kun STUK on todennut, että kapselin sijoituspaikkaa ympäröivän kallion ominaisuudet riittävässä laajuudessa ovat hyväksyttävät. STUK tarkastaa ainakin vaatimuksessa 606 mainitut laadunvalvonnan tulokset ja loppusijoituksesta tehdyt tallenteet voidakseen todeta, että kunkin loppusijoituskapselin sijoittaminen, puskurin asentaminen ja loppusijoitustilojen täytön asentaminen on tehty hyväksyttävästi.

813. Jos osa loppusijoitustiloista täytetään ja suljetaan laitoksen käytön aikana, noudatetaan vaatimuksessa 604 kuvattua hyväksymismenettelyä.

814. Jätehuoltovelvollisen on haettava määräystä huolehtimisvelvollisuutensa päättymisestä, kun loppusijoituslaitoksen kaikki sulkemistoimenpiteet on tehty (YEA 84 §). Huolehtimisvelvollisuuden päättymisen edellytyksenä on, että STUK on todennut ydinjätteet sijoitetuksi pysyväksi hyväksymällä tavalla (YEL 33 §),

ja että muut ydinenergiain 32 §:ssä mainitut toimenpiteet on suoritettu

815. Loppusijoituslaitoksen lopullisen sulkemisen edellytyksenä on, että STUK on hyväksynyt sulkemissuunnitelman, johon on sisällyttävä

- a. kuvaus tilojen sulkemisen teknisestä toteutustavasta
- b. turvallisuusperustelun päivitys niin, että otetaan huomioon muun muassa vaatimuksessa 506 tarkoitettujen tutkimus-, testaus- ja valvontaohjelmien tulokset
- c. suunnitelma mahdolliseksi jälkivalvontatoimenpiteiksi ja ehdotus ydinenergia-asetuksen 85 §:ssä tarkoitetuksi suoja-alueeksi toimenpidekieltoineen.

Määritelmät

Keskiaktiivinen jäte

Keskiaktiivisella jätteellä tarkoitetaan jätettä, jonka aktiivisuus on niin suuri, että sitä käsiteltäessä tarvitaan tehokkaita säteilysuojausjärjestelyjä. Jätteen aktiivisuuspitoisuus on tällöin yleensä arvojen 1 MBq/kg ja 10 GBq/kg välillä.

Korkea-aktiivinen jäte

Korkea-aktiivisella jätteellä tarkoitetaan jätettä, jonka aktiivisuus on niin suuri, että sitä käsiteltäessä tarvitaan hyvin tehokkaita säteilysuojausjärjestelyjä ja yleensä myös jäähdystystä. Jätteen aktiivisuuspitoisuus on tällöin yleensä yli 10 GBq/kg.

Loppusijoituslaitos

Loppusijoituslaitoksella tarkoitetaan kokonaisuutta, johon kuuluvat jätepakkausten loppusijoitukseen tarkoitettut tilat (loppusijoitusala) sekä niihin liittyvät maanalaiset ja maanpäälliset aputilat.

Loppusijoituspaikka

Loppusijoituspaikalla tarkoitetaan loppusijoituslaitoksen sijaintipaikkaa ja, kun loppusijoitus on toteutettu, ydinenergia-asetuksen 85 §:n mukaisesti kiinteistörekisteriin merkittyä aluetta sekä sen alla olevaa maa- ja kallioperää.

Lyhytikäinen jäte

Lyhytikäisellä jätteellä tarkoitetaan ydinjätettä, jossa aktiivisuuspitoisuus 500 vuoden jälkeen alittaa arvon 100 MBq/kg kussakin loppusijoitetussa jätepakkausessa ja keskimäärin arvon 10 MBq/kg yhteen loppusijoitustilaan sijoitetussa jätteessä.

Matala-aktiivinen jäte

Matala-aktiivisella jätteellä tarkoitetaan jätettä, jonka aktiivisuus on niin pieni, että sitä voidaan käsitellä ilman erityisiä säteilysuojausjärjestelyjä. Jätteen aktiivisuuspitoisuus on tällöin yleensä enintään 1 MBq/kg.

Odotettavissa oleva käyttöhäiriö

Odotettavissa olevalla käyttöhäiriöllä tarkoitetaan ydinjätelaitoksen turvallisuuteen vaikuttavaa tapahtumaa, jonka arvioidaan sattuvan vähintään kerran sadan käyttövuoden aikana (VNA 736/2008).

Oletettu onnettomuus

Oletetulla onnettomuudella tarkoitetaan ydinjätelaitoksen turvallisuuteen vaikuttavaa tapahtumaa, jonka voidaan arvioida sattuvan harvemmin kuin kerran sadassa vuodessa; oletetut onnettomuudet jaetaan edelleen kahteen luokkaan niiden taajuuden perusteella: a) luokan 1 oletetut onnettomuudet, joiden voidaan arvioida sattuvan vähintään kerran tuhannessa käyttövuodessa; b) luokan 2 oletetut onnettomuudet, joiden voidaan arvioida sattuvan harvemmin kuin kerran tuhannessa käyttövuodessa (VNA 736/2008).

Pitkäaikaisturvallisuus

Pitkäaikaisturvallisuudella tarkoitetaan loppusijoituksen turvallisuutta loppusijoituslaitoksen käyttöajan jälkeen ihmisiin ja ympäristöön kohdistuvien säteilyvaikutusten kanalta (VNA 736/2008).

Pitkäaikaisturvallisuutta heikentävä epä-todennäköinen tapahtuma

Pitkäaikaisturvallisuutta heikentävällä epä-todennäköisellä tapahtumalla tarkoitetaan sellaisia mahdollisina pidettäviä, vapautumisesteiden toimintakykyyn merkittävästi vai-

kuttavia tapahtumia, jolla on vähäinen todennäköisyys aiheuttaa säteilyaltistusta tarkasteluajankohtana ja jotka voivat aiheutua geologisten ilmiöiden tai ihmisen toiminnan seurauksena.

Pitkäikäinen jäte

Pitkäikäisellä jätteellä tarkoitetaan ydinjätettä, jossa aktiivisuuspitoisuus 500 vuoden jälkeen ylittää arvon 100 MBq/kg loppusijoitetussa jätepakkausessa tai keskimäärin arvon 10 MBq/kg yhteen loppusijoitustilaan sijoitetussa jätteessä.

Skenaario

Skenaariolla tarkoitetaan loppusijoitusjärjestelmän mahdollista tulevaa käyttäytymistä kuvaavaa kehityskulkua.

Todennäköisenä pidettävä kehityskulku

Todennäköisenä pidettävällä kehityskululla tarkoitetaan sellaista vapautumisesteiden toimintakykyyn vaikuttavaa muutosta, jolla on suuri todennäköisyys aiheuttaa säteilyaltistusta tarkasteluajankohtana ja joka voi aiheutua loppusijoitustilassa syntyvistä vuoro-vaikutuksista, geologisista tai ilmastollisista ilmiöistä taikka ihmisen toiminnasta.

Toimintakykytavoite

Toimintakykytavoitteella tarkoitetaan vapautumisesteen mitattavaa tai arvioitavissa olevaa ominaisuutta. Toimintakykytavoitteen tulee sisältää ominaisuutta kuvaava kriteeri, jonka täytyminen varmistaa turvallisuustoittoinnon toteutumisen.

Turvallisuusperustelu

Turvallisuusperustelulla tarkoitetaan asiakirjakokonaisuutta, jolla osoitetaan pitkäaikaisturvallisuutta koskevien vaatimusten täytyminen.

Turvallisuustoiminto

Turvallisuustoiminnolla tarkoitetaan loppusijoitettujen radioaktiivisten aineiden vapautumista ja kulkeutumista estävää ja rajoittavaa tekijää (VNA 736/2008).

Vapautumiseste

Vapautumisesteellä tarkoitetaan teknistä tai luonnollista rakennetta tai materiaalia, jolla aikaansaadaan turvallisuustoimintoja. Vapautumiseste voi olla myös erilaisten rakenteiden ja materiaalien muodostama kokonaisuus.

Vuosiannos

Vuosiannoksella tarkoitetaan ulkoisesta säteilystä vuoden ajanjaksona saatavan efektiivisen annoksen ja samana ajanjaksona kehoon joutuvista radioaktiivisista aineista saatavan efektiivisen annoksen kertymän summaa (VNA 736/2008).

Ydinjätelaitos

Ydinjätelaitoksella tarkoitetaan ydinlaitosta, jota käytetään käytetyn ydinpolttoaineen kapselointiin tai muun ydinjätteen käsitteilyyn loppusijoitusta varten, sekä käytetyn ydinpolttoaineen tai muun ydinjätteen loppusijoituslaitosta.

Viitteet

1. Ydinenergialaki (990/1987).
2. Ydinenergia-asetus (161/1988).
3. Säteilylaki (592/1991).
4. Säteilyasetus (1512/1991).
5. Valtioneuvoston asetus ydinenergian käytön turvajärjestelyistä (734/2008).
6. Valtioneuvoston asetus ydinvoimalaitoksen valmiusjärjestelyistä (716/2013)
7. Valtioneuvoston asetus ydinjätteen loppusijoituksen turvallisuudesta (736/2008).
8. Disposal of Radioactive Waste. Specific Safety Requirements. IAEA Safety Standards Series No. SSR-5.
9. Geological Disposal Facilities for Radioactive Waste. Specific Safety Guide. IAEA Safety Standards Series No. SSG-14.
10. The Safety Case and Safety Assessment for the Disposal of Radioactive Waste. Specific Safety Guide. IAEA Safety Standards Series No. SSG-23.
11. ICRP, 1998. Radiation protection recommendations as applied to the disposal of long-lived solid radioactive waste. ICRP Publication 81. Ann. ICRP 28 (4).

Liite A Turvallisuusperustelu

A01. Valtioneuvoston asetuksen 736/2008 14 §:n ensimmäisen momentin mukaisesti *pitkäaikaisturvallisuutta koskevien säteilyturvallisuusvaatimusten täytyminen sekä loppusijoitusmenetelmän ja loppusijoituspaikan soveltuvuus on osoitettava turvallisuusperustelulla, jossa on tarkasteltava sekä todennäköisinä pidettäviä kehityskulkuja että pitkäaikaisturvallisuutta heikentäviä epätodennäköisiä tapahtumia. Turvallisuusperustelu muodostuu kokeellisiin tutkimuksiin perustuvasta numeerisesta analyysistä sekä täydentävistä tarkasteluista siltä osin kuin kvantitatiiviset analyysit eivät ole mahdollisia tai niihin sisältyy huomattavia epävarmuuksia.*

A02. Turvallisuusperusteluun on sisällyttävä kuvaus loppusijoitusjärjestelmästä: radioaktiivisten aineiden määrät, jätepakkaukset, puskurimateriaalit, täyteaineet, eristys- ja sulkurakenteet, louhitut tilat, ympäröivän kallioperän geologiset, hydrogeologiset, hydrokemialliset, termiset ja kalliomekaaniset ominaisuudet sekä loppusijoituspaikan luonnonympäristö.

A03. Turvallisuusperustelussa on määriteltävä turvallisuuskonsepti, vapautumisesteet ja turvallisuustoiminnot toimintakykytavoitteineen.

A04. Skenaariot tulee koostaa systemaattisesti kattamaan tapahtumat ja tekijät, joilla voi olla merkitystä pitkäaikaisturvallisuudelle ja jotka voivat aiheuttaa

- a. ulkoisista tekijöistä, kuten ilmastonmuutoksesta, geologisista prosesseista ja tapahtumista tai ihmisen toiminnasta
- b. loppusijoitusjärjestelmän sisäisistä radiologisista, mekaanisista, termisistä, hydrologisista, kemiallisista, biologisista ja säteilyyn liittyvistä tekijöistä
- c. vapautumisesteiden laatupoikkeamista

sekä kaikkien em. tekijöiden yhteisvaikutuksista.

A05. Perusskenaarion on pohjauduttava turvallisuustoiminnoille määriteltyjen toimintakykytavoitteiden toteutumiseen. Yhden tai useamman turvallisuustoiminnon heikkenemisen vaikutusta on analysoitava muunnelskenaarioiden avulla. Vaatimuksessa 316 tarkoitettujen pitkäaikaisturvallisuutta mahdollisesti heikentävien tapahtumien analysointia varten on muodostettava häiriöskenaarioita. Turvallisuustoiminnon heikkenemisen laajuus on perusteltava.

A06. Loppusijoitettujen radioaktiivisten aineiden vapautumisen ja kulkeutumisen laskennallista arviointia varten on muodostettava konseptuaalisia malleja, joilla kuvataan vapautumista ja kulkeutumista säätelevät ilmiöt ja prosessit. Näiden vapautumista ja kulkeutumista varsinaisesti kuvaavien mallien lisäksi on muodostettava konseptuaalisia malleja, joilla kuvataan turvallisuustoimintoja ja niihin vaikuttavia tekijöitä. Konseptuaalisista malleista johdetaan, yleensä yksinkertaistaen, niitä vastaavat matemaattiset mallit. Malleja yksinkertaistettaessa, samoin kuin niiden tarvitsemia lähtötietoja määritettäessä, periaatteena on oltava, että turvallisuustoiminnon tehokkuutta ei yliarvioida, mutta samalla vältetään myös sen liiallista aliarviointia.

A07. Mallinnuksen ja lähtötietojen määrittämisen on perustuttava korkeatasoiseen tutkimustietoon ja asiantuntijakäsitykseen, jotka on saatu empiiristen tutkimusten, kuten laboratoriotutkimusten, sijoituspaikkatutkimusten ja luonnonanalogioiden tutkimisen kautta. Mallien ja lähtötietojen on sovellettava kyseessä olevaan skenaarioon, tarkasteluajanjaksoon ja loppusijoitusjärjestelmään. Silloin kun mallien käytämissä lähtötiedoissa on satunnaisvaihtelua, esim. kallioperän heterogeenisuuden vuoksi, on sovellettava satunnaisvaihtelun huomioon ottavia malleja.

A08. Käytettäviä laskennallisia menetelmiä, toimintakykytavoitteita ja lähtötietoja valittaessa lähtökohtana on pidettävä, että todellisen säteilyaltistuksen ja vapautuvien radioaktiivisten aineiden todellisten määrien on hyvällä varmuudella oltava pienempiä kuin turvallisuusanalyysien antamat tulokset.

A09. Turvallisuusperusteluun sisältyvien epävarmuuksien merkitys on arvioitava tarkoitukseen soveltuvilla menetelmillä. Turvallisuusperusteluun on sisällyttävä arvio, miten luotettavasti turvallisuusvaatimukset täyttyvät ja mitkä ovat merkittävimmät luotettavuuteen vaikuttavat epävarmuudet.

A10. Jos skenaariota ei voida kattavasti ja perustellusti kuvata numeerisella turvallisuusanalyysillä, sen merkitys on selvitettävä täydentävin tarkasteluin, jotka voivat käsittää esim. yksinkertaistetuina menetelmin tehtyjä laskelmia, vertailuja luonnonanalogioihin tai sijoituspaikan geologista historiaa koskevia havaintoja. Täydentävien tarkastelujen merkitys on sitä suurempi, mitä pitempi tarkasteluajanjakso on kyseessä, ja yli miljoonan vuoden päähän ulottuva turvallisuuden arviointi voidaan pää-

asiassa perustaa täydentäviin tarkasteluihin. Täydentäviä tarkasteluja on tehtävä myös varsinaisen turvallisuusanalyysin rinnalla lisäämään luottamusta analyysin tai sen osan tuloksiin.

A11. Turvallisuusperustelu on dokumentoitava huolellisesti. Turvallisuusperustelun kunkin osan lähtökohtien, käytettyjen menetelmien, tulosten ja kytkennän kokonaisuuteen on käytävä helposti selville (selkeys) ja dokumentaatiosta on helposti löydyttävä perustelut käytetyille oletuksille, lähtötiedoille ja malleille (läpinäkyvyys ja jäljitettävyys).

A12. Turvallisuusperustelun laatu on varmistettava loppusijoituslaitoksen suunnitteluun, rakentamiseen ja käyttöön liittyvällä johtamisjärjestelmällä. Hankkeen toteuttajalla on oltava tarkoitukseen soveltuva organisaatio, riittävä asiantuntemus ja tarkoituksenmukainen tiedonhallintajärjestelmä. Turvallisuusperustelun valmistelun eri osavaiheet on suunniteltava järjestelmällisesti ja tärkeiden tutkimusten ja analyysien tulosten luotettavuus on varmistettava esim. riippumattomien asiantuntija-arvioiden tai analyysien avulla.