



Kansallinen toimintasuunnitelma vallitsevien altistustilanteiden tunnistamiseksi (KAVATTU)

Kansallinen toimintasuunnitelma vallitsevien altistustilanteiden tunnistamiseksi (KAVATTU)

Päivi Kurttio, Antti Kallio, Tuukka Turtiainen, Niina Leikoski, Sinikka Virtanen, Aleksi Mattila, Pia Keski-Jaskari, Mika Markkanen, Merja Tanhua-Tyrkkö, Siiri-Maria Aallos-Ståhl ja Santtu Hellstén

Julkaisujen jakelu

Distribution av publikationer

**Valtioneuvoston
julkaisuarkisto Valto**

Publikations-
arkivet Valto

julkaisut.valtioneuvosto.fi

Sosiaali- ja terveysministeriö

CC BY-ND 4.0

ISBN pdf: 978-952-00-9717-2

ISSN pdf: 1797-9854

Taitto: Valtioneuvoston hallintoyksikkö, Julkaisutuotanto

Helsinki 2023

Kansallinen toimintasuunnitelma vallitsevien altistustilanteiden tunnistamiseksi (KAVATTU)

Sosiaali- ja terveysministeriön julkaisuja 2023:26

Julkaisija Sosiaali- ja terveysministeriö

Tekijä/t Kurttio, Päivi; Kallio, Antti; Turtiainen, Tuukka;
Leikoski, Niina; Virtanen, Sinikka; Mattila, Aleks;
Keski-Jaskari, Pia; Markkanen, Mika; Tanhua-Tyrkkö, Merja;
Aallos-Ståhl, Siiri-Maria; Hellstén, Santtu;

Yhteisötekijä Säteilyturvakeskus STUK

Kieli Suomi

Sivumäärä

37

Tiivistelmä

Säteilyturvallisuusdirektiivin 2013/59/Euratom artiklassa 100 vaaditaan jäsenmaita tunnistamaan vallitsevia altistustilanteita. Tältä osin artikla 100 on Suomessa toimeenpantu säteilylain 142 §:ssä. Tässä kansallisessa toimintasuunnitelmassa esitetään menettelyjä ja ehdotetaan vastuutahoja edellä mainittujen tilanteiden tunnistamiseksi. Kun vallitseva altistustilanne on tunnistettu, sitä hallinnoidaan säteilylain 17 luvussa (Vallitsevat altistustilanteet) säädetyin menettelyin.

Asiasanat

säteily, säteily lähteen mukaan, Säteilyturvakeskus, sosiaali- ja terveysministeriö, vallitseva altistustilanne, säteilylaki

ISBN PDF 978-952-00-9717-2

Asianumero

ISSN PDF

1797-9854

Hankenumero

VN/3439/2021

Julkaisun osoite <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-00-9717-2>

Nationell handlingsplan för identifiering av befintliga exponeringssituationer (KAVATTU)

Social- och hälsovårdsministeriets publikationer 2023:26

Utgivare Social- och hälsovårdsministeriet

Författare Kurttio, Päivi; Kallio, Antti; Turtiainen, Tuukka;
Leikoski, Niina; Virtanen, Sinikka; Mattila, Aleksii;
Keski-Jaskari, Pia; Markkanen, Mika; Tanhua-Tyrkkö, Merja;
Aallos-Ståhl, Siiri-Maria; Hellstén, Santtu;

Utarbetad av Säteilyturvakeskus

Språk Finska

Sidantal

37

Referat

Artikel 100 i strålskyddsdirektivet 2013/59/Euratom kräver att medlemsländerna identifierar befintliga exponeringssituationer. Denna del av artikel 100 har genomförts i Finland genom 142 § i strålsäkerhetslagen. Denna nationella handlingsplan presenterar förfaranden och föreslår ansvariga för identifiering av de ovannämnda situationerna. När en befintlig exponeringssituation har identifierats hanteras den i enlighet med de förfaranden som föreskrivs i 17 kap. i strålsäkerhetslagen (Befintliga exponeringssituationer).

Nyckelord

strålning, strålning enligt källa, Strålsäkerhetscentralen, social- och hälsovårdsministeriet, befintlig exponeringssituation, strålsäkerhetslag

ISBN PDF 978-952-00-9717-2

Ärendenummer

ISSN PDF 1797-9854

Projektnummer VN/3439/2021

URN-adress <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-00-9717-2>

National action plan for identifying existing exposure situations (KAVATTU)

Publications of the Ministry of Social Affairs and Health 2023:26

Publisher Ministry of Social Affairs and Health

Author(s) Kurttio, Päivi; Kallio, Antti; Turtiainen, Tuukka;
Leikoski, Niina; Virtanen, Sinikka; Mattila, Aleks;
Keski-Jaskari, Pia; Markkanen, Mika; Tanhua-Tyrkkö, Merja;
Aallos-Ståhl, Siiri-Maria; Hellstén, Santtu;

Group author Radiation and Nuclear Safety Authority in Finland

Language Finnish

Pages

37

Abstract

Article 100 of the Directive laying down basic safety standards for protection against the dangers arising from exposure to ionizing radiation 2013/59/Euratom requires Member States to identify existing exposure situations. In this regard, Article 100 has been implemented in Finland in section 142 of the Radiation Act. This national action plan sets out procedures and proposes responsible parties to identify the above-mentioned situations. When an existing exposure situation has been identified, it is managed in accordance with the procedures laid down in chapter 17 (Existing exposure situations) of the Radiation Act.

Keywords radiation, radiation by source, Radiation and Nuclear Safety Authority, The Ministry of Social Affairs and Health, existing exposure situation, Radiation Act

ISBN PDF 978-952-00-9717-2

Reference number

ISSN PDF 1797-9854

Project number VN/3439/2021

URN address <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-00-9717-2>

Sisältö

1	Tausta	7
2	Säteilyaltistusta mahdollisesti aiheuttavat vallitsevat altistustilanteet	10
2.1	Päätyneet toiminnot, jotka eivät ole olleet viranomaisvalvonnassa tai joita ei ole säännelty kuten vastaavia toimintoja	10
2.1.1	Menettelyt ja vastuutahot tilanteiden tunnistamiseksi	10
2.1.2	Tunnistettuja kohteita	12
2.1.3	Toimenpidesuosituksia	15
2.2	Säteilyvaaratilanteet, joista on siirrytty vallitsevaan altistustilanteeseen	16
2.2.1	Menettelyt ja vastuutahot tilanteiden tunnistamiseksi	17
2.2.2	Tunnistettuja kohteita	18
2.2.3	Toimenpidesuosituksia	18
2.3	Toiminnot, joista vastuussa olevaa toiminnanharjoittajaa ei voida osoittaa	19
2.3.1	Menettelyt ja vastuutahot tilanteiden tunnistamiseksi	19
2.3.2	Tunnistettuja kohteita	22
2.3.3	Toimenpidesuosituksia	24
2.4	Luonnossa olevat radioaktiiviset aineet muissa kuin säteilylain 18 luvussa säädetyissä tilanteissa	25
2.4.1	Menettelyt ja vastuutahot tilanteiden tunnistamiseksi	25
2.4.2	Tunnistettuja kohteita	27
2.4.3	Toimenpidesuosituksia	30
2.5	Kuluttajan käyttöön tarkoitettuihin tuotteisiin päätyneet radioaktiiviset aineet ..	32
2.5.1	Menettelyt ja vastuutahot tilanteiden tunnistamiseksi	32
2.5.2	Tunnistettuja kohteita	34
2.5.3	Toimenpidesuosituksia	34
3	Viitteet	35

1 Tausta

Säteilylain (859/2018) 142 §:n mukaisesti Sosiaali- ja terveysministeriö (STM) laatii kansallisen toimintasuunnitelman vallitsevien altistustilanteiden tunnistamiseksi ja suunnitelmassa tarkoitettujen toimenpiteiden toteuttamiseksi. Säteilylain määritelmien perusteella *vallitsevalla altistustilanteella* tarkoitetaan ionisoivan säteilyn aiheuttamaa altistustilannetta, joka ei ole säteilyvaaratilanne tai säteilytoimintaa. Vallitsevia altistustilanteita on säteilylaissa kahta eri tyyppiä, jotka on jaettu säteilylain lukuihin 17 ja 18 (Taulukko 1). Tässä toimintasuunnitelmassa käsitellään säteilylain 17 luvun mukaisia altistustilanteita, joissa vastuutahoa ei voida helposti osoittaa, minkä vuoksi tilanteiden tunnistaminen ja toimenpiteiden harkinta vaatii erityistä suunnittelua. Sen sijaan säteilylain 18 luvun mukaisessa luonnonsäteilylle altistavassa toiminnassa on kyseessä käynnissä tai suunnitteilla oleva toiminta, jolle on tyypillisesti olemassa selkeä toiminnasta vastaava taho, jonka tulee tehdä lain vaatimat selvitykset ja toteutettava tarvittavat toimenpiteet luonnonsäteilyaltistuksen rajoittamiseksi. Lisäksi toiminnan edellytyksenä on turvallisuuslupa, jos toiminnasta aiheutuva työperäinen tai väestön altistus taikka työpaikan tai talousveden radonpitoisuus on toimenpiteistä huolimatta viitearvoa suurempi.

Taulukko 1. Vallitsevien altistustilanteiden jaottelu säteilylaissa. Tässä säteilylain 142 §:n perusteella tehdyssä kansallisessa toimintasuunnitelmassa vallitsevien altistustilanteiden tunnistamiseksi käsitellään säteilylain 17 luvun mukaisia tilanteita.

Säteilylain 17 luvun mukaiset vallitsevat altistustilanteet (Valtioneuvoston asetus ionisoivasta säteilystä 1034/2018 49 §), joita tämä toimintasuunnitelma käsittelee	Säteilylain 18 luvun mukaiset vallitsevat altistustilanteet (luonnonsäteilylle altistava toiminta), jotka eivät kuulu tähän toimintasuunnitelmaan
1) päättyneet toiminnot, jotka eivät ole olleet viranomaisvalvonnassa tai joita ei ole säännelty kuten vastaavia toimintoja suunnitelman laadintahetkellä;	a) sisäilman radon (työpaikat, muut oleskelutilat, asunnot, rakennushankkeet)
2) säteilyvaaratilanteet, joista on siirrytty vallitsevaan altistustilanteeseen;	b) rakennustuotteiden valmistus, tuonti tai siirto ¹ (ulkoinen gammasäteily rakennustuotteista)
3) toiminnot, joista vastuussa olevaa toiminnanharjoittajaa ei voida osoittaa;	c) talousveden tuottaminen (talousvettä toimittavat laitokset)
4) luonnossa olevat radioaktiiviset aineet muissa kuin säteilylain 18 luvussa säädettyissä tilanteissa;	d) ilmailu
5) 1–4 kohdassa tarkoitetuista tilanteista kuluttajan käyttöön tarkoitettuihin tuotteisiin päätyneet radioaktiiviset aineet lukuun ottamatta elintarvikkeita, rehuja, talousvettä ja rakennustuotteita.	e) muu luonnonsäteilylle altistava toiminta (maa-, kivi-, tai muiden luonnonaineisten, tai näiden käytön seurauksena syntyvien materiaalien käsittely, käyttö, varastointi ja hyödyntäminen; esimerkiksi kaivostoiminta, malminrikastus ja metallinjalostus)

Säteilyturvallisuusdirektiivin 2013/59/Euratom artiklassa 100 vaaditaan jäsenmaita tunnistamaan vallitsevia altistustilanteita. Tältä osin artikla 100 on Suomessa toimeenpantu säteilylain 142 §:ssä. Säteilylain 142 §:n perusteluissa todetaan, että kansalliseen toimintasuunnitelmaan sisällytetään toimet, joiden avulla voidaan tunnistaa säteilyturvallisuusdirektiivin 2013/59/Euratom liitteessä XVII yksilöidyt vallitsevat altistustilanteet. Kyseisessä liitteessä XVII on mainittu yllä olevan Taulukon 1 altistustilanteista kohdat 1) – 3), 5), a) ja b). Näistä kohta a) eli sisäilman radon -asiat sisältyvät säteilylain 159 §:n perusteella jo aiemmin laadittuun erilliseen kansalliseen toimintasuunnitelman radonista aiheutuvien pitkän aikavälin riskien ehkäisemiseksi (STM 2020). Näin ollen tästä toimintasuunnitelmasta rajautuvat pois säteilylain 18 luvun sääntelyyn piiriin kuuluvat asiat, vaikka osa niistä onkin mukana direktiivin 2013/59/Euratom liitteessä XVII.

1 Kohdan b) osalta tässä toimintasuunnitelmassa käsitellään vain aikaa ennen vuotta 1991 (jotka kuuluvat Taulukon 1 kohdan 1) piiriin), koska rakennustuotteista aiheutuvaa säteilyaltistusta on säännelty jo edellisen säteilylain (592/1991) aikana, ja säännellään edelleen nykyisessä säteilylaissa.

Tässä kansallisessa toimintasuunnitelmassa **esitetään menettelyjä ja ehdotetaan vastuutahoja** edellä mainittujen **tilanteiden tunnistamiseksi**. Toimia vallitsevien altistus-tilanteiden tunnistamiseksi voivat olla esimerkiksi kampanjamuotoiset erillisselvitykset tietyn tyyppisistä erityiskohteista kuten vanhoja kaivannaisjätealueita tai kaatopaikkoja koskien. Muita toimia voivat olla mekanismien luonti muun valvonnan yhteyteen kuten esimerkiksi valtakunnallisen ympäristön säteilyvalvonnan ja säteilytoiminnan valvonnan yhteyteen. Kun vallitseva altistustilanne on tunnistettu, sitä hallinnoidaan säteilylain 17 luvussa (Vallitsevat altistustilanteet) säädetyin menettelyin.

2 Säteilyaltistusta mahdollisesti aiheuttavat vallitsevat altistustilanteet

2.1 Päättyneet toiminnot, jotka eivät ole olleet viranomaisvalvonnassa tai joita ei ole säännelty kuten vastaavia toimintoja

Päättynyt toiminto on esimerkiksi radioaktiivisten aineiden käyttö ennen kuin säteilysuojauslaki (174/1957) tuli voimaan. Kyseessä voi olla myös esimerkiksi ennen edellisen säteilylain (592/1991) voimaantuloa 1.1.1992 toimintansa lopettaneen kaivoksen luonnon radioaktiivisia aineita sisältävä jätealue (kaivannaisjätealue) tai vanha kaatopaikka, joka sisältää jätteitä luonnonsäteilylle altistavasta toiminnasta.

2.1.1 Menettelyt ja vastuutahot tilanteiden tunnistamiseksi

Päättäneitä vanhoja luonnonsäteilylle altistavia toimintoja on jo ennestään Säteilyturvakeskuksen (STUK) tiedossa, koska näitä kohteita on aiemmin tutkittu tai seurattu altistustilanteen kartoittamiseksi taikka luonnon radioaktiivisten aineiden kulkeutumisen selvittämiseksi. Lisäksi STUK on osallistunut joidenkin kohteiden sulkemiseen, jälkihoitoon tai kunnostukseen liittyviin menettelyihin, joten kohteista on jo valmiiksi tietoa olemassa.

Suomessa sijaitsevat **käytöstä poistetut ja hylätyt kaivannaisjätealueet** on kartoitettu systemaattisesti KAJAK-hankkeissa² (Räisänen ym. 2013; Tornivaara ym. 2018). Kartoituksen toteuttivat Suomen ympäristökeskus, Geologian tutkimuskeskus (GTK) sekä Kainuun ja Pohjois-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukset, ympäristöministeriön toimeksiannosta. Kaivannaisjätealueiden kartoitus perustuu EU:n kaivannaisjätedirektiiviin 2006/21/EY, jonka mukaan käytöstä poistetut tai hylätyt vakavaa ympäristön pilaantumista tai ympäristölle mahdollista vaaraa aiheuttavat kaivannaisjätteen jätealueet tulee luetteloida. Luettelo on viimeksi päivitetty 9.1.2020 ja siinä on 31 kaivosaluetta, joilla on 42 kaivannaisjätteen jätealuetta. Vain muutamissa näistä kohteista tiedetään olevan luonnon radioaktiivisia aineita suurempina pitoisuuksina kuin kallioperässä keskimäärin,

2 KAJAK-hankkeen sivusto: https://maaperakuntoon.fi/fi-FI/Ohjelmat_ja_hankkeet/KAJAK

mutta kaikista kohteista ei ole tiedossa tarkkoja pitoisuustietoja. KAJAK-jatkohankkeissa tarkastellaan ympäristöministeriön hyväksymässä prioriteettijärjestyksessä kaivannaisjätealueiden tilaa ja arvioidaan kunnostustarvetta sekä edelleen kunnostetaan alueita riskiperusteisesti kohteesta riippuen joko toiminnasta vastaavan tahon tai valtion kustannuksella (Tornivaara ym. 2020). STUKin rooli KAJAK-hankkeisiin liittyen on toimia tarpeen mukaan viranomaisyhteistyössä säteilyasiantuntijana niissä kohteissa, joissa luonnon radioaktiivisten aineiden pitoisuudet ovat merkittäviä. KAJAK-hankkeesta saatavia tietoja voidaan tulevaisuudessa hyödyntää, kun arvioidaan, tarvitaanko luonnonsäteilyaltistuksen vuoksi toimenpiteitä. KAJAK-kohteiden seurantatutkimuksia ja kunnostuksia koordinoi Pirkanmaan ELY-keskus, ja työ jatkuu pitkälle tulevaisuuteen.

Hylättyjen kaivannaisjätealueiden lisäksi STUKin tiedossa on myös suunnittelu- tai lupavaiheessa olevia **vireillä olevia kaivos Hankkeita, joiden alueella tiedetään olevan edellisen toimijan päättäneestä toiminnasta peräisin olevia luonnon radioaktiivisia aineita sisältäviä aineksia**. Nämä vireillä olevat kaivos Hankkeiden alueet eivät ole edellä mainitulla KAJAK-listalla. Uutena avattavia kaivoksia valvotaan luonnonsäteilylle altistavana toimintana säteilylain 18 luvun mukaisesti. Uusi kaivostoimija huolehtii myös kaivosalueella sijaitsevista vanhoista kaivannaisjätteistä ja niiden loppukäsittelystä siltä osin, kun niihin kajotaan uuden kaivostoiminnan yhteydessä, tai uudella kaivostoiminnalla voi olla vaikutuksia vanhojen jätteiden pitkäaikaiseen pysyvyyteen. Mikäli kaivos Hankke ei johda kaivostoimintaan, alueiden muussa jatkokäytössä voi olla tarpeen huomioida luonnon radioaktiivisia aineita sisältävät vanhat kaivannaisjätteet, jos maankäyttö muuttuu sellaiseksi, että altistusta voisi syntyä.

Tieto vanhan jätealueen radioaktiivisista aineista saadaan parhaiten säilymään tuleville sukupolville ja se voidaan huomioida alueen maankäytössä, jos tieto olisi alueen kaavamerkinnöissä, kiinteistötietojärjestelmässä ja ympäristöhallinnon pilaantuneita maita koskevissa tietokannoissa. Suomessa on asetettu ydinenergialain (63.1 §, 6. kohta) nojalla yksi kiinteistöjä koskeva toimenpidekielto radioaktiivisten aineiden vuoksi Paukkajanvaaran entisellä uraanikaivosalueella (STUK diaarinro Y102/40). Vastaavia toimenpidekieltoja ei voida asettaa säteilylain perusteella. Kun radioaktiivisia jätteitä tai luonnonsäteilylle altistavassa toiminnassa syntyviä jätteitä nykyään sijoitetaan toiminnassa oleville kaatopaikoille, katsotaan, että tulevaa maankäyttöä on jo ympäristöviranomaisten hyväksymän kaatopaikan olemassaolon vuoksi tietyllä tavalla rajattu. Ei ole todennäköistä, että ympäristöluvanvaraisen ja kaavaan merkityn kaatopaikka-alueen maankäyttötarkoitusta muutettaisiin kaatopaikan sulkemisen jälkeen siten, että kaatopaikalle sijoitetut jätteet aiheuttaisivat haittaa uudessa maankäyttötarkoituksessa. Suljetut kaatopaikat eivät ole ensisijaisia alueita esimerkiksi asumiseen, vaan niitä käytetään esimerkiksi virkistysalueina tai muussa käytössä, jossa altistus on vähäistä. Kaikilta osin ei varmasti ole tiedossa hyvin vanhoille kaatopaikoille joko tahattomasti tai tahallaan päätyneiden luonnon radioaktiivisten aineiden määriä.

Esimerkkinä säteilyyn liittyvistä kaavamerkinnöistä on Jyväskylän Rauhalahden tuhkaläjitysalue, jonne läjitettiin turvetuhkaa Tšornobylin³ onnettomuuden jälkeen 1980-luvun lopussa (Säteilyturvakeskus 2019). Kyseisen alueen kaavassa on merkintä, että mikäli alueella aiotaan tehdä kaivuutöitä, tulee asiasta pyytää STUKilta lausunto. Tuhkaläjitys on aikoinaan peitetty ja sen päällä on ollut jo pitkään virkistysalue, jossa maankäytön aiheuttama altistus on vähäistä. Alueeseen liittyviä lausuntoja on annettu STUKista viimeisen 30 vuoden aikana useita, esimerkiksi liittyen maakaapeliin kaivamiseen, kuntolaitteiden asentamiseen ja muihin kaivuutöihin. Cesium-137:n aktiivisuuspitoisuus ja samalla säteilyaltistuksen riski vähenee koko ajan cesiumin radioaktiivisen hajoamisen seurauksena. Yleisesti ottaen vanhat tuhkaläjitykset eivät ole merkittäviä altistuslähteitä, koska nykyisillä aktiivisuuspitoisuuksilla vanhat kohteet täyttävät tuhkan käyttöä maarakentamisessa koskeva ehdon (määräys STUK S/6/2022 13 §). Näin ollen tuhkaläjitysten altistusriskin voidaan todeta olevan vähäistä, mikäli tuhkat säilytetään peitettynä.

2.1.2 Tunnistettuja kohteita

Suljettuja kaivoksia ja kaivannaisjätealueita, jotka ovat KAJAK-listalla

Korsnäsän lyijykaivoksella (toiminnassa vuosina 1961–1972) on lyijyrikasteen lisäksi tuotettu lantanideja sisältävää apatiittirikastetta 36 000 tonnia. Lyijyn rikastuksesta syntyy rikastushiekkaa 760 000 tonnia ja se läjitettiin rikastushiekka-alueelle. Lantanidirikaste läjitettiin louhoksen läheisyyteen odottamaan myyntiä, mutta rikastekasa jäi kaivosalueelle kaivostoiminnan päätyttyä. Lantanidirikaste ja rikastushiekka-alue sisältävät luonnon radioaktiivisia aineita suurempina pitoisuuksina kuin mitä on tavanomaisesti maaperässä. Kaivosalueen jälkihoito on ollut STUKin seurannassa (Säteilyturvakeskus 1992; 1998b). Lantanidirikasteessa uraani-238:n aktiivisuuspitoisuus on noin 2000–4000 Bq/kg, radium-226:n 2000–8000 Bq/kg ja torium-232:n 1000–2000 Bq/kg (Säteilyturvakeskus 1992; Suominen 2020). Rikastushiekassa uraani-238:n aktiivisuuspitoisuus on noin 600–900 Bq/kg, radium-226:n 500–900 Bq/kg ja torium-232:n 200–400 Bq/kg (Säteilyturvakeskus 1992; Suominen 2020). Korsnäsän lyijykaivoksen radioaktiivisuuden nykytilasta on tehty STUKin toimeksiannosta opinnäytetyö (Suominen 2020), jonka perusteella luonnonsäteilyaltistuksen tiedetään olevan vähäistä nykyisessä maankäytössä. Kunnalla on kuitenkin suunnitelmia alueen virkistys- ja muun käytön lisäämiselle. Korsnäs on KAJAK-seurantakohte

3 Tässä dokumentissa käytetään ukrainan kielestä SFS 4900 -standardin mukaisesti translitteroitua onnettomuuspaikkakunnan nimeä Tšornobyli (aiemmin tunnettu venäjänkielisellä nimellä Tšernobyli)

vuosina 2022–2023⁴. Seurannassa tehdään tarkentavia mittauksia myös säteilyn ja radioaktiivisten aineiden osalta. Seurantaraportti valmistuu loppuvuodesta 2023 ja siitä pyydetään STUKin lausunto.

Vihannin kaivos oli toiminnassa vuosina 1954–1992. Vihannin malmi sisälsi sinkkiä, kuparia, lyijyä ja hopeaa (Tornivaara ym. 2018). Vihannin Lampinsaaren uraani esiintymä löydettiin, kun kairasydänvarastoja tutkittiin systemaattisesti 1970-luvulla. Kaivoksen alkuaikoina uraanipitoista osaa on todennäköisesti louhittu muun kiven mukana ja sitä voi löytyä jätealueelta. STUK on valvonut jätealueen jälkihoitotoimia (Mustonen 2007). Vihannin suljetun kaivoksen radioaktiivisuuden nykytilasta on tehty STUKin toimeksiannosta opinnäytetyö (Suominen 2020), jonka perusteella tiedetään nykyisessä maankäytössä luonnonsäteilyaltistuksen olevan vähäistä. Vihannin kaivoksen jätealueelle on sijoitettu noin 14 Mt rikastushiekkaa (Tornivaara ym. 2018), jossa uraanisarjan radionuklideja on noin 300 Bq/kg ja toriumisarjan noin 10 Bq/kg (Suominen 2020).

Vireillä olevia kaivoshankkeita, joiden alueilla on myös vanhoja jätteitä (eivät ole KAJAK-listalla)

Kuusamon Juomasuolla on kulta-kobolttiesiintymä, jossa tavataan myös kuparia, volframia, uraania ja molybdeenia (Mustonen 2007). Esiintymästä on tehty pienimuotoista koelouhintaa ja rikastusta 1990-luvun alussa (Anttonen 1993) ja se on ollut useiden eri yhtiöiden hallinnassa tämän jälkeen. Juomasuon ja Hangaslammen esiintymissä uraanipitoisuudet ovat keskimäärin noin 150–300 mg/kg (uraani-238:n aktiivisuuspitoisuus noin 2000–4000 Bq/kg), mutta uraniniittia sisältävissä yksittäisissä näytteissä pitoisuudet voivat olla suurempia kuin 1000 mg/kg (Kuusamon kultakaivoshankkeen YVA-selostus 2013). Juomasuon vireillä oleva kulta-kobolttihanke on edelleen malminetsintävaiheessa.

Hannukaisen vireillä olevan kaivoshankkeen alueella on Rautuvaaran vanha rikastushiekka-alue (1962–1995), joka sisältää yhteensä 9,5 Mt rikastushiekkaa useiden eri malmien (Rautuvaara, Kuervaara, Laurinoja, Saattopora, Pahtavuoma) rikastuksesta, mukaan lukien noin 17 000 tonnia rikastushiekkaa Kuusamon Juomasuon kultamalmin (Räisänen ym. 2015). Juomasuon rikastushiekka esiintyy ohuena kerroksena muiden rikastushiekkojen seassa ja uraanipitoisuus siinä on noin 470 mg/kg (Räisänen ym. 2015), mikä vastaa uraani-238:n aktiivisuuspitoisuutta 5800 Bq/kg. Kuusamon Juomasuon ja Hangaslammen kultamalmeissa tiedetään esiintyvän vastaavia uraanipitoisuuksia (Kuusamon kultakaivoshankkeen YVA-selostus 2013). Rautuvaaran radioaktiivisuuden nykytilasta on tehty STUKin toimeksiannosta opinnäytetyö (Pelkonen 2018). Opinnäytetyön jälkeen

4 Korsnäsiä koskeva KAJAK-hankkeen sivu: https://maaperakuntoon.fi/fi-FI/Ohjelmat_ja_hankkeet/KAJAK/Korsnas

rikastushiekka-alue on peitetty ja jälkihoidettu (Pohjois-Suomen aluehallintoviraston päätökset 85/2014/1 ja 94/2019). Alue saattaa tulla uudelleen käyttöön Hannukaisen vireillä olevassa kaivoshankkeessa. Rautuvaarassa olevista peitetystä rikastushiekkajätteistä aiheutuva luonnonsäteilyaltistus on vähäistä.

Savukoskella Soklin alueelta löydettyssä fosfaatti- ja niobimalmissa on suuremmat uraani- ja toriumpitoisuudet kuin Suomen maa- ja kallioperässä keskimäärin. Fosfaattimalmissa uraani-238:n aktiivisuuspitoisuus on keskimäärin 300 Bq/kg ja torium-232:n 500 Bq/kg. Niobimalmissa uraani-238:n aktiivisuuspitoisuus on keskimäärin 1000 Bq/kg ja torium-232:n 4000 Bq/kg (Solatie ym. 2010). Soklin esiintymä on löydetty vuonna 1967 ja alueella on tehty fosfaatin koelouhintaa ja rikastusta 1980-luvulla, sekä malminetsintää useilla vuosikymmenillä. Soklin esiintymän ympäristössä, kuten vesissä, sedimenteissä ja kasveissa luonnon radioaktiivisten aineiden aktiivisuuspitoisuudet eivät ole suurempia kuin Suomessa keskimäärin (Solatie ym. 2010). Soklissa on edelleen vireillä fosfaattikaivoshanke, jonka ympäristölupa palautettiin Korkeimman hallinto-oikeuden päätöksellä takaisin aluehallintovirastoon valmisteltavaksi vuonna 2022. Uraani- ja toriumpitoisuus on huomiotava, kuten kaikissa uusissa kaivoshankkeissa, jos alueen kaivosmineraaleja ryhdytään hyödyntämään.

Vanhoja uraanin koelouhintaan liittyviä kohteita

Paukkajanvaaran vanhasta uraanikaivoksesta Enon kunnassa louhittiin vuosina 1958–1961 noin 31000 tonnia malmia, jonka keskimääräinen uraanipitoisuus oli noin 0,12 % (Sillanpää ym. 1989; Mustonen ym. 1989). Jätteet on ydinenergialain perusteella loppusijoitettu ja alue todettu hyväksytyksi kunnostetuksi vuonna 2001 (STUK diaarinro Y102/39). Mahdollinen seuranta tapahtuu ydinenergialain mukaisesti, ja alueella on voimassa toimenpidekielto koskien maankäyttöä.

Askolan koerikastamo rakennettiin Lakeakallion uraaniesiintymän tutkimuksia varten. Lakeakalliolla oli kaivospiiri, jossa oli pieni koelouhos vuosina 1957–1958. Rikastamorakennus on purettu ja avolouhos sekä koerikastamon rikastushiekka-alue on peitetty 1980-luvulla (Mustonen 2007). Lähialueella on myös muita pieniä monttuja, joista on otettu näyte-eriä. Lakeakallioon tuotiin malmierä myös Pernajan Käldön saaren esiintymästä. Myös Käldön saarella on koelouhintakuoppia ja kasa heikosti säteilevää louhetta.

Paltamon Nuottijärvellä on tehty koerikastusta vuonna 1965 siirrettävällä rikastamolaitoksella. Paikalla on vielä pieni kasa osaksi säteilevää louhetta. Vuonna 1968 esiintymästä otettiin malmia, joka toimitettiin Poriin koerikastukseen (Mustonen 2007).

Päättäneitä toimintoja edellisen säteilylain 592/1991 ajalta, joilla on ollut tapahtumahetkellä STUKin hyväksyntä

Vanhoja tuhkäläjäytyksiä 1990-luvun alkupuolelta on muun muassa Jyväskylässä (Säteilyturvakeskus 2019) ja Noormarkussa. Vanhojen peitettyjen tuhkäläjitusten aiheuttama säteilyaltistus on vähäistä, mikäli maankäytössä ei tapahdu merkittäviä muutoksia.

Kokkolan Ykspihlajan teollisuusalueella kobolttisuolojen tuotannon raaka-aineen radium ja sen hajoamistuotteet päätyivät rautasakkana tehdasalueen läjitysalueeseen. Kyseinen rautasakka on läjitetty hehtaarin alueelle vuosina 1996–1998 ja sen kokonaismäärä on noin 30 000 tonnia. Radium-226:n aktiivisuuspitoisuus läjitetystä jätteestä oli noin 20 000 Bq/kg (Säteilyturvakeskus 1998a). Nämä jätteet muodostavat vain hyvin pienen osan teollisuusalueen suuresta vaarallisen jätteen kaatopaikasta, joka on edelleen käytössä. Muut rautasakkajätteet kaatopaikalla sisältävät vähäisempiä määriä luonnon radioaktiivisia aineita ja radiumpitoiset jätteet ovat peittyneet niiden alle.

Murskattuja Draken hävittäjien moottorien osia on sijoitettu vuonna 2005 ydinenergiain mukaisella hyväksynnällä Riikinnevan ongelmajätekaatopaikalle (1,5 tonnia, toriumpitoisuus n. 4 paino-%) maakaivantoon yhdessä metallipilaantuneen maa-aineksen kanssa (Säteilyturvakeskus 2005).

Outokummussa mineraaliprosessoinnin koetoiminnan toimipisteen kaivannaisjätealueelle on sijoitettu pyrokloorimalmin rikastuskokeista syntyneitä prosessijätettä (n. 2000 tonnia, uraani- ja toriumsarjan nuklidien pitoisuudet noin 10 000 Bq/kg; Säteilyturvakeskus 2007). Mineraalitekniikan koetoiminta on edelleen käynnissä ja kaivannaisjätealueiden maankäyttö ei ole muutoksen alla.

2.1.3 Toimenpidesuosituksia

STUK osallistuu viranomaisyhteistyönä vanhojen kaivannaisjätealueiden seurannan suunnitteluun KAJAK-hankkeiden kautta. Tarpeen mukaan luonnon radioaktiivisia aineita koskevat tiedot sisällytetään KAJAK-seurantakohteiden raportointiin. Asianosaiset kunnat ovat mukana kohteiden seurannan ja kunnostuksen suunnittelussa, joten kunnat saavat tarvittavat tiedot KAJAK-hankkeiden kautta.

Tietoja luonnon radioaktiivisista aineista tulisi lisätä tarpeen mukaan alueiden kaavaan ja ympäristöhallinnon tietokantoihin, jotta ne tulisi huomioida mahdollisissa tulevaisuuden maankäytön muutoksissa.

Mikäli vireillä olevat Soklin, Hannukaisen tai Juomasuon kaivoshankkeet eivät tulevaisuudessa johda kaivostoimintaan, vaan alueet päätyvät johonkin muuhun maankäyttöön, STUK arvioi, onko näillä alueilla silloin tarvetta toimenpiteille luonnonsäteilyaltistuksen vuoksi.

STUK tekee tai teettää resurssien mukaisesti erillisiä tutkimuksia päättyneiden toimintojen nykytilasta esimerkiksi Askolassa ja Paukkajanvaarassa (kuten on tehty aiemmin Rautuvaaran, Korsnäsin ja Vihannin kaivannaisjätealueiden tapauksissa).

STUK arvioi, onko vanhojen kaatopaikkojen ja tuhkaläjitysten seuranta tarpeellista tehdä ja tarvittaessa suunnittelee ympäristön säteilyvalvonnan erillishankkeen tai muun tutkimushankkeen mittausten tekemiseksi näillä alueilla.

2.2 Säteilyvaaratilanteet, joista on siirrytty vallitsevaan altistustilanteeseen

Tällaisia tilanteita ovat esimerkiksi säteilyvaaratilanteen jälkeiset ei-akuutit puhdistustyöt, jotka voivat kestää pitkiäkin aikoja. Mikäli säteilyvaaratilanteesta seuraa pitkäaikaisia vaikutuksia elinympäristöön, säteilyvaaratilanteen jälkivaihetta seuraa toipumisvaihe. Silloin säteilytilanne elinympäristössä on yhteiskunnan kannalta pysyvästi hyväksyttävä, jolloin ihmisten ja yhteiskunnan toiminta sopeutetaan vallitsevaan säteilytilanteeseen ([Säteilyturvakeskus 2020](#)). Säteilylain 137 § mukaan valtioneuvosto päättää siirtymisestä säteilyvaaratilanteesta vallitsevaan altistustilanteeseen, kun säteilyvaaran rajoittamiseksi ja säteilylähteiden hallintaan saamiseksi välttämättömät toimet on tehty. Vallitsevassa altistustilanteessa suojelutoimet on pyrittävä toteuttamaan siten, että työperäinen ja väestön altistus on säädettyä viitearvoa pienempi. Viitearvoja asetettaessa otetaan huomioon säteilysuojeluperusteet ja hyväksyttävyyys yhteiskunnan kannalta.

Vallitsevassa altistustilanteessa väestön altistuksen viitearvo efektiivisenä annoksena saa olla enintään 10 millisievertiä vuodessa (mSv/v) (STM:n asetus ionisoivasta säteilystä 1044/2018 17 §). Viitearvo voidaan asettaa pienemmäksi kuin 1 mSv/v, jos se koskee tiettyä aluetta tai muuta kohdetta tai siihen liittyvää tiettyä altistusreittiä. STUK vahvistaa vallitsevassa altistustilanteessa aiheutuvan altistuksen viitearvot väestölle (säteilylaki 140 §).

Vallitsevassa altistustilanteessa suojelutoimissa työperäisen altistuksen viitearvo efektiivisenä annoksena on 1 mSv/v (STM:n asetus 1044/2018 16 §). Jos työperäinen altistus ylittää viitearvon, on toiminnalle haettava turvallisuuslupaa (säteilylaki 141 §).

Merkittävin Suomen ympäristöön vaikuttanut säteilyvaaratilanne on ollut vuonna 1986 tapahtunut onnettomuus Tšornobylin ydinvoimalaitoksella, jonka aiheuttaman laskeuman seurauksena radioaktiivisia aineita levisi laajasti ympäri Eurooppaa. Suomeen levinnyt laskeuma kartoitettiin vuonna 1987 (Arvela ym.1990) ja kunnat jaettiin laskeuma-alueisiin 1–5. Vuonna 1987 oli korkeimman laskeuman alueella 5 cesium-137-laskeuma 45–78 kBq/m², joka vastaa cesiumin radioaktiivisen puoliintumisen takia nykyisin noin 23–35 kBq/m² aktiivisuuskatetta. Myös 1950- ja 1960-luvuilla suoritettujen ydinasekokeiden jälkeen radioaktiivisia aineita levisi ympäristöön globaalien laskeuman kuljettamana. Vuonna 2011 tapahtuneen Fukushima Dai-ichin ydinvoimalaitosonnettomuuden aiheuttama lisäys suomalaisten vuosittaiseen säteilyannokseen on merkityksettömän pieni.

2.2.1 Menettelyt ja vastuutahot tilanteiden tunnistamiseksi

STUK on ympäristön säteilyvalvonnasta vastaava taho Suomessa, ja vuosittain valvotaan keinotekoisien radioaktiivisten aineiden aktiivisuuspitoisuuksia ilmanäytteissä, laskeumassa, pinta- ja talousvedessä, maidossa, elintarvikkeissa ja jäteliitteessä. Lisäksi ohjelmaan kuuluu aihekohtaisia erillisselvityksiä. Ohjelma on suunniteltu siten, että sen avulla voidaan havaita radioaktiivisuuden muutokset ympäristössä, reagoida muutoksiin, arvioida ihmisen saamia säteilyannoksia sekä suunnitella ja neuvoa toimenpiteitä annosten pienentämiseksi. Säteilyvalvontaohjelman avulla ylläpidetään asiantuntemusta ja valmiutta reagoida nopeasti ja oikein poikkeaviin säteilytilanteisiin. Erillisselvitysten avulla voidaan selvittää yksityiskohtaisemmin mahdollisia tärkeitä säteilyaltistuksen lähteitä.

Esimerkkinä ympäristön säteilyvalvonnan erillishankkeesta on vuosina 2021–2022 toteutettu hanke, jossa tutkittiin suomalaisten jätteenpolttolaitosten tuhkien radioaktiivisten aineiden aktiivisuuspitoisuuksia (Kallio ym. 2023). Tutkimukseen osallistui jätteenpolttolaitoksia eri puolilta Suomea. Osa laitoksista käytti polttoaineenaan ainoastaan yhdyskuntajätettä, toisissa hyödynnettiin myös muita jätteitä. Jätteiden energiahyödyntäminen on vuodesta 2012 lähtien ollut merkittävin yhdyskuntajätteen käsittelymuoto – vuonna 2020 sen osuus oli 58 prosenttia eli yli 1 900 000 tonnia jätettä (Suomen virallinen tilasto 2020). Tutkituissa tuhkaerissä ei löytynyt sellaisia keinotekoisien tai luonnon radionuklidien aktiivisuuspitoisuuksia, jotka olisivat rajoittaneet tuhkan jatkokäyttöä.

Ihmisten saaman sisäisen säteilyaltistuksen suuruus voidaan arvioida suoralla gammaspektrometrillä mittauksella, niin sanotulla kokokehomittauksella. Kokokehomittauksella voidaan havaita kehossa mittaushetkellä olevat gamma- tai röntgensäteilyä lähettävät radionuklidit ja selvittää niiden määrät. Sisäisen säteilyn aiheuttaman annoksen kertymän kannalta merkittävin keinotekoinen radioaktiivinen aine on cesium-137. Suomessa on 1960-luvulta lähtien seurattu kokokehomittausten avulla ihmisissä olevaa radioaktiivisuuden määrää. Suurimmat ihmisissä havaitut cesium-137:n aktiivisuudet mitattiin

1960-luvun puolivälissä Pohjois-Lapin poronhoitajista, joiden elintapoihin liittyi runsas luonnontuotteiden ja poronlihan käyttö ravintona. Tšornobylin ydinvoimalaonnettomuuden jälkeen kokokehomittauksia varten perustettiin uusia seurantaryhmiä. Suurimman laskeuman alueelle Päijät-Hämeeseen perustettiin seurantaryhmä, joka koostuu paljon luonnontuotteita käyttävistä henkilöistä, esimerkiksi metsästäjistä ja kalastajista.

Tällä hetkellä Tšornobylin onnettomuutta ja ydinasekokeita seuranneesta laskeumasta aiheutuva keskimääräinen ulkoisen säteilyn annos on noin 0,01 mSv/v (Siiskonen 2020). Suurin osa sekä ulkoisesta että sisäisestä säteilyaltistuksesta aiheutuu cesium-137:stä. Ravinnon keinotekoiset nuklidit aiheuttavat sisäisesti noin 0,003 mSv/v efektiivisen annoksen, eli kokonaisannos keinotekoisista nuklideista on noin 0,01 mSv. Nämä annokset ovat selvästi pienempiä kuin pienin mahdollinen vallitsevia altistustilanteita koskeva viitearvo 0,1 mSv/v. Nykyisessä tilanteessa ei ole tarvetta lisätoimenpiteille keskimääräisen altistuksen suhteen, vaan STUKin valtakunnallinen ympäristön säteilyvalvontaohjelma on riittävä. Mikäli Suomessa tai lähialueella syntyy tulevaisuudessa uusia säteilyvaaratilanteita, päivitetään valvontaohjelmaa tarpeen mukaan.

2.2.2 Tunnistettuja kohteita

Ydinvoimalaitoksilla tapahtuvan onnettomuuden tai muun säteilyvaaratilanteen jälkeen voidaan siirtyä vallitsevaan altistustilanteeseen, kun välttämättömät toimet säteilyvaaran rajoittamiseksi ja säteilylähteiden hallintaan saamiseksi on tehty. Suomessa ympäristössä havaitaan edelleen vaihtelevat määrät radioaktiivisia aineita Tšornobylin onnettomuuden ja 1950–1960-luvuilla suoritettujen ydinasekokeiden seurauksena.

2.2.3 Toimenpidesuosituksia

STUKin jatkaa valtakunnallista ympäristön säteilyvalvontaohjelmaa. Ohjelman sisältöä arvioidaan riskiperusteisesti huomioiden säädösveloitteet sekä mittaustekniikan ja näytteenottomenetelmien kehittyminen.

Tietoa radioaktiivisuuden esiintymisestä säännöllisen valvonnan ulkopuolella olevista kohteista hankitaan erilliselvityksin.

2.3 Toiminnot, joista vastuussa olevaa toiminnanharjoittajaa ei voida osoittaa

Tilanne, jossa vastuussa olevaa toiminnanharjoittajaa ei voida osoittaa, voi olla esimerkiksi ns. orvon lähteen⁵ löytyminen tai pahemmassa tapauksessa vaurioituneen orvon lähteen aiheuttama ympäristön saastuminen silloin, kun sen käsittely ei ole osa säteilylain 86 §:ssä tarkoitettua turvallisuuslupaa edellyttävää toimintaa.

Löydetty orpo lähde voi olla ns. umpilähde, jolloin radioaktiivinen aine on pysynyt suljetussa astiassa tai suojuksessa. Toisaalta tämä astia tai suojus voi rikkoontua ja radioaktiivista ainetta voi levitä ympäristöön, jolloin kyseessä on avolähde. Jälkimmäisessä tapauksessa lähteen löytäjällä saattaa olla edessään laaja puhdistustyö radioaktiivisen aineen poistamiseksi ja kontaminoituneen alueen puhtaaksi osoittamiseksi.

2.3.1 Menettelyt ja vastuutahot tilanteiden tunnistamiseksi

Suomessa säteilylähteiden käyttöä ja niistä huolehtimista käytön päätyttyä on valvottu 1960-luvulta alkaen ja 1980-luvulta lähtien säteilylähteet on kirjattu yksilöllisesti STUKin sähköiseen rekisteriin. Suomessa säteilylähteiden päätymistä orvoksi lähteeksi on pystytty ennaltaehkäisemään tehokkaasti valvonnan avulla. Suomessa löytyy vuosittain muutamia orvoja lähteitä. Orvon lähteen löytäjä on yleensä taho, jolla ei ole ollut mitään tekemistä säteilylähteen kanssa.

Säteilylain 86 § velvoittaa, että toimintaan, jossa toistuvasti käsitellään orvoja lähteitä, on oltava turvallisuuslupa. Lupa vaaditaan suurilta toimijoilta, joille säteilevien kappaleiden löytymistä ja käsittelyä pidetään toistuvana, jatkuvana toimintana eikä pelkästään yksittäisenä säteilyturvallisuuspoikkeamana. Suomessa tällaisia turvallisuuslupia on myönnetty kolme. Kaksi turvallisuusluvista on myönnetty kierrätysmetallialan yritykselle ja yksi metalliromua maahantuovalle terästehtaalle. Kyseiset toimijat olivat havainneet riskin orpojen lähteiden löytymiseen ja olivat investoineet kalliimpiin ja tarkempiin säteilymittausjärjestelmiin (esimerkiksi säteilyporttiin, jonka avulla radioaktiivinen aine voidaan havaita romupihan portilla/alueelle sisään tulevassa autossa). Tarkemmilla mittausjärjestelmillä orvoista lähteistä indikoivat pienetkin radioaktiivisuuspitoisuudet voidaan havaita ja siten estää radioaktiivisten aineiden päätymistä uusiometalliin. Tarkemmat mittausjärjestelmät ovat siis auttaneet löytämään orvoja lähteitä ja tämä on johtanut siihen, että kyseisen toimijan on täytynyt hakea turvallisuuslupaa orpojen lähteiden käsittelyyn.

5 **Orvolla lähteellä** tarkoitetaan sellaista säteilylähdettä, joka ei ole sen käyttöön tai hallussapitoon oikeutetun toiminnanharjoittajan hallussa.

Joillain pienemmillä kierrätysmetallialan toimijoilla (esimerkiksi nk. romupihdoilla) on käytävissään yksinkertaisempia säteilymittausvälineitä (käytännössä annosnopeus- ja pintakontaminaatiomittareita), joiden avulla pystytään havaitsemaan aktiivisimmat säteilylähteet. STUKilla ei kuitenkaan ole tiedossa, kuinka monella alan yrityksellä on käytössään säteilyn mittaamiseen soveltuva mittari. Pienempiä kierrätysmetallialan toimijoita on Suomessa muutamia satoja.

Mikäli toiminnanharjoittajalla on epäily tai tieto orvosta lähteestä, on siitä ilmoitettava STUKille säteilylain 86 §:n mukaisesti. Tämä ei kuitenkaan koske toimijoita, joilla ei ole turvallisuuslupaa (koska he eivät ole lain määrittelemiä/tarkoittamia toiminnanharjoittajia). Vuosien aikana monet pienemmät toimijat ovat kuitenkin ilmoittaneet löydöksistään STUKiin. STUKilla ei kuitenkaan ole varmaa tietoa siitä, että onko kaikki löydökset ilmoitettu.

Kun toiminnanharjoittaja löytää orvon lähteen, joka on suljetussa astiassa tai suojuksessa, toiminnanharjoittaja tyypillisesti toimittaa lähteen Suomen Nukliditeknikka Oy:n (tai ydinaineiden kyseessä ollessa STUKin) haltuun ja maksaa loppusijoituksesta aiheutuvat kustannukset.

Kun toimija, jolla ei ole turvallisuuslupaa, löytää orvon lähteen, on toimijaa suositeltu ottamaan ensimmäisenä yhteys STUKiin. Tämän jälkeen STUK arvioi, millaisiin toimenpiteisiin se ryhtyy. Mikäli säteilylähde on vaikuttanut sellaiselta, että se ei ole rikkoontunut, ja käytöstä poiston kustannukset eivät ole olleet kohtuuttoman suuria, on toimija toimittanut säteilylähteen Suomen Nukliditeknikka Oy:lle ja usein vastannut kustannuksista itse. Mikäli taas on ollut epäily, että säteilylähteen suojuksella on rikkoontunut, tai toimijalla ei ole ollut tietotaitoa tai mittauskalustoa radioaktiivisten aineiden mittaamisesta, STUKin asiantuntijat ovat saattaneet käydä paikan päällä tarkastuksella tekemässä tarkempia mittauksia. Vaaratilanteessa toimijan on otettava yhteys pelastuslain nojalla hätäkeskukseen.

Suomessa on toimijoita, joilla on käytössään liikuteltavia mittauskalustoja, kaluston ylläpitotoimintaa sekä osaaminen (esim. säteilyturvallisuusasiantuntijat), joiden avulla voidaan luotettavasti varmistaa löydettyjen orpojen lähteiden radionuklidi, aktiivisuus ja mahdollinen ympäristön kontaminaatio. Nämä toimijat tarjoavat mittausosaamistaan myös muille maksullisena palveluna.

Tarkempia mittauksia tehdään, jotta voidaan arvioida säteilyaltistuksen suuruus työntekijöille sekä orvon lähteen radionuklidi ja sen aktiivisuus. Nuklidin tunnistus ja aktiivisuuden arvioiminen ovat oleellisia muun muassa siksi, että ne vaikuttavat kyseisen säteilylähteen loppusijoituskustannuksiin sekä mahdolliseen vaarallisen aineen kuljetusjärjestelyihin.

Mikäli löydetylle säteilylähteelle ei kohtuullisessa ajassa ole löydetty huolehtimisvelvollisuudesta vastuussa olevaa toiminnanharjoittajaa, on säteilylähde otettu valtion haltuun valtion toissijaisen huolehtimisvelvollisuuden nojalla (säteilylaki 80 §).

Mikäli kyseessä on avolähde, tai säteilylähde on joutunut sulatettavaksi ja radioaktiivista ainetta on päätyntä sulatuksessa muodostuvaan kuonaan tai pölynä huoneilmaan, aloittaa toiminnanharjoittaja siivoustoimet tilan ja laitteiden puhdistamiseksi ja vastaa kustannuksista itse.

Kun pienempi toimija ilmoittaa STUKille löytyneestä orvosta lähteestä, odottaa ilmoittaja rivakkaa neuvonta- ja mittausapua STUKilta. Tilanteen selvittelyyn kuuluu STUKin henkilöstön työaikaa muutamista päivistä viikkoihin. Näiden tilanteiden käsittelyyn STUKilla ei ole ollut käytössään erillistä projektia, vaan kustannukset on katettu STUKin toimintamenoista. Tämän tarkoituksena on ollut, että löydetyin orvon lähteen ilmoittajalle ei aiheutuisi rangaistuksena koettavaa maksua viranomaisen tekemästä työstä ja säteilylähteen hävittämisestä. Mikäli ilmoittaja joutuisi maksamaan kaikki kustannukset itse, se saattaisi johtaa siihen, että tulevaisuudessa löytöjä ei ilmoitettaisi.

Säteilylaki ei ota kantaa siihen, mikä on ns. suuri tai pieni toimija. Säteilylain 86 § toteaa vain, että mikäli jokin toimija toistuvasti käsittelee orpoja lähteitä, on sen toimintaan oltava turvallisuuslupa. Ne toimijat, jotka investoivat tarkempien säteilymittausjärjestelmien hankintaan myös löytävät orpoja lähteitä toistuvasti.

Pienimmille toimijoille kalliiden mittausjärjestelmien ja niihin liittyvän mittausosaamisen ja mittausjärjestelmien ylläpito-osaamisen hankkiminen saattaa aiheuttaa toiminnan suuruuteen suhteutettuna kohtuuttoman suuria kustannuksia. Lisäksi pienemmälle toimijalle orpojen lähteiden käsittelyyn, säteilymittauksien suorittamiseen, pakkaamiseen, kuljetukseen, loppusijoitusmaksuihin ja ympäristön puhdistamiseen liittyvien osaamisvaatimusten sekä kustannusten suuruus saattaa johtaa siihen, että toimija ei ilmoita löytyneistä orvoista lähteistä.

Orpojen lähteiden käsittelyn kustannusongelmat on havaittu myös muissa maissa. Esimerkiksi EU-maissa on luotu mm. seuraavia käytäntöjä, joilla pyritään vähentämään valtiolle aiheutuvia kustannuksia tilanteissa, joissa löytyy yksi tai useampi orpo lähde:

- Isoimmilta kierrätysmetallirytyksiltä edellytetään vähintään 110 000 euron vakuutta, jota voidaan käyttää tilanteessa, jossa yritys on löytänyt orvon lähteen, mutta on lähellä konkurssia eikä siksi pysty huolehtimaan orvosta lähteestä aiheutuvista kuluista.

- Jos orvolle lähteelle ei löydy omistajaa, löytäjä voi hakea säteilylähteen asianmukaisesta hävittämisestä aiheutuviin kustannuksiin apua valtiolta. Päätökseen vaikuttaa mm. se, miten hyvin löytäjä on yrittänyt löytää säteilylähteen alkuperäisen omistajan, eikä valtio kaikissa tilanteissa maksa kaikkia kuluja.
- Muutamassa valtiossa on perustettu erityinen rahasto, josta orvon lähteen asianmukaisesta hävittämisestä aiheutuvat kulut maksetaan.
- Joissain maissa orvon lähteen löytäjä maksaa aina sen asianmukaisesta hävittämisestä aiheutuneet kulut.
- Joissain maissa kaikki orpoon lähteeseen liittyvät kustannuksista vastaa säteilyturvallisuusviranomaisen/valtio tätä varten perustetusta rahastosta. Säteilyturvallisuusviranomaisen vuosittain keräämistä valvontamaksuista 10 % siirretään suoraan kyseiseen rahastoon, josta orvosta lähteestä aiheutuneet kulut voidaan maksaa.

2.3.2 Tunnistettuja kohteita

Orpo lähde voi löytyä esim. Tullin rajavalvonnassa muun tavaran joukosta, metallinkierätyrityksestä tai metalliromua maahantuovasta terästehtaasta. Orpoja lähteitä voi löytyä myös kiinteistöistä, joissa joku muu kuin nykyinen tilojen haltija on käyttänyt niitä kauan sitten. Muutamassa tapauksessa säteilylähde on löytynyt myös kuolinpesästä. Lisäksi kuluttajilla ja keräilijöillä saattaa olla hallussaan vanhoja kelloja tai muita kuluttajatuotteita, joissa on aikoinaan käytetty radioaktiivista ainetta. Tällaisiin kuluttajatuotteisiin liittyviä kysymyksiä tuotteiden käsittelystä tulee STUKille noin kerran kuussa. Tällaisiin vanhoihin tuotteisiin liittyvä lainsäädäntö ei ole yksiselitteistä.

Taulukossa 2 on esitetty STUKille ilmoitetut tilanteet, joissa radioaktiivista ainetta on joutunut terästehtaan sulatusprosessiin. Toiminnanharjoittajan mukaan yhdestä sulatuksesta yritykselle aiheutuvat jälkisiivouskustannukset ovat yli 100 000 €.

Taulukko 2. Vuosina 2012–2021 STUKille ilmoitetut tilanteet, joissa radioaktiivista ainetta on joutunut terästehtaan metallinsulatusprosessiin.

Vuosi	Sulatusten lukumäärä
2012	1
2013	1
2014	2
2015	1
2016	0
2017	1
2018	3
2019	1
2020	5
2021	2
Yhteensä	17

Taulukossa 3 on STUKin rekisteriin merkityt ilmoitukset löydetyistä orvoista lähteistä. Vain yhdessä tapauksessa säteilylähteen suojus oli rikkoontunut siten, että säteilylähteestä ilmoittanut kierrätysmetalliyritys on joutunut ryhtymään puhdistustoimiin. Tällaisessa tilanteessa siivouksesta muodostuneet radioaktiiviset jätteet on käsiteltävä asianmukaisesti, johon pienemmillä toimijoilla ei välttämättä ole osaamista. On myös huomioitava, että Suomessa ei ole yritystä, jolla olisi säteilylain vaatima turvallisuuslupa avolähdejätteiden käsittelyyn. Avolähteitä käsittelevät toiminnanharjoittajat kiinteyttävät mahdolliset omat avolähdejätteensä itse. Kiinteytyksen jälkeen avolähdejätteet on toimitettu radioaktiivisia jätteitä käsittelevän yrityksen haltuun. Nämä avolähde-toimijat saattavat tarjota avolähdejätteiden kiinteytystä palveluna muille toiminnanharjoittajille.

Taulukko 3. Vuosina 2012–2021 STUKin rekisteriin merkityt löydettyjen orpojen lähteiden määrät. Lähteistä on huolehtinut omistaja, löytäjä tai STUK.

Vuosi	STUK:lle ilmoitettujen orpojen lähteiden määrät	Omistajaa ei löytynyt	STUK:n toissijaisena huolehtimisvelvollisuutena valtion haltuun ottamien lähteiden lukumäärä
2012	1	1	-
2013	8*	4	
2014	8*	7	
2015	8*	7	1
2016	4	2	1
2017	15	15	
2018	6	4	
2019	1	1	1
2020	13**	12**	3
2021	60**	26**	25**
Yht.	124	79	31

* Yhdeltä toimijalta löydettiin kerralla useampia säteilylähteitä, mutta tarkempaa lukumäärää ei ole enää tiedossa.

** Säteilylähteitä on toimittanut yksityishenkilö (esimerkiksi keräilijä). Vuoden 2021 suuri lukumäärä johtuu siitä, että saman vuoden aikana kaksi yksityishenkilöä luopui keräilyesineistään (yhteensä 34+22 kpl).

2.3.3 Toimenpidesuosituksia

Orpojen lähteiden ongelma tunnetaan myös kansainvälisesti ja IAEA:n käytännesäännöksessä ”Code of Conduct on the Safety and Security of Radioactive Sources” (IAEA, 2004) todetaan, että jokaisella valtiolla on oltava toimintasuunnitelma orpojen lähteiden varalta ja että jokainen valtio huolehtii siitä, että löytyneet orvot lähteet saadaan nopeasti valvonnan piiriin. Suomi on sitoutunut noudattamaan käytännesäännöstöä STM:n lähettämällä kirjeellä 170/04/2003, 15.4.2004.

STM:n johdolla tulisikin laatia strategia siitä, miten orpojen lähteiden käsittely Suomessa hoidetaan jatkossa. Strategian laadinnassa on syytä osallistaa laajasti eri sidosryhmiä (mm. Pelastuslaitosta ja säteilyturvallisuusasiantuntijoita). Asian selkiyttäminen saattaa vaatia

myös lainsäädännön tarkastelua. Kansallisen strategian puute on huomioitu edellisessä Integrated Regulatory Review Service (IRRS) -arvioinnissa vuonna 2012, mutta strategiaa ei kuitenkaan ole vielä laadittu.

2.4 Luonnossa olevat radioaktiiviset aineet muissa kuin säteilylain 18 luvussa säädetyissä tilanteissa

Tässä tarkoitettu tilanne voi esimerkiksi liittyä alueeseen, jonka maa- tai kallioperässä on luonnostaan sellaisia määriä luonnon radioaktiivisia aineita, että ne aiheuttavat alueella oleskeleville normaalia taustasäteilyä selvästi suuremman altistuksen.

Luonnonsäteilylle altistavaa toimintaa, joista säädetään erikseen säteilylain 18 luvussa, koskevat jo erikseen kattavat ilmoitus- ja selvitysvelvollisuudet, joten ne on rajattu pois tästä toimintasuunnitelmasta (Taulukko 1).

2.4.1 Menettelyt ja vastuutahot tilanteiden tunnistamiseksi

STUK mittaa valtakunnallisesti Suomessa annosnopeutta ulkoisen säteilyn valvontaverkon avulla, johon kuuluu noin 260 mittausasemaa (Mattila ja Inkinen 2020). Taustasäteilyn taso Suomessa vaihtelee tyypillisesti välillä 0,05–0,30 mikrosievertiä tunnissa ($\mu\text{Sv/h}$). Alueellinen vaihtelu annosnopeuksissa johtuu lähinnä vaihtelusta uraanipitoisuudessa kallio- ja maaperässä. Toriumin ja kaliumin pitoisuuksien vaihtelun osuus annosnopeuden vaihtelusta on vähäisempää. Tyypillisillä uraani- ja toriumpitoisuuksilla kallio- ja maaperästä aiheutuvan ulkoisen gammasäteilyn aiheuttavat pääasiassa radium-226:n hajoamissarjaan kuuluvat radon-222:n lyhytikäiset hajoamistuotteet vismutti-214 ja lyijy-214. Kallioperässä ja maaperän kiviaineksessa uraani-238 ja radium-226 ovat kuitenkin aktiivisuustasapainossa, joten ulkoisen säteilyn määrä korreloi radium-226:n lisäksi myös kallio- ja maaperän uraanipitoisuuden kanssa.

Suomen kallioperästä tunnetaan useita pieniä uraaniesiintymiä, jotka eivät ole olleet taloudellisesti kannattavia. Uraanitutkimuksia on tehty useana ajankohtana ja Suomen uraaniesiintymiä on kuvattu paljon erilaisissa selvityksissä (mm. Lauri ym. 2010, Lauri 2012, Äikäs 2000, 2007, Pohjolainen 2015). GTK on tutkinut uraanin esiintymistä Lapissa vuonna 2019, jolloin radiometrisestä datasta erottui alueita (Eerola ja Nousiainen 2019). STUKin URAKKA-raportissa (Mustonen ym. 2007) on myös koottu merkittävimmät uraanipotentialiset alueet.

Säteilytasoltaan poikkeavia alueita voidaan yrittää löytää geofysikaalisten lentokartoitusten tuloksista, joissa aeroradiometrisillä mittauksilla on määritetty maankamaran gammasäteilyn vaihtelua. GTK:n tekemät aeroradiometriset kartat löytyvät julkisista verkkopalveluista⁶, joista saa taustatietoa säteilyltään poikkeavien alueiden tunnistamiseksi. Aeroradiometriset kartat eivät ole yleensä kuitenkaan yksiselitteisesti tulkittavissa. Havaittuun säteilyyn vaikuttavat mm. maaperän peitteet, kuten kasvillisuus ja irtomaan koostumus sekä vesipitoisuus. Kaikki tunnetut uraaniesiintymät eivät ole paljastuneena maan pinnalla, joten niistä ei tule suoraa säteilyhavaintoja.

Mikäli tunnistettaisiin alueita, joissa on selvästi tavanomaista taustasäteilyä suurempi säteilytaso, ja alueeseen liittyisi ilmeinen altistusriski, STUK selvittäisi aiheutuvan säteilyaltistuksen ja asettaisi tarvittaessa säteilyaltistusta koskevan viitearvon. Tällä hetkellä STUKilla ei ole tiedossa sellaisia alueita Suomesta. Satunnainen maastossa kulkija ei saa merkittävää säteilyaltistusta lyhytaikaisesta oleskelusta esimerkiksi uraanimineralisaation lähellä, vaan merkittävään altistukseen tarvittaisiin pitempiaikainen oleskelu (esimerkiksi asuminen tai jatkuva työskentely). Viitearvot säteilylain 17 luvun mukaisessa tilanteessa asetetaan tapauskohtaisesti välille 0,1–10 mSv/v ottaen huomioon sekä säteily-suojeluperusteet että hyväksyttävyyden yhteiskunnan kannalta (säteilylaki 140 §, STM:n asetus 1044/2018 17 §). Koska tyyppillisestä taustasäteilystä voi tulla laskennallisesti 0,8 mSv/v (tyypillisen taustasäteilyn ylätaso 0,3 µSv/h; 1600 h/v ulkona työskentely ja 1000 h/v muu ulkona oleskelu; Jones ym. 2019), ei voida ajatella luonnontilaista kallio- ja maaperää koskevan viitearvon olevan ainakaan pienempi kuin 1 mSv/v. Tarkempi viitearvo väliltä 1-10 mSv/v asetettaisiin ottaen huomioon alueen erityispiirteet, altistusriskit, väestön määrä ja mahdollisten toimenpiteiden aiheuttamat kustannukset yhteiskunnalle verrattuna saavutettavaan hyötyyn. Viitearvo saa olla enintään 10 mSv/v, joten altistustilanteiden tunnistamisessa on tärkeintä ensin varmistaa, löytyykö alueita, joissa väestön altistus voisi olla tätä suurempaa. Tämä ei ole todennäköistä, joten altistustilanteiden tunnistamisessa tulee käytännössä tarkastella, onko Suomessa alueita, joissa altistus kallio- ja maaperän säteilystä olisi todennäköisesti suurempaa kuin 1 mSv/v suurelle väestöjoukolle. Tällaisia alueita ei odoteta löytyvän, koska suuria asutuskeskuksia ei sijaitse tunnettujen mineralisaatioiden kohdalla. Uraanimineralisaatiot Suomessa ovat pieniä ja niitä esiintyy myös muiden malmien yhteydessä. Ei ole todennäköistä, että uusia asutusalueita perustettaisiin tunnettujen malmiesiintymien kohdalle. Ei ole kuitenkaan täysin poissuljettua, että pitkällä aikavälillä asuinalueiden laajentuminen voisi kohdata voimakkaamman taustasäteilyn kohteita. Tarvittaessa voidaan asiaa tarkastella paikkatietopohjaisilla selvityksillä asuinalueiden kehitymisestä verrattuna tunnettujen uraani- tai toriummineralisaatioiden sijaintiin.

6 Julkisia verkkopalveluita, joista löytyy aeroradiometrisiä karttoja on esim. <https://hakku.gtk.fi/>, <https://gtkdata.gtk.fi/mdae/index.html>

2.4.2 Tunnistettuja kohteita

Kotitalouksien porakaivoveden radioaktiivisten aineiden poistosta syntyvät jätteet

Suomessa on noin 60 000 kotitaloutta, joissa käytetään porakaivon vettä. Luonnon radioaktiivisia aineita, etenkin radonia ja uraania voi esiintyä porakaivovedessä liian suurina pitoisuuksina. Moni näistä kotitalouksista ja vapaa-ajan asunnoista käyttää radioaktiivisten aineiden poistoon tarkoitettuja suodattimia, kuten aktiivihiltä tai ioninvaihtohartsia. Käytetyt suodatinmassat sisältävät radioaktiivisia aineita.

Rakennustuotteet ja maarakentamisen materiaalit ennen vuotta 1991

Rakennustuotteiden radioaktiivisuutta on säädelty ja valvottu vuoden 1991 säteilylaista alkaen (592/1991). Tuolloin säädettiin, että rakennusmateriaaleista emittoituva gammasäteily ei saa aiheuttaa väestölle suurempaa altistusta kuin 1 mSv vuodessa rakentamattomaan ympäristöön verrattuna. Sitä aiemmin rakennettujen talojen rakennusmateriaalien radioaktiivisuuteen ei kohdistunut sääntelyä eikä sääntelyä ole niihin takautuvasti ulotettu. STUKissa tehtyjen radioaktiivisuusmittausten perusteella tiedetään, että nykylainsäädännössä asetettua viitearvoa (1 mSv/v) suurempaa säteilyaltistusta voi lähinnä esiintyä vain betonirakenteisissa asuintaloissa, joissa betonin kiviaineksena on käytetty graniittista kiveä. On siis mahdollista, että ennen vuoden 1991 säteilylain voimaantuloa on valmistettu betonirakenteisia asuintaloja, joiden radioaktiivisuus aiheuttaa asukkaille suurempaa säteilyaltistusta kuin 1 mSv/v. Tiettävästi manner-Suomessa ei ole koskaan käytetty rakennusmateriaalina radiumpitoista sinibetonia (blåbetong), josta tehdyissä asuintaloissa on aiheutunut Ruotsissa asukkaille kohonnutta säteilyaltistusta (radonista ja gammasäteilystä). Kansalaisilta on kuitenkin kuultu epäilyksiä, että kyseistä betonia olisi käytetty Ahvenanmaalla. Koska rakennustuotteiden radioaktiivisuuden valvonta perustuu materiaalien tuottajien omaehtoisiin selvityksiin, betonisissa asuinrakennuksissa väestön altistuksen viitearvo 1 mSv vuodessa voi ylittyä, jos tuottaja on laiminlyönyt selvitysvelvollisuutensa.

Rakennustuotteen sisältämistä ja ulkoista gammasäteilyä tuotavista aineista (uraani- ja toriumsarjan nuklidit sekä kalium-40) ainoastaan uraanisarjaan kuuluva radium-226 tuottaa radonia. Kerrostaloasuntoja, joissa betonirakenteissa esiintyy liikaa luonnon radioaktiivisia aineita, on siksi hankalaa löytää radonmittausten perusteella. Rakentamismääräyksissä v. 1989 määrätty ilmanvaihdon tehokkuus 0,5 h⁻¹ on todennäköisesti varmistettu monien vanhojen kerrostalojen peruskorjausten yhteydessä. Tehokas ilmanvaihto pitää radonpitoisuuden viitearvoa pienempänä, vaikka rakennustuotteissa olisikin kohonnut radium226 pitoisuus.

Talonrakennuksessa käytetyn rakennustuotteen viitearvo on määritelty rakennustuotteiden gammasäteilystä väestölle aiheutuvaksi efektiivisen annoksen lisäykseksi rakentamattomaan ympäristöön verrattuna. Rakentamisen jälkeen mahdolliset viitearvon ylittävät

rakennukset eivät löydy helposti mittaamalla. Esim. ylimääräinen 1000 μSv :n (1 mSv:n) vuotuinen efektiivinen annos vastaa asumisessa (7000 tuntia vuodessa) ainoastaan 0,14 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ annosnopeutta. Tämä on vaikea erottaa Suomen taustasäteilystä, joka vaihtelee normaalisti välillä 0,05–0,30 $\mu\text{Sv}/\text{h}$.

Punamurskettä (epätäydellisesti palanutta, murskattua ja seulottua valikoitua liuskekiveä, joka sisältää pienen määrän öljyä) käytetään paljon Suomen urheilukentillä. Murskeessa on keskimääräistä enemmän luonnon radioaktiivisia aineita ja urheilukentillä voi siksi olla muusta ympäristöstä suurempia annosnopeustasoja. Punamurske tulkitaan rakennusmateriaaliksi ja sitä säännellään säteilylain luvun 18 mukaisesti rakennustuotteena. Punamurskekentät ajalta ennen vuoden 1991 säteilylain voimaantuloa voitaisiin katsoa kuuluvan säteilylain luvun 17 alaisuuteen. Tulkintaa vaikeuttaa se, että edelleen käytössä olevia punamurskekenttiä ylläpidetään lisäämällä ajoittain murskettä. Näin ollen edelleen käytössä olevien kenttien rakennusmateriaalin voidaan katsoa kuuluvan rakennustuotevalvonnan piiriin riippumatta siitä, milloin kenttä on alun perin rakennettu.

Toron (radon-220)

Radon on säteilylaissa määritelty radon-222-isotoopiksi (säteilylaki 4 §) ja sille altistumista on säännelty kattavasti (säteilylaki luku 18). Radonilla on myös lyhytikäinen isotooppi radon-220 eli toron, joka ei kuulu luvun 18 sääntelyn piiriin. Näin ollen se on yksi säteilylain 142 §:ssä tarkoitetuista tilanteista ja käsitellään tässä toimintasuunnitelmassa.

Toron kuuluu toriumsarjaan ja sitä vapautuu kaikista toriumpitoisista mineraaleista. Toronin puoliintumisaika on vain 56 sekuntia, joten se häviää nopeasti ilmasta. Lyhyen puoliintumisaajan vuoksi sen pitoisuus on hyvin epätasaisesti jakautunut. Toron kuitenkin tuottaa hajotessaan kohtalaisen pitkäikäisen hajoamistuotteen, lyijy-212:n. Sen puoliintumisaika on 10,6 tuntia ja se aiheuttaaakin pääosan toronaltistuksesta aiheutuvasta säteilyannoksesta.

Alankomaissa on mitattu kattavasti toronia kodeissa, julkisissa rakennuksissa ja työpaikoilla ja on havaittu, että aiemmissa tutkimuksissa toronia oli virheellisesti mitattu radonina ja näin ollen arviot radon- ja toronaltistuksesta päivitettiin (Smetsers ym. 2018, Goemans ym. 2018). Toronia ja sen hajoamistuotteita voi siis Suomessakin esiintyä kodeissa, työpaikoilla ja muissa oleskelutiloissa. On kuitenkin epätodennäköistä, että toronista tai sen hajoamistuotteista aiheutuvat efektiiviset annokset ovat suurempia kuin 1 mSv vuodessa. Toronia ja sen hajoamistuotteita on tutkittu Suomessa joillain maanalaisilla työpaikoilla 1970- ja 1990-luvuilla eikä merkittävää altistumista aiheuttavia pitoisuuksia havaittu näissä mittauksissa (Markkanen, suullinen tiedonanto, 2023). Merkittävää altistumista toronille voidaan olettaa tapahtuvan ainoastaan huonosti tuulettuvissa tiloissa, joissa käsitellään tai varastoidaan suuria määriä toriumpitoisia mineraaleja tai tiloissa,

joissa rakennustuotteet sisältävät merkittäviä määriä toriumsarjan alkuaineita (esim. radium-228). Toronin ja sen hajoamistuotteiden aktiivisuuspitoisuuden mittaaminen vaatii erityisiä mittauslaitteita. STUKilla on mittauslaitteita, joilla toronpitoisuuden voi jäljitettävästi mitata, ja mittalaitteita, joilla toronin hajoamistuotteita voidaan havainnoida ilmasta.

Kiertotalous

Kiertotalouden lisääntyessä tavoitteena on kierrättää ja hyötykäyttää mm. teollisuudesta syntyviä sivuvirtoja ja jätejakeita mahdollisimman tehokkaasti. Myös vanhojen kaivannaisjätteiden hyödyntämismahdollisuuksia on ryhdytty tarkastelemaan (Vesa 2021). Kaivannaisjätteissä voi olla hyödynnettäviä aineksia, joita käytetyillä menetelmillä ei ole saatu erotettua, aineisten hyödyntämistä ei aikanaan pidetty tärkeänä tai aineksia ei edes tunnistettu. Osa kaivannaisjätteistä, sivuvirroista ja jätejakeista voi kuitenkin sisältää keskimääräistä enemmän luonnon radioaktiivisia aineita. Kaivannaisjätteiden jatkokäytössä tulee ottaa huomioon myös materiaalin luonnon radioaktiiviset aineet. Jos kierrätysraaka-aineiden radioaktiivisuutta ole huomioitu tuote- ja materiaalikehityksessä, voi tuotteen tai materiaalin aiheuttama luonnonsäteilyaltistus olla viitearvoa suurempi.

Uraaniesiintymät

Suomessa tunnetaan useita pieniä uraaniesiintymiä, jotka eivät ole olleet taloudellisesti kannattavia. Tunnetut esiintymät, joissa pääkaivosmineraalina on uraani tai torium löytyvät GTK:n esiintymätietokannasta⁷. Uraani esiintyy monissa malmiesiintymissä esim. kullan, kuparin tai molybdeenin kanssa (Lauri ym. 2010). Suomen tunnetuista uraaniesiintymien alueista merkittävimmät ovat:

- Kolin Kaltimo, jossa on useita pieniä uraaniesiintymiä, jotka kuuluvat Kolin kansallispuistoon sekä Paukkajanvaaran suljettu kaivosalue. Kolin ja Enon väliseltä alueelta tunnettujen uraaniesiintymien keskimääräinen pitoisuus on 0,08–0,14 %.
- Uusimaa erottuu radiometrisesti ja geokemiallisesti alueena, jonka kallioperän ja pohjaveden uraanipitoisuus on laajoilla aloilla korkeampi kuin muualla Suomessa. Nummi-Pusulassa on Palmotun esiintymä, missä on uraania 0,1 %.
- Kolari-Kittilä (Kesänkitunturi, Aakenustunturi ja Pahtavuoma); Kesänkitunturin esiintymässä uraanin keskipitoisuus on noin 0,06 %.
- Kuusamo (Kouervaara), jossa on useita pieniä uraaniesiintymiä sekä uraanimineraaleja kultasiintymien yhteydessä.

7 GTK:n esiintymätietokanta <https://gtkdata.gtk.fi/mdae/index.html>

Moni porakaivovettä käyttävistä kotitalouksista ja vapaa-ajan asunnoista käyttää radioaktiivisten aineiden poistoon tarkoitettuja suodattimia, kuten aktiivihiltoja tai ioninvaihtohartsia. Käytetyt suodatinmassat sisältävät radioaktiivisia aineita. Säteilylain luku 18 ei ota kantaa näihin kotitalouksien jätteisiin ja niiden turvalliseen hävittämiseen tarvitaan ohjeistusta sekä kotitalouksille että jätteenkäsittelyä valvoville ELY-keskuksille ja kunnille. STUKin tekemä aikaisempi ohje koskien kotitalouksien talousveden puhdistuksessa syntyviä jätteitä⁸, tulee jatkossa päivittää.

Blåbetongin mahdollista käyttöä Ahvenanmaalla voisi tutkia tarkastelemalla gammasäteilyn lentokartoitustietoja Ahvenanmaan alueelta tai haastatella paikallisia korjausrakentajia. Pienet blåbetongista tehdyt rakennukset eivät tosin välttämättä ole havaittavissa lentokartoitustiedoista. Myös urheilukentät, joissa on käytetty keskimääräistä enemmän luonnon radioaktiivisia aineita sisältävää punamursketta, on mahdollista havaita lentokartoituksella tai GTK:n lentogeofysiikan radiometrisen aineiston avulla.

Tilanteet, joissa toronaltistusta todennäköisimmin tapahtuu, tulisi kartoittaa mittauksin. Työ on järkevää aloittaa riskiperusteisesti niistä työpaikoista, joista STUKin luonnonsäteilyn valvontaan on ilmoitettu, että työpaikalla käsitellään tai varastoidaan materiaaleja, jotka sisältävät keskimääräistä enemmän toriumia. Kirjallisuudessa esitettyjen mittaustulosten perusteella mittauksia voidaan mahdollisesti laajentaa kohteisiin, joissa toronaltistus johtuu muusta kuin mineraalien käsittelystä tai varastoinnista. Työn tuotoksena on järkevää laatia toronaltistuksen mittausprotokolla niille työpaikoille, joissa toronaltistus tulee selvittää osana luonnonsäteilyaltistusta (mittauspisteiden valinta, mittausten kestot, mitataanko toronkaasu vai hajoamistuotteet, mittaustuloksen perusteella laaditun annosarvion laskenta, jne).

Luonnontilaiset esiintymät, joissa on tavanomaista korkeammat uraani- tai toriumpitoisuudet, eivät tämän hetken tietojen perusteella vaadi toimia, koska ne eivät sijaitse tiheästi asutuilla alueilla. Näin ollen ei ole todennäköistä, että ne aiheuttaisivat suurille väestöryhmille viitearvoja suurempaa altistusta. Mineralisaatioiden alueella olevan asutuksen määrää tulisi selvittää tarkemmin paikkatietopohjaisella tarkastelulla, joka voidaan toteuttaa esimerkiksi opinnäytetyönä. Työhön voisi sisällyttää annosnopeusmittauksia valikoiduissa kohteissa.

8 Ohje: Talousveden radioaktiivisten aineiden poistosta syntyvien jätteiden käsittely
<https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2014120250174>

Säteilylainsäädäntö edellyttää, että luonnonsäteilyn aiheuttama altistus on selvitettävä kaivostoiminnassa. Viranomaisyhteistyötä kehittämällä voidaan jakaa tietoa säteilylainsäädännön vaatimuksista toiminnasta vastaaville varhaisessa vaiheessa ennen toimintaan ryhtymistä. STUKin ja kaivos- sekä ympäristöviranomaisten tiedonvaihtoa tulee ylläpitää tulevista kaivoshankkeista.

2.5 Kuluttajan käyttöön tarkoitettuihin tuotteisiin päätyneet radioaktiiviset aineet

Tällaisia kuluttajan käyttöön tarkoitettuja tuotteita ovat kulutustavarat, jotka ovat kontaminoituneet tahattomasti jonkin edellä kohdissa 1) - 4) mainitun tilanteen seurauksena. Direktiivin säännösten mukaisesti tuotteista on rajattu pois elintarvikkeet, eläinten rehut, rakennustuotteet ja talousvesi.⁹ Tässä suunnitelmassa ei tarkastella kuluttajatuotteita, joihin on tarkoituksella lisätty radioaktiivisia aineita, vaikka lisäämisen alkuperäinen tarkoitus ei liittyisikään säteilyyn.¹⁰

2.5.1 Menettelyt ja vastuutahot tilanteiden tunnistamiseksi

Tulli tekee säteilymittauksia Suomen rajoilla ja STUKin kenttämittausyksikkö toimii etä- ja asiantuntijatukena säteilymittauksissa. Yleensä havainnot tehdään säteilyportilla. Hälytyksiä tulee myös luonnon radioaktiivisista aineista, joista toimitetaan ilmoitus myös STUKin luonnonsäteilyn valvonnalle. Tulli-STUK-yhteistyöllä saadaan tietoa rajat ylittävistä säteilevistä materiaaleista.

STUK selvittää tarvittaessa kuluttajatuotteiden radioaktiivisuuspitoisuuksista riskiarvioiden pohjalta.

Erillishankkeissa STUK voi tutkia esim. kuorikatteiden, puupellettien tai kotitalouden puunpolton tuhkien radioaktiivisuuksia. Kuorikate valmistetaan puun kuorikerroksesta, johon tiedetään kertyvän cesium-137 enemmän kuin runkopuuhun (Vetikko ym. 2015). Kotimaisessa puutuhkassa voi olla kohonneita cesium-137 aktiivisuuspitoisuuksia, jos puu

9 Radioaktiivisten aineiden tietoisesta sekoittamisesta kuluttajan käyttöön tarkoitettuihin tuotteisiin säädetään säteilylain 68 ja 69 §:ssä sekä rakennustuotteista ja talousvedestä 18 luvussa.

10 Tällaisia ovat esimerkiksi toriumia sisältävät kameran linssit, joissa toriumilla vaikutetaan linssin taitekertoimiin, ja uraanipitoiset lasitavarat, joihin urania on lisätty värjäämään lasia.

on peräisin eniten Tšornobyl-laskeumaa saaneilta alueilta. Myös Itä-Euroopasta tuotavien puupellettien poltosta syntyvän tuhkan on epäilty sisältävän kohonneita cesium-137 aktiivisuuspitoisuuksia. Puupellettien poltosta syntyvän tuhkan radioaktiivisuutta on tutkittu STUKissa pienimuotoisesti, mutta asian perusteellinen selvittäminen vaatisi lisäselvityksiä. Tulosten perusteella olisi mahdollista laatia ohjeistus kuluttajille, jos tuhkan radioaktiivisuus tulisi huomioida tuhkan jatkokäytössä kotitalouksissa.

Puutavaran radioaktiivisuutta selvitettiin viimeksi Suomessa vuosina 2013–2014 (Vetikko ym. 2015). Puutavarassa esiintyy säteilyannoksen kannalta merkityksettömän vähän luonnon radioaktiivisia aineita. Myös cesium-137:n pitoisuudet ovat pieniä, suurin mitattu aktiivisuuspitoisuus oli 97 Bq/kg. Näin ollen voitiin laskea, että kokonaan hirrestä rakennetussa talossa cesium-137:stä johtuva efektiivinen annos on alle 0,03 mSv/v. On siis selvää, että myöskään puusta valmistetut kuluttajatuotteet eivät aiheuta merkittävää ylimääräistä säteilyaltistusta kuluttajille.

Puun kuoressa cesiumia esiintyy kuitenkin aina enemmän kuin puutavarassa, suurin mitattu pitoisuus oli männyn kuoren 766 Bq/kg. Männyn kuoren tuhkapitoisuus on n. 2 %, joten kyseisen männyn kuoren poltosta syntyvän tuhkan cesium-137 aktiivisuuspitoisuus olisi luokkaa 40 000 Bq/kg. Jos kotitalouksiin myydään korkeimman laskeuma-alueen puun kuoresta valmistettuja polttoaineita, voi niistä syntyvä tuhka aiheuttaa säteilyaltistusta, jos sen hävittämistä ei tehdä asianmukaisesti vaan varastoidaan lähelle asuintiloja (esim. makuuhuoneen ulkoseinällä sijaitsevaan tynnyriin). Korkeimman laskeuman alue on kuitenkin valtakunnallisesti melko pieni (Arvela ym. 1990), joten sieltä voidaan tuottaa vain rajallinen määrä kuoresta valmistettuja polttoaineita. Polttoaineen tuotannossa käytetään materiaalia eri-ikäisistä puista, ja eri palstoilta olevat ainekset sekoittuvat tuotannossa, joten on hyvin epätodennäköistä, että syntyisi suuria määriä puuperäistä polttoainetta, jossa cesiumin pitoisuus olisi suuri. Puuaineksen cesium-137 aktiivisuuspitoisuus on korkeimmillaan noin 15–25 vuoden kuluttua laskeumasta, jonka jälkeen cesium-137:n radioaktiivinen puoliintuminen pääsääntöisesti ohjaa sen hidasta poistumista puuaineksesta (Goor ja Thiry 2004). Näin ollen ei ole oletettavaa, että Suomessa puutavaran cesium-137 aktiivisuuspitoisuus enää kasvaisi.

2.5.2 Tunnistettuja kohteita

Tulli on tehnyt tavanomaisen taustasäteilyn tasosta poikkeavia havaintoja luonnonsäteilystä mm. puutavarasta, lannoiteteollisuuden kaliumista, tulenkestävien tuotteiden raaka-aineista ja keraamisista zirkoniumia sisältävistä jauhinkuulista.

Kuluttajalle voi päätyä puun kuoresta valmistettuja kuoripellettejä, joiden poltosta syntyvän tuhkan cesium-137 aktiivisuuspitoisuus voi olla merkittävä.

Kansalaisilla voi olla varastoituna kuluttajatuotteita, joissa on radioaktiivisia aineita.

2.5.3 Toimenpidesuosituksia

STUKin tulee ylläpitää nettisivuillaan¹¹ tietoja kuluttajatuotteista, joissa voi esiintyä radioaktiivisuutta. Samassa yhteydessä on tarpeen antaa ohjeita, miten kyseisiä kuluttajatuotteita voidaan hävittää jätteenä.

STUKin tulee ylläpitää osaltaan yhteistyötä Tullin kanssa, jotta rajojen yli kulkevat radioaktiivisuutta sisältävät tuotteet tulisivat havaituksi mahdollisimman tehokkaasti.

Kotimaisen korkeimman Tšornobyl-laskeuman alueelta peräisin olevan puutavaran ja erityisesti kuoresta poltettavaksi valmistettujen tuotteiden cesium-137-pitoisuuksien seuranta saattaa olla seuraavien 10–20 vuoden aikana tarpeen, kunnes hakkuuvaiheessa olevan puuston pitoisuuksien väheneminen on näytemittauksin osoitettu.

11 <https://stuk.fi/radioaktiiviset-aineet-kuluttajatuotteissa>

3 Viitteet

- Anttonen R (1993) Kitka Gold Oy, Kuusamo-projekti LTS 1994–1996, Outokumpu Oy:n malminetsinnän raportit (sis. Rautaruukki Oy:n raportteja) (https://tupa.gtk.fi/raportti/arkisto/kitka_gold_kuusamo_projekti_lts_1993.pdf)
- Arvela H, Markkanen M, Lemmelä H (1990) Mobile survey of environmental gamma radiation and fall-out levels in Finland after the Chernobyl accident, *Radiation Protection Dosimetry* 32 (No 3), 177–184
- Eerola T, Nousiainen M (2019) Uraani, torium, kalium ja maankäyttö Lapissa sekä geofyysiikka ympäristötutkimuksissa (http://tupa.gtk.fi/raportti/arkisto/65_2019.pdf)
- Goemans P, de Waard IR, Blaauboer RO, Smetsers RCGM, de Groot GM (2018) Radon, thoron en gammastraling op werkplekken en in publiek toegankelijke gebouwen in Nederland: Resultaten RIVM-meetcampagne 2016–2017, RIVM rapport 2018–0027. RIVM: Bilthoven
- Goor F, Thiry T (2004) Processes, dynamics and modelling of radiocaesium cycling in a chronosequence of Chernobyl-contaminated Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) plantations. *Science of the Total Environment* 325, 163–180
- IAEA (2004) Code of Conduct on the Safety and Security of Radioactive Sources, Non-serial Publications, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Vienna
- Jones K, Beaugelin-Seiller K, Vives i Batlle J, Skuterud L, Hamburger T, Bertho JM, Oatway W, Smith J, Gering F, Jones A, Kallio A, Koch R, Komperod M, Muikku M, Tkaczyk A (2019) D9.63 – Guidance about exposure scenarios, Variability in human and wildlife behaviours and their impact on dose, Deliverable D9.63 of the TERRITORIES-project, EJP-CONCERT H2020 Task 9.1.
- Kallio A, Virtanen S, Leikoski N, Iloniemi E, Kämäräinen M, Hildén T, Mattila A (2023) Radioactivity of residues from waste incineration facilities in Finland, *Journal of Radiological Protection* 43 (021502)
- Lauri L, Pohjolainen E ja Äikäs O (2010) Selvitys Suomen kallioperän U-pitoisuudesta (http://tupa.gtk.fi/raportti/arkisto/m10_2010_53.pdf)
- Lauri L (2012) Uraani. Teoksessa Sarala, P (toim.) Lapin geologiset luonnonvarat 2010, *Acta Lapponica Fenniae* 25, 95–96
- Mattila A, Inkinen S (toim.) (2021) Ympäristön säteilyvalvonta Suomessa: Vuosiraportti 2020, STUK-B 268 Helsinki
- Mustonen R, Ikäheimonen TK, Salonen L, Sillanpää T (1989) Uraanin louhinnan ja rikastuksen radiologiset ympäristövaikutukset Enon Paukkajanvaarassa, STUK-B-VALO 61, Helsinki

- Mustonen R, Ikäheimonen T, Kurttio P, Vesterbacka P, Nikkarinen M, Tenhola M, Äikäs O (2007) Uraanimalmin koelouhinnan ja rikastuksen ympäristövaikutukset (URAKKA), Säteilyturvakeskus
- Pelkonen M (2018) Mobilization of radionuclides and trace metals in tailings at the Rautuvaara mining site. Pro gradu -tutkielma, Helsingin yliopisto, Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta, Kemian laitos (<http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe201804208541>)
- Pohjolainen E (2015) Uranium deposits of Finland, Chapter 9.4 Kirjassa: Mineral Deposits of Finland (editoinut Maier WD, Lahtinen R, O'Brien H)
- Räisänen ML, Tornivaara A, Haavisto T, Niskala K, Silvola M (2013) Suljettujen ja hylättyjen kaivosten kaivannaisjätealueiden kartoitus (<https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10138/41486>)
- Räisänen ML, Väisänen U, Lanne E, Turunen P, Väänänen J (2015) Rautuvaaran suljetun kaivoksen rikastushiekan jätealueen kemiallinen nykytila, vaikutukset pinta ja pohjavesiin vuosina 2005–2006 sekä suositukset jälkihoidolle, GTK Arkistoraportti 64/2015
- Siiskonen T (toim.) (2020) Suomalaisten keskimääräinen efektiivinen annos vuonna 2018, STUK-A263, Helsinki
- Sillanpää T, Ikäheimonen TK, Salonen L, Taipale T, Mustonen R (1989) Paukkajanvaaran vanhan uraanikaivos- ja rikastamoalueen ja sen ympäristön radioaktiivisuustutkimukset, STUK-B-VALO 56, Helsinki
- Smetasers RCGM, Blaauboer RO, Dekkers F, Slaper H. Radon and Thoron Progeny in Dutch Dwellings, Radiat Prot Dosimetry (2018) 181(1): 11–14. doi: 10.1093/rpd/ncy093
- Solatie D, Leppänen A-P, Ylipieti J (2010) Soklin radiologinen perustilaselvitys, loppuraportti, Säteilyturvakeskus
- STM (2020) Kansallinen toimintasuunnitelma radonista aiheutuvien riskien ehkäisemiseksi, Sosiaali- ja terveysministeriön julkaisuja 2020:20 (<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-00-5445-8>)
- Suomen virallinen tilasto (2020) Yhdyskuntajätteet 2020, Jätetilasto [verkkojulkaisu], ISSN=1798–3339, Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 13.4.2022]
- Suominen T (2020) Naturally occurring radioactive material in two mine waste sites in Finland, Pro gradu -tutkielma, Helsingin yliopisto, Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta, Kemian laitos (<http://urn.fi/URN:NBN:fi:hulib-202006233407>)
- Säteilyturvakeskus (1992) Korsnäsin kaivosalueen säteilyturvallisuus, Lausunto 27/030/92
- Säteilyturvakeskus (1998a) Tarkastus OMG Kokkola Chemicals Oy:n tehtaalla, Tarkastuspöytäkirja 50/342/98
- Säteilyturvakeskus (1998b) Korsnäsin lantanidirikastekasan tarkastus, Tarkastuspöytäkirja 75/342/98
- Säteilyturvakeskus (2005) Draken-hävittäjien moottoreiden toriumpitoisten osien jälkikäsittely ja loppusijoitus, Päätöksen 83/300/05 perustelumuisto
- Säteilyturvakeskus (2007) Pyrokloorimalmin koeajo GTK/Mineraalitekniikka Outokumpu, Lausunnon 49/300/07 esittelymuisto

- Säteilyturvakeskus (2019) Jyväskylän Äijälänrannan lähivirkistysalueen rakentaminen, Jyväskylän kaupunki, Lausunnon 2/0202/2019 perustelumuistio
- Säteilyturvakeskus (2020) Suojelutoimet säteilyvaaratilanteessa, Ohje VAL 1 (<https://www.stuklex.fi/fi/ohje/VAL1>)
- Tornivaara A, Räisänen ML, Kovalainen H ja Kauppi S (2018) Suljettujen ja hylättyjen kaivosten kaivannaisjätealueiden jatkokartoitus (KAJAK II) (<https://helda.helsinki.fi/handle/10138/235617>)
- Tornivaara A, Turunen K, Lahtinen T, Heino N, Pasanen A, Reinikainen J, Jouttijärvi T, Häkkinen J, Karjalainen N ja Viitasalo M (2020) Suljettujen ja hylättyjen kaivannaisjätealueiden kunnostustarpeen arviointi (<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-228-0>)
- Vasara H (2021) Kaivosteollisuuden toimialaraportti, TEM toimialaraportit 2021:4
- Vesa J (2021) Kaivosten sivukivien ja hiekkojen hyödyntämismahdollisuudet, Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 2021:48 (<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-713-7>)
- Vetikko V, Turtiainen T, Leppänen A-P ja Kämäräinen M (2015) Puutavaran radioaktiivisuus Suomessa, Säteilyturvakeskus, Ympäristön säteilyvalvonta / kesäkuu 2015 (<https://www.julkari.fi/handle/10024/126810>)
- Äikäs O (2000) FinU- a database on uranium deposits in Finland, GTK:n arkistoraportit, M60/2000/1 (https://tupa.gtk.fi/raportti/arkisto/m60_2000_1.pdf)
- Äikäs O (2007) Uraanin esiintyminen Fennoskandian kilven alueella GTK:n arkistoraportit, M60/2007/1 (https://tupa.gtk.fi/raportti/arkisto/m60_2007_1.pdf)

