

Luonnon radioaktiivisia aineita sisältävät materiaalit



Sisältö

Johdanto.....	3
Luonnon radioaktiiviset aineet.....	4
Sääntely.....	6
Uraanikaivostoiminta.....	8
Muita NORM-kertymiä Suomessa.....	9
NORM-materiaaleista huolehtimisen periaatteita.....	11



Kansikuva.

Vuosina 1958–1961 Enon kunnan Paukkajanvaarassa toimineen uraanikaivoksen ja rikastamon alueen sisäänkäynti vuonna 1974. Tänä päivänä alue on kunnostettu ja radioaktiiviset jätteet haudattu.

Johdanto

Lyhenteellä **NORM** tarkoitetaan luonnossa esiintyviä radioaktiivisia aineita (**N**aturally **O**ccurring **R**adioactive **M**aterial), yleensä uraania tai toriumia tytäraineineen. Suomessa ei nykyisin ole uraani- tai toriumkaivoksia, mutta tavanomaiset kotimaiset tai ulkomailta tuodut mineraalit ja eräät muut materiaalit voivat sisältää luonnolliset tasot selvästi ylittäviä NORM-pitoisuuksia. Tällaisten materiaalien käsittelystä ja loppusijoituksesta voi aiheutua merkittävää säteilyaltistusta.

Tämä opas antaa perustietoja NORM-pitoisista aineista ja niitä koskevasta sääntelystä sekä mahdollisuuksista huolehtia NORM-jätteistä. Opas on tarkoitettu erityisesti NORM-pitoisia materiaaleja käsitteleville organisaatioille sekä ympäristöviranomaisille.



Kuva 1. Mårtensonin avolouhos Paukkajanvaaralla. Paukkajanvaara on Suomen ainoa kaivoksen mittakaavassa uraania tuottanut laitos. Kaivoksesta louhittiin malmia vuosina 1958–1961. Toiminnan seurauksena alueelle jäi NORM-jätteitä, joiden jälkihoito toteutettiin 1990-luvun puolivälissä ja vuonna 2001 STUK totesi kaivosjätteet hyväksytysti loppusijoitetuiksi.

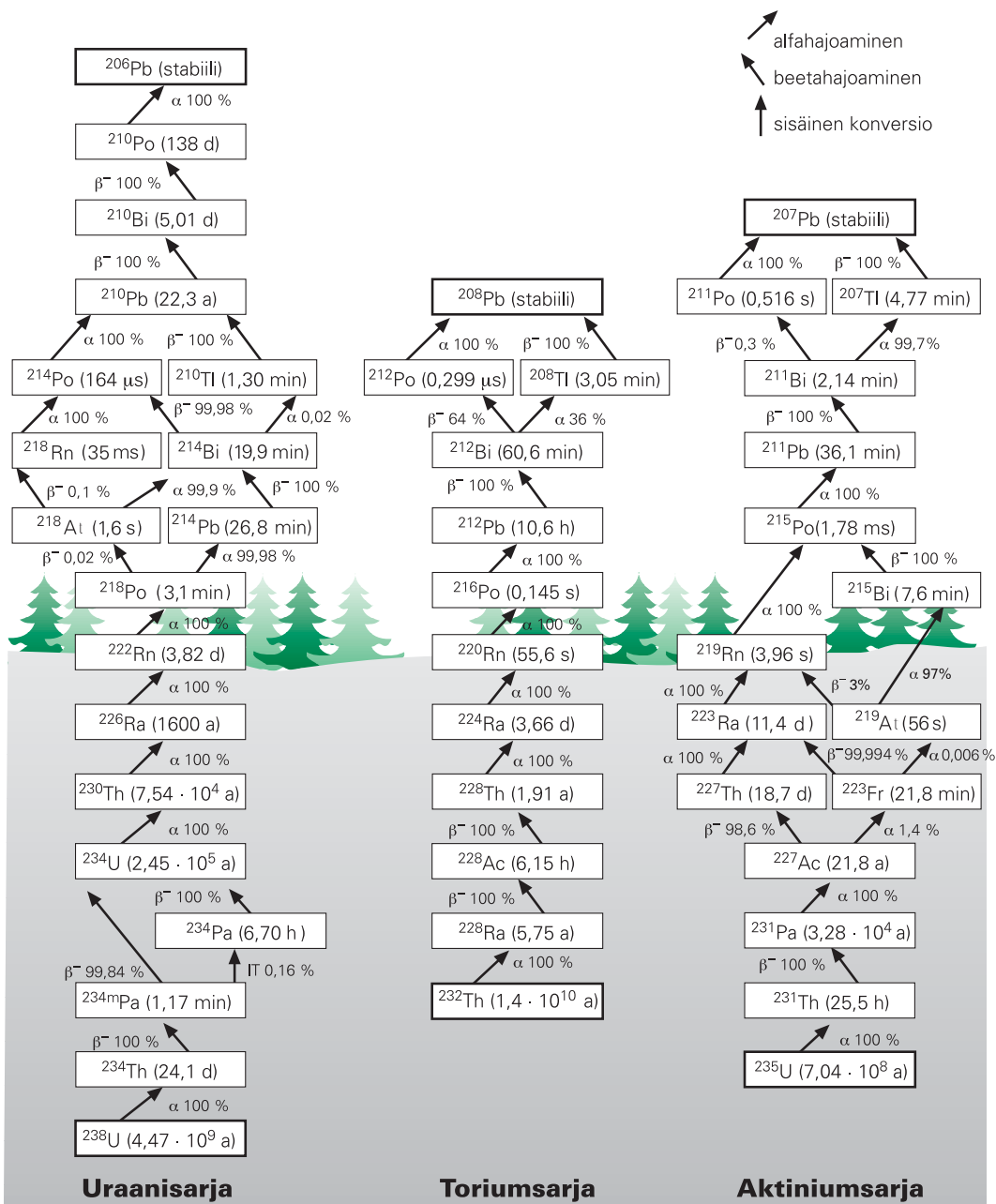
Luonnon radioaktiiviset aineet

Maankamarassa on radioaktiivisia aineita, jotka ovat olleet olemassa jo maapallon syntyessä. Suurin osa luonnon radioaktiivisista aineista sisältyy kolmeen hajoamissarjaan, jotka on esitetty kuvassa 1. Nämä sarjat on nimetty uraanisarjaksi, aktiniumsarjaksi ja toriumsarjaksi ja niiden lähtönuklidit ovat vastaavasti uraani-238 (^{238}U), uraani-235 (^{235}U) ja torium-232 (^{232}Th). Luonnonuraanista vain 0,7 painoprosenttia on uraani-235:ttä. Uraanisarjan radium-226:sta (^{226}Ra) alkavaa osaa kutsutaan usein radiumsarjaksi.

Maa- ja kallioperässä hajoamissarjat ovat yleensä tasapainossa, eli hajoamissarjan kunkin nuklidin aktiivisuus on likimain yhtä suuri. Uraanin ja toriumin tyypillinen aktiivisuuspitoisuus maa- ja kallioperässä on muutama kymmen becquereliä kilossa (Bq/kg). Paikalliset vaihtelut ovat kuitenkin suuria ja uraani- tai toriumrikkaimissa maa-aineksissa pitoisuudet voivat olla tuhansia Bq/kg. Hajoamissarjojen nuklidit voivat aiheuttaa sekä ulkoista että sisäistä (nautinta, hengitys) säteilyaltistusta.

Merkittävin hajoamissarjoihin kuulumaton luonnon radionuklidi on kalium-40 (^{40}K), joka voi olla erityisesti ulkoisen säteilyn lähde. Kaliumia on maa- ja kallioperässä tyypillisesti joidakin satoja Bq/kg.

Aktiivisuuspitoisuus	Ainemäärän aktiivisuus jaettuna sen painolla, yksikkönä Bq/kg
Becquerel	(Bq) Radioaktiivisuuden yksikkö, aktiivisuus, jonka yksikkö Bq vastaa yhtä ydinmuutosta sekunnissa kyseisessä ainemäärässä



Kuva 2. Luonnon hajoamissarjat. Nuklidin nimen viereen on merkitty puoliintumisaika.

Säätely

NORM-pitoinen materiaali tulee **ydinenergiainsäädännön** piiriin, mikäli se luokitellaan ydinaineksi tai ydinjätteeksi. Tällöin sen hallussapitoon, käsittelyyn, varastointiin, luovutukseen, kuljetukseen, vientiin ja tuontiin tarvitaan pääsääntöisesti ydinenergiain mukainen lupa. Uraanin tai toriumin tuottamiseen tarkoitettuun kaivos- ja rikastustoimintaan tarvitaan valtioneuvoston myöntämä lupa. Uraani- tai toriumpitoisen malmin tai malmirikasteen tuontiin tai vientiin tarvitaan lupa, jonka myöntää tapauksesta riippuen Säteilyturvakeskus tai kauppa- ja teollisuusministeriö.

NORM-pitoinen materiaali luokitellaan **ydinaineksi** uraanin ja toriumin paino-osuuksien perusteella. Se on ydinenergian aikaansaamiseen soveltuvaa lähtöainetta, jos uraanin ja toriumin yhteinen pitoisuus on yli 0,5 kg tonnissa. Väkevöidylle uraanille samoin kuin urania ja toriumia sisältäville malmeille ja malmirikasteille on ydinenergia-asetuksessa esitetty omat raja-arvot.

Ydinjätteellä tarkoitetaan ydinenergian käytön yhteydessä tai seurauksena syntyneitä radioaktiivisia jätteitä. Koska ydinenergian käytöllä tarkoitetaan myös uraanin ja toriumin tuottamiseen tarkoitettua kaivos- ja rikastustoimintaa ja ydinpolttoaineketjun alkupään laitosten käyttöä, on näiden toimintojen seurauksena syntyneet NORM-jätteet luokiteltava ydinjätteiksi.

Ydinenergia-asetus sisältää joukon vapautuksia luvanvaraisuudesta, mikäli kyseessä on pienehkö ainemäärä luonnonuraania, toriumia tai näitä aineita sisältäviä malmeja tai malmirikasteita. Uraanin tai toriumin enimmäismäärä voi tällöin olla 10–50 kg. Lisäksi köyhdytetty uraani, jota käytetään teollisessa tuotteessa sen suuren atomi- tai ominaispainon takia, voidaan vapauttaa luvanvaraisuudesta kokonaismäärään katsomatta. Näissä tapauksissa on kuitenkin tehtävä ilmoitus STUKille.

NORM-pitoinen materiaali voi tulla myös **säteilylainsäädännön** piiriin. Säteilylain alaista on toiminta tai olosuhde, jossa ihmiseen kohdistuva säteilyaltistus aiheuttaa tai saattaa aiheuttaa terveydellistä haittaa. Myös toiminta, jossa käsitellään NORM-aineita tai syntyy NORM-jätteitä tai -päästöjä ympäristöön, voidaan katsoa säteilytoiminnaksi.

Säteilyasetuksen mukaan STUKille on tehtävä ilmoitus sellaisten luonnonvarojen laajamittaisesta hyödyntämisestä, joiden uraani- tai toriumpitoisuus on suurempi kuin 0,1 kg tonnissa.

Toiminnan harjoittajan on selvitettävä luonnonsäteilystä aiheutuva säteilyaltistus, jos voidaan perustellusti epäillä, että toiminta on säteilytoimintaa. Kun selvitys on tehty, STUK antaa tarvittaessa määräykset säteilyaltistuksen rajoittamiseksi.

NORM-materiaalien käsittelyä ja loppusijoitusta tulisi tarkastella myös ympäristövaikutusten arviointiprosessissa, mikäli voidaan arvioida, että kyseinen toiminta tulee säteilylainsäädännön piiriin.

Ydinenergia- ja säteilylait ja niiden nojalla annetut säännökset ja STUKin ohjeet löytyvät STUKin Internet-sivuilta osoitteesta http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/viranomaisohjeet/fi_FI/viranomaisohjeet/.

Aine	Raja-arvo	Rajoituksen merkitys
Uraani-, aktinium- tai torium-sarjan nuklidien aktiivisuus Kalium-40-aktiivisuus	> 1 Bq/g >10 Bq/g	Kansainvälisen kaupan vapaaraja: materiaalin tuonti voidaan kieltää säteilysuojelullisista syistä (IAEA-SS No RS-G-1.7)
Uraani- tai toriumpitoisuus	> 0,1 kg/t	Ilmoitus luonnonvarojen laajamittaisesta hyödyntämisestä säteilylain mukaisesti
Uraanin, toriumin, kaliumin ja cesiumin aktiivisuuspitoisuus	> indeksi ohjeessa ST 12.2	Materiaalin käyttöä rakentamiseen tai maantäyttöön rajoitetaan
Uraanin ja toriumin yhteinen pitoisuus (ei malmi)	> 0,5 kg/t	Ydinenergian aikaansaamiseen soveltuva lähtöaine, ydinenergiain mukaiset lupamenettelyt
Uraanin keskimääräinen pitoisuus malmissa Toriumin keskimääräinen pitoisuus malmissa	> 1 kg/t > 30 kg/t	Uraania/toriumia sisältävä malmi tai malmirikaste, ydinenergiain mukaiset lupamenettelyt

Taulukko 1. Joitakin raja-arvoja, joiden ylittyessä NORM-materiaalit tulevat keskeisen ohjeistuksen, ydinenergia- tai säteilylainsäädännön piiriin.

Uraanikaivostoiminta

Uraanikaivostoiminta maassamme on ollut pienimuotoista. Enon Paukkajanvaarassa louhittiin 50–60-lukujen vaihteessa runsaat 30 tonnia uraania. Toiminnan seurauksena alueelle jäi luonnolliset säteilytasot selvästi ylittävää jättekiveä ja rikastushiekkaa. Näiden NORM-jätteiden jälkihoito toteutettiin 1990-luvun puolivälissä ja vuonna 2001 STUK totesi kaivosjätteet hyväksytysti loppusijoitetuiksi.

Uraanin hinnan kohotessa on uraanimalmin etsintä viime vuosina elpynyt ja Suomessakin on tehty valtauksia. Niiden johtaminen itse kaivostoimintaan on varsin epävarmaa ja eri kuulemismenettelyt ja lupakäsittelyt huomioon ottaen toiminnan aloitukseen menisi joka tapauksessa useita vuosia.

Uraanikaivoksissa aiheutuu työntekijöille säteilyaltistusta ulkoisesta säteilystä ja radonkaasusta. Maanalaisissa kaivoksissa radon on ongelmallisempi kuin avolouhoksissa, mutta olosuhteet voidaan saada hyväksyttävälle tasolle riittävällä ilmastoinnilla. Radon kulkeutuu myös kaivoksen ympäristöön ja voi aiheuttaa lähiympäristön ilmassa kohonneita aktiivisuuspitoisuuksia. Nämä pitoisuudet ovat kuitenkin pienempiä kuin tyypilliset kohonneet radonpitoisuudet asunnoissa.

Uraanikaivosalueella on yleensä myös uraanimalmin rikastamo. Kaivos- ja rikastustoiminnassa syntyy radioaktiivisia jätteitä, jotka ovat ydinenergiainsäädännön alaisia. Luvanhaltija on velvollinen huolehtimaan jätteiden käsittelystä ja loppusijoituksesta sekä kaikista aiheutuvista kustannuksista.

Uraanikaivostoiminnan jätteet ovat jättekiveä ja erilaisia prosessijätteitä. Niiden aktiivisuuspitoisuudet ovat verraten vähäisiä, mutta toisaalta jätetilavuudet ovat samaa suuruusluokkaa kuin louhittu malmimäärä. Suurimmat aktiivisuuspitoisuudet ovat uraanimalmin kemiallisessa rikastuksessa syntyvässä jätteessä, johon sisältyy uraani- ja aktiniumsarjan aineita uraani pois lukien.

Kaivostoiminnan aikana alueella on ympäristöstä eristettyjä lietemäisiä jätteitä sisältäviä altaita. Käytäntönä on, että nämä jätteet joko siirretään loppuun louhittuun kaivoskuoppaan tai kasataan kaivosalueelle tehtyihin eristysmateriaaleilla vuorattuihin altaisiin. Lisäaineiden avulla jäte saadaan kovetettua lähes liukenemattomaksi ja vettä läpäisemättömäksi. Läjitysalueen täytyttyä sen päälle rakennetaan maa-aineksista eristävä peitekerros. Hyvin hoidettuna uraanikaivostoiminnan jätteistä ei aiheudu merkittävää ympäristöhaittaa, mutta jätealuetta on tarkkailtava eristyskerrosten mahdollisen heikentymisen havaitsemiseksi.

Muita NORM-kertymiä Suomessa

Tavanomaisesta kaivostoiminnasta on kertynyt kohonneita NORM-pitoisuuksia (400–4000 Bq/kg) sisältäviä rikastusjätteitä erityisesti Korsnäsin lyijykaivoksesta ja Vihannin sinkkikaivoksesta. Molemmilla on toteutettu jälkihoitotoimia STUKin valvonnassa. NORM-ongelmia saattaa ilmaantua myös tulevissa kaivoshankkeissa. Soklin niobipitoinen fosforiitti sisältää merkittäviä määriä toriumia ja joissakin kotimaisissa kultaesiintymissä on todettu epäpuhtautena uraania.

Suomessa on tuotettu fosfaattilannoitteita viidellä eri paikkakunnalla. Tuotannossa käytettiin aiemmin sekä kotimaista että ulkomaista raakafosfaattia, jonka uraanipitoisuus oli enimmillään 5000 Bq/kg. Nykyisin lannoitetuotannossa käytetään vain kotimaista fosfaattia, jonka uraanipitoisuus on varsin alhainen.

Kobolttisuolojen tuotantoon käytettiin aiemmin afrikkalaisperäistä raaka-ainetta, jonka



Kuva 3. Draken-hävittäjien moottorinosat sisältävät kolmisen prosenttia toriumia, minkä vuoksi annosnopeus lähituntumassa on noin kymmenen mikrosievertiä tunnissa. Osat luokitellaan ydinmateriaaliksi niiden toriumpitoisuuden vuoksi.

uraani- ja radiumpitoisuudet olivat verraten suuret. Jalostusprosessissa uraani otettiin talteen, mutta radium tytäraineineen jäi jäteaineisiin. Tätä jätettä kertyi noin 30 000 tonnia ja sen ²²⁶Ra-pitoisuus oli keskimäärin 17 000 Bq/kg. Radiumpitoinen jäte sijoitettiin tehdasalueen läjitysalueeseen.

Titaanidioksidia valmistetaan ulkomailta tuodusta ilmeniitistä, joka sisältää epäpuhtautena uraania ja toriumia. Käytetyn raaka-aineen pitoisuudet ovat vaihdelleet. Nykyisin käytettävän ilmeniitin aktiivisuuspitoisuudet ovat kohtuullisen alhaiset (uraani 600 Bq/kg, torium 120 Bq/kg) eikä toiminnasta synny radioaktiivisuuden puolesta merkittäviä jätteitä.

Rautamalmien NORM-pitoisuudet ovat yleensä alhaiset, joten myös masuunikuonan pitoisuudet jäävät kohtuullisen vähäisiksi. Malmisulattojen pölysuodattimissa ja poistokaasujen puhdistuslietteissä saattaa olla korkeita NORM-aktiivisuuspitoisuuksia (jopa kymmeniä tuhansia Bq/kg), erityisesti helposti höyrystyvien lyijyn ja poloniumin pitoisuuksia (²¹⁰Pb, ²¹⁰Po).

Ulkomaisten selvitysten mukaan uraanin ja toriumin pitoisuudet kivihiilessä jäävät yleensä alle tason 100 Bq/kg, jolloin niiden pitoisuudet lentotuhkassa jäävät alle 1000 Bq/kg ja pohjatuhkan sekä rikinpoistojätteen pitoisuudet huomattavasti pienemmiksi. Joissakin kivihiili-laaduissa saattaa kuitenkin esiintyä huomattavan korkeita pitoisuuksia. Helposti höyrystyvät ²¹⁰Pb ja ²¹⁰Po rikastuvat lentotuhkaan selvästi enemmän kuin sarjan muut aineet ja niiden pitoisuudet voivat olla tuhansia Bq/kg. Turpeen energiakäytössä säteilysuojellisesti merkittävien aineiden on Tshernobylin onnettomuudesta peräisin oleva cesium-137.

Kaikki kiviainesperäiset rakennusmateriaalit sisältävät pieniä määriä NORM-aineita. Pitoisuuksiin vaikuttaa eniten raaka-aineena käytetty kiviaines, mutta myös seos- tai lisäaineena käytetty aines kuten lentotuhka tai masuunikuona voi lisätä rakennusmateriaalin aktiivisuuspitoisuuksia.

Pohjavesi saattaa sisältää siinä määrin uraanisarjan aineita, että talousvesikäytössä niiden määrää on aiheellista vähentää säteilyaltistuksen rajoittamiseksi. Pohjaveden käsittelyssä käytettävät aktiivihiilisuodattimet voivat puolestaan olla merkittävä ulkoisen säteilyn lähde ja niitä saatetaan joutua käsittelemään radioaktiivisena jätteenä. Pohjavettä käyttävien raaka- ja jätevesien puhdistamojen lietteissä saattaa myös esiintyä kohonneita pitoisuuksia NORM-aineita, mutta asiaa ei ole tarkemmin selvitetty.

Metallin kierrätyksessä on löydetty enenevässä määrin erityisesti ruostumattomasta teräksestä tehtyjä metallikappaleita, joihin on tarttunut NORM-saostumia. Kun NORM-kontaminoituneita kappaleita on jouduttu erottelemaan pois kierrätysmetallin seasta, on niitä alkanut kerääntyä kierrätysmetalliyritysten varastoihin. Kierrätykseen kelpaamattomien kappaleiden kertymä voi olla useita tonneja vuodessa.

Uraania ja toriumia käytetään myös joissakin teollisissa tuotteissa niiden suuren ominaispainon tai muiden materiaaliominaisuuksien vuoksi. Köyhdytettyä uraania käytetään vastapainona lentokoneen siipirakenteissa ja purjeveneiden köleissä, toriumia myös hitsauselektrodeissa ja kaasulamppujen sukissa.

Erityisesti kalilannoitteet sisältävät kohonneita kalium-40-pitoisuuksia. Tullien säteilymittausasemilla kalilannoitekuormat ovat aiheuttaneet hälytysrajojen ylityksiä.

NORM-materiaaleista huolehtimisen periaatteita

On ilmeistä, että NORM-pitoisten hyödykkeiden kansainvälisessä kaupassa otetaan laajalti käyttöön Kansainvälisen atomienergiajärjestön julkaisemaan turvallisuusoppaaseen (IAEA Safety Standard Series No RS-G-1.7) sisältyvät raja-arvot. Mikäli pitoisuudet jäävät raja-arvojen alle, kaupalle ei tulisi olla säteilysuojellisia esteitä. Mikäli raja-arvot ylittyvät, voi vastaanottavan maan viranomaisen harkita, onko materiaalin tuonti perusteltua säteilyturvallisuuskäytökohdat, taloudellinen hyöty ja muut seikat huomioon ottaen. Uraani- ja toriumsarjojen nuklideille kyseinen raja-arvo on 1000 Bq/kg ja kalium-40:lle 10 000 Bq/kg.

Säteilylain alaisesta toiminnasta syntyvistä radioaktiivisista jätteistä tai päästöistä aiheutuva väestöaltistus on selvitettävä, jos voidaan perustellusti epäillä, että yksilöannos ylittää 0,1 millisievertiä (mSv) vuodessa. Jos arvioitu säteilyaltistus on tätä suurempi, toiminnan harjoittajan tulee esittää STUKille suunnitelma toimista, joilla väestön altistus pidetään niin pienenä kuin käytännöllisin toimin on mahdollista. Tehty selvitys ja esitetty suunnitelma huomioiden Säteilyturvakeskus asettaa tarvittaessa toimintaa koskevan annosrajoituksen.

Sievert	(Sv) Säteilyaltistuksen yksikkö, säteilyannos, jonka yksikkö on Sv; mSv on sen tuhannesosa. Suomalaisten keskimääräinen vuotuinen säteilyannos on 3,7 mSv
Väestöaltistus	Tyypillinen yksilön säteilyannos väestöryhmässä, joka altistuu eniten tietyistä radioaktiivisista aineista tai säteilylaitteista käyttävästä toiminnasta

Useilla teollisuuslaitoksilla on läjitysalueita, saostusaltaita tai muita vastaavanlaisia jätteen loppusijoituspaikkoja laitosalueella tai sen välittömässä läheisyydessä. Näitä on käytetty myös NORM-jätteen loppusijoitukseen, tavallisesti sekoittamalla NORM-jäte muun teollisuusjätteen joukkoon. NORM-jättemateriaaleja käytetään myös täyttömateriaalina teiden pohjissa ja maisemarakentamisessa.

Loppusijoitettaessa NORM-jätteitä maan pintakerrokseen on sekä kokonaisaktiivisuusmääriä että aktiivisuuspitoisuuksia tarpeen rajoittaa. Radioaktiivisista aineista ei saa aiheutua pitkienkään aikojen kuluessa rajoitukset ylittävää säteilyaltistusta, vaikka kyseiset aineet kulkeutuisivat läheisiin vesistöihin tai alueella tehtäisiin maansiirtotöitä käyttörajoitusten unohtuessa.

Yleisen säteilyturvallisuustarkastelun perusteella voidaan olla varsin varmoja siitä, että edellä esitetty annosrajoitus 0,1 mSv vuodessa alittuu, mikäli maan pintakerrokseen haudatun, uraanisarjan, radiumsarjan tai toriumsarjan nuklideja sisältävän NORM-jätteen kokonaisaktiivisuus on enintään 20 miljardia becquereliä (20 GBq). Pelkästään uraanipitoista jätettä hau-

dattaessa vastaava kokonaisaktiivisuus on 500 GBq. Jos yhdelle alueelle haudattavien NORM-jätteiden kokonaisaktiivisuudet jäävät näiden arvojen alle, ei säteilyaltistuksesta tarvitse tehdä tapauskohtaista selvitystä.

Aktiivisuuspitoisuutta voidaan vähentää laimentamalla NORM-jäte muilla toiminnassa syntyvillä jäteaineilla. Maahan haudattavien materiaalien nuklidikohtaiset aktiivisuuspitoisuudet eivät saa ylittää STUKin ohjeen ST 12.2 indeksikaavoihin perustuvia arvoja.

STUK on antanut rakennusmateriaalien radioaktiivisuutta koskevat toimenpidearvot ohjeessa ST 12.2. Rakennusmateriaalien tuottajat ja maahantuojat ovat velvollisia huolehtimaan, että markkinoille saatettavat materiaalit täyttävät ohjeen vaatimukset. Säteilyaltistuksen kannalta merkittävin on betoni, koska sitä käytetään rakennuksissa runsaasti. Varsinkin betonielementtituotannossa käytettävän betonin aktiivisuuspitoisuudet tulisi aina selvittää. Muiden materiaalien osalta mittaukset ovat yleensä tarpeen vain, jos on erityistä syytä epäillä tuotteen sisältävän tavanomaista suurempia määriä NORM-aineita.

NORM-kontaminoitunutta metalliromua voidaan puhdistaa esimerkiksi hiekkapuhaltamalla niin, että romu kelpaa kierrätysraaka-aineeksi ja radioaktiiviset aineet saadaan talteen pienessä tilavuudessa. Ulkomailla on käytössä myös erityisiä matala-aktiivisille metalliromuille tarkoitettuja sulatuslaitoksia.

STUKin hallinnassa on erityisesti käytöstä poistetuille umpilähteille tarkoitettu pitkäaikaisvarasto, joka sijaitsee Olkiluodossa voimalaitosjätteiden loppusijoitustilan yhteydessä. Olkiluodon pienjätevarastoon voidaan ottaa varsin rajoitetusti NORM-jätteitä, lähinnä yksittäisiä, enintään muutaman sadan kilon jätepakkauksia. Vastaanotosta perittävä korvaus on verraten korkea, esimerkiksi 100 kg pakkauksen vastaanottomaksu on noin 5000 euroa.

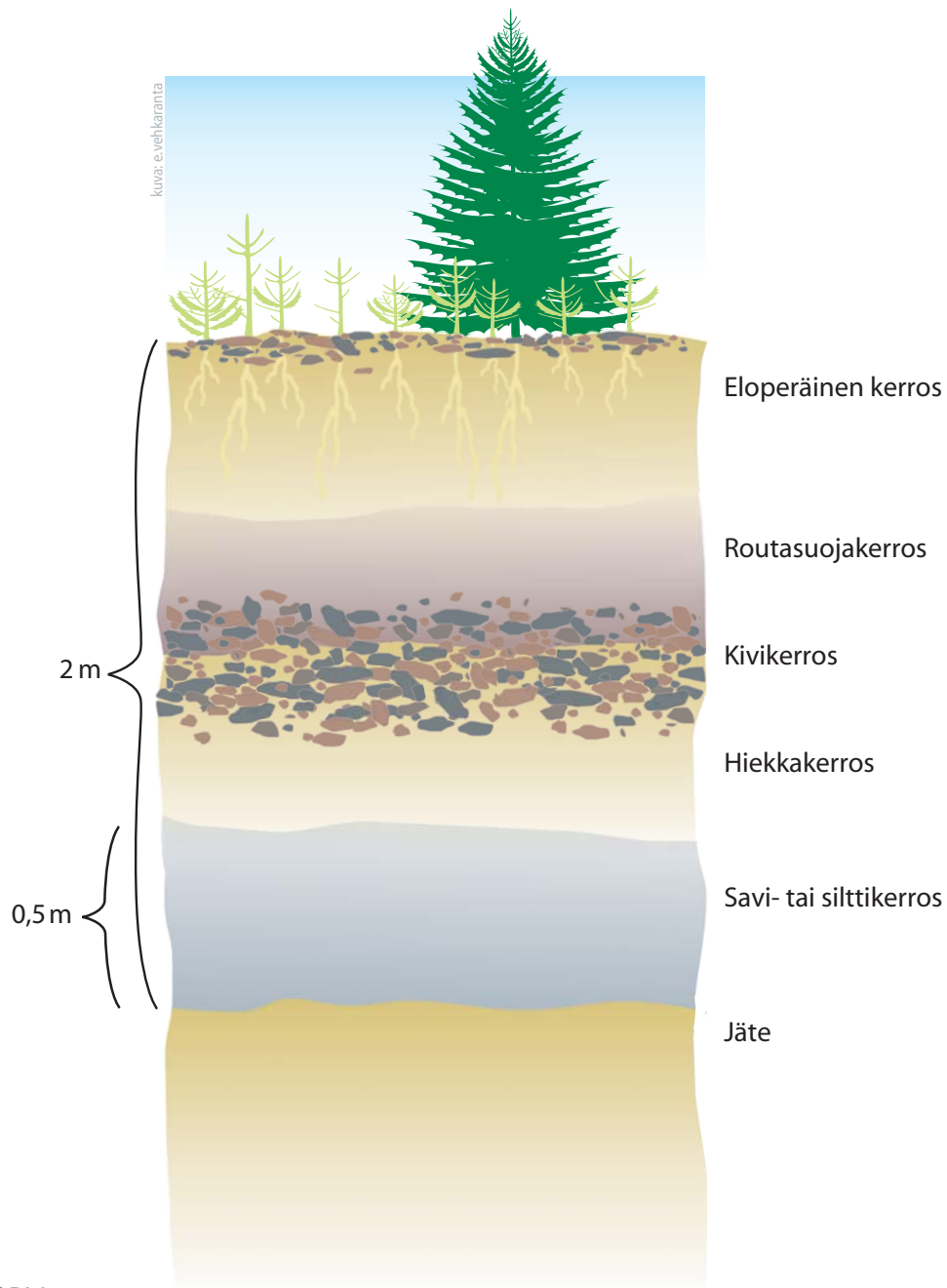
Mikäli NORM-jätteitä, joista ei voida huolehtia niiden syntypaikoilla, kertyy vastaisuudessa suuria määriä, tulee harkittavaksi niiden keskitetyn loppusijoituksen tai pitkäaikaisvarastoinnin järjestäminen.

NORM-jätealueiden jälkihoito

NORM-jätealueesta pitkällä aikavälillä aiheutuvaa säteilyaltistusta voidaan tehokkaasti rajoittaa peittämällä alue parin metrin vahvuisella kerroksella maa-aineksia esim. kuvassa 4 esitetyllä tavalla:

- Päälimmäisenä on eloperäisiä maa-aineksia ja kasvillisuutta eroosion estämiseksi.
- Sen alle tulee hienorakeista maa-ainesta routasuojakerrokseksi.
- Kivenmurikoista ja kallionlohkareista muodostuvalla välikerroksella vaikeutetaan jätealueeseen kaivautumista.
- Sen alla on hiekkakerros, joka johtaa vuotovedet jäteauaman reunoille.
- Pohjimmaisena on puolisen metriä paksu savi- tai silttikerros, joka pidättää radonkaasua.

Jätealue ja sitä koskevat rajoitukset on myös merkittävä maankäyttöä sääntelevään rekisteriin.



Kuva 4. NORM-jätealueen peittäminen maaineksella

Lisätietoa aiheesta

- Ydinenergialaki (990/1987)
- Ydinenergia-asetus (161/1988)
- Säteilylaki (592/1991) muutoksineen
- Säteilyasetus (1512/1991) muutoksineen
- Ohje ST 12.2. Rakennusmateriaalien ja tuhkan radioaktiivisuus
- IAEA Safety Standard Series No RS-G-1.7

Ydinenergia- ja säteilylait ja niiden nojalla annetut säännökset ja STUKin ohjeet löytyvät STUKin Internet-sivuilta osoitteista

http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/fi_FI/lainsaadanto/

http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/viranomaisohjeet/fi_FI/viranomaisohjeet/

Kirjoittaja

Esko Ruokola, STUK

Kansikuva: Raimo Mustonen, STUK

Kuva 1: Tarja Ikäheimonen, STUK

Kuva 2: Ulriikka Järvinen

Kuva 3: Jaakko Tikkinen, STUK

Kuva 4: Elisa Vehkaranta



ISSN 0780-9662 • ISBN 952-478-072-0 (print) • ISBN 952-478-073-9 (pdf)
Laippatie 4, 00880 Helsinki
Puh. (09) 759 881, fax: (09) 759 88 500, www.stuk.fi