



Mikä muu säteilee työpaikalla? Luonnon radioaktiiviset aineet ja luonnonsäteilylle altistava toiminta

Teollisuuden ja tutkimuksen 13. säteilyturvallisuuspäivät
8-9.10.2019

Antti Kallio, STUK

Sisällys

- Luonnon radioaktiiviset aineet
- Miten luonnon radioaktiiviset aineet kertyvät teollisuudessa?
- Mihin materiaaleihin luonnon radioaktiiviset aineet voivat kertyä?
- Säteilylainsäädäntö ja luonnonsäteily
- Selvitysvelvolliset teollisuudenalat
- Teollisuudessa pitää tietää, mitä materiaalit sisältävät
- Säteilyaltistuksen selvittäminen
- Turvallisuuslupa luonnonsäteilylle altistavassa toiminnassa
- Luonnonsäteilylle altistavassa toiminnassa syntyvät jätteet
- STUKin luonnonsäteilyn valvonta

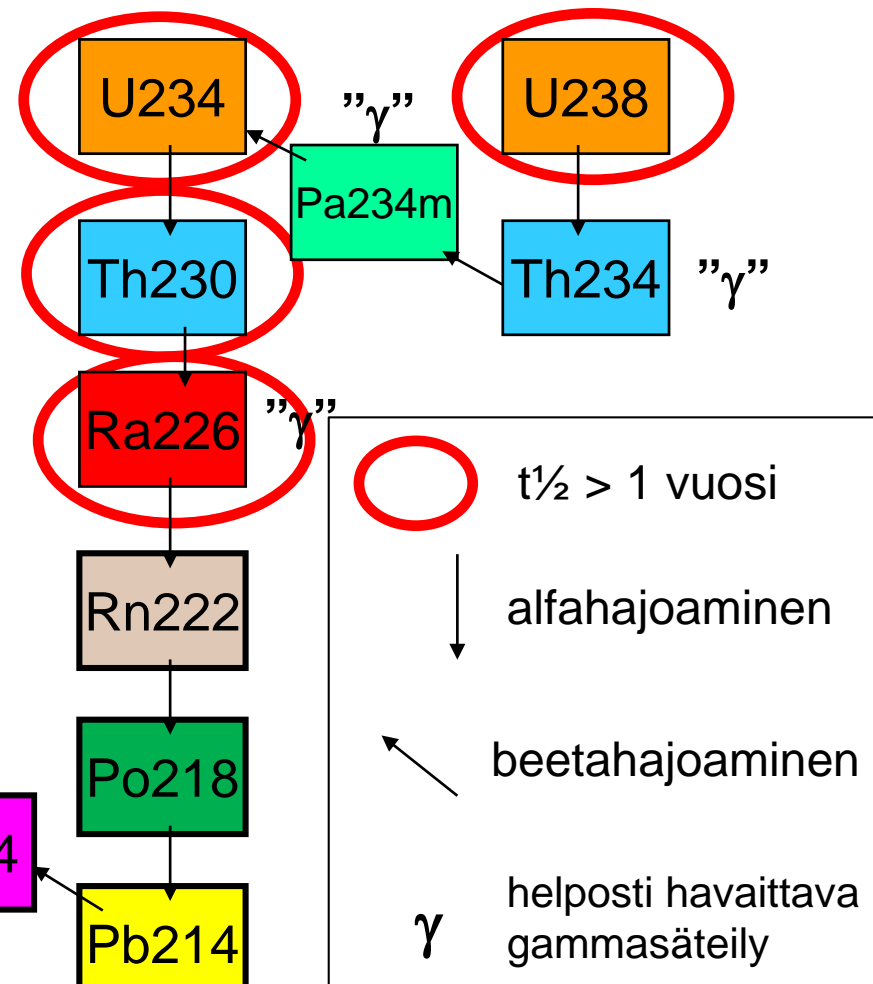
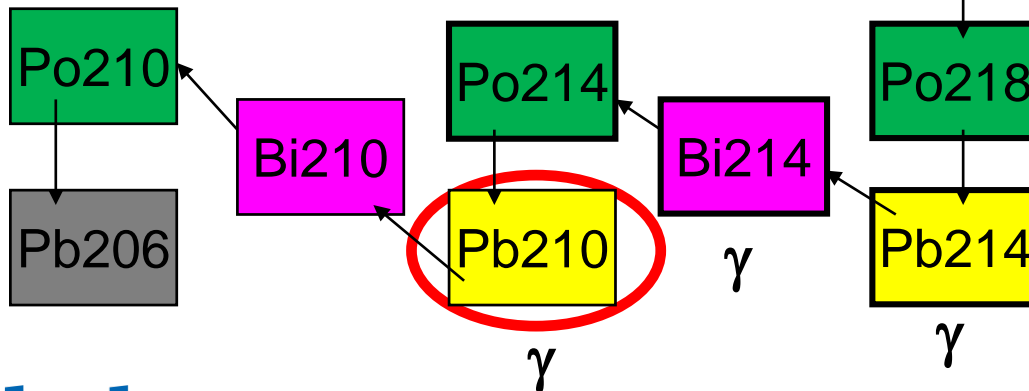
Luonnon radioaktiiviset aineet

- **U-238 ja hajoamistuotteet ("uraanisarja")**
 - yleensä määritettäviä U-238, (U-234), Ra-226, Rn-222, Pb-210, Po-210
- **Th-232 ja hajoamistuotteet ("toriumsarja")**
 - yleensä määritettäviä Th-232, Ra-228, Th-228
- **K-40**
- + olemassa muita aineita: C-14, Be-7, Rb-87, ...

- Uraania, toriumia ja hajoamistuotteita esiintyy vaihtelevia määriä kaikissa luonnon kivi- ja mineraaliaineksissa sekä turpeessa
- Uraani, torium ja niiden hajoamistuotteet stabiiliin lyijyyn asti ovat radioaktiivisia eli hajoavat luonnostaan ja emittoivat ionisoivaa säteilyä
- Puoliintumisajat ovat pitkiä osalla nuklideista -> jätteet

Luonnon uraanisarja

- Radioaktiiviseen hajoamiseen liittyy, että aine muuttuu toiseksi alkuaineeksi, jolla erilaiset kemialliset ominaisuudet
- Viisi isotooppia, joilla $t_{1/2} > 1$ vuosi
- Radon kaasumaisena karkaa helposti veteen tai ilmaan ja rikkoo aktiivisuustasapainon
- Po-210 hyvin säteilytoksinen sisäisessä altistuksessa
- Uraanit liukenevat veteen tietyissä olosuhteissa



Miten luonnon radioaktiiviset aineet kertyvät teollisuudessa?

- Pelkkä murskaus ja jauhatus ei muuta merkittävästi kivi- tai mineraaliaineksen luonnon radioaktiivisten aineiden pitoisuuksia

Teollisissa prosesseissa materiaalit kohtaavat erilaisia olosuhteita:

- Kemialliset prosessit (esim. liuotus-saostus, uutto, vaahdotus)
- Fysikaaliset erottelumenetelmät (esim. painovoimaerotus)
- Suodatusmenetelmät (esim. pölysuodattimet, aktiivihili)
- Biologinen toiminta (esim. mikrobit)

➤ **Olosuhteiden muuttuessa eri alkuaineita edustavat uraani- ja toriumsarjan radionuklidit voivat kertyä tiettyihin prosessijakeisiin**

Mihin materiaaleihin luonnon radioaktiiviset aineet voivat kertyä?

Esimerkkejä:

- Pölyt ja kaasut
- Tuhkat ja kuonat
- Lietteet ja sakat
- Prosessilaitteistoissa esiintyvät saostumat, ”putkisakat”
 - Venttiilit, yhteen, mutkat + muut virtaukseen vaikuttavat kohteet
 - Siilojen ja säiliöiden seinämät
- Vesi tai muu neste
- Prosessien välituotteet tai lopputuotteet

Säteilylainsäädäntö ja luonnonsäteily

Säteilylaki 859/2018 (voimaan 15.12.2018)

Asetukset ionisoivasta säteilystä (voimaan 15.12.2018)

- Valtioneuvoston asetus ionisoivasta säteilystä 1034/2018
- Sosiaali- ja terveysministeriön asetus ionisoivasta säteilystä 1044/2018

STUKin määräykset

- määräys vapaarajoista ja vapauttamisrajoista SY/1/2018
- **määräys luonnonsäteilylle altistavasta toiminnasta S/3/2019**
- määräys turvallisuuslupaa edellyttävästä toiminnasta S/6/2019
- + muita

Säteilylaista tulevat velvoitteet

- **Ilmoitusvelvollisuus ennen toiminnan aloittamista:**
 - kaivostoiminta, maanalainen työ ja > 1 Bq/g U-238, Th-232 tai näiden hajoamistuotteita aineksissa/jätteissä (SätL 145 §)
- **Selvitysvelvollisuus toiminnassa olevalle teollisuudelle***
(SätL 151 §, VNa 1034/2018 52 §)
- **Luonnonsäteilyaltistusta on rajoitettava, jos altistus suurempi kuin viitearvot** (SätL 147 §)
- Jos luonnonsäteilyaltistus on viitearvoja suurempi rajoittavista toimista huolimatta, haetaan STUKilta turvallisuuslupa (SätL 148 §)
- Luonnonsäteilyaltistuksen viitearvot (muusta kuin radonista tai avaruussäteilystä, STMa 1044/2018 23 § ja 26 §):
 - 1 mSv vuodessa työntekijöille
 - 0.1 mSv vuodessa väestölle

Selvitysvelvolliset teollisuudenalat 1/2

Valtioneuvoston asetus ionisoivasta säteilystä 1034/2018 52 §:

- Säteilylain 151 §:ssä tarkoitettuja toimintoja, joissa luonnonsäteilystä aiheutuva säteilyaltistus voi olla viitearvoa suurempi, ovat ainakin:

- 1) harvinaisten maametallien tuotanto;
- 2) toriumyhdisteiden tuotanto ja toriumia sisältävien tuotteiden valmistus;
- 3) niobi-tantaalimalmin prosessointi;
- 4) öljyn ja kaasun tuotanto ja jalostus;**
- 5) geotermisen energian tuotanto;**
- 6) titaanidioksidipigmentin tuotanto;**

Selvitysvelvolliset teollisuudenalat 1/2

- 7) terminen fosforin tuotanto;
- 8) zirkoni- ja zirkoniumteollisuus;
- 9) fosfaattilannoitteiden tuotanto;**
- 10) sementin tuotanto ja siinä käytettyjen klinkkeriuunien huolto;**
- 11) turve- ja hiilivoimalaitosten käyttö ja näiden laitosten kattiloiden huolto, korjaus ja käytöstä poistaminen;**
- 12) fosforihapon tuotanto;**
- 13) metallimalmien ja -rikasteiden pelkistyssulatus;**
- 14) talousveden tuottaminen pohjaveden käsittelylaitoksessa;**
- 15) muiden malmien kuin uraanimalmin louhinta.**

Altistus tulee selvittää, jos viitearvoa suurempi altistus on mahdollinen

- STUK voi velvoittaa toiminnasta vastuussa olevan selvityksen tekemiseen muussakin tilanteessa, jos toiminnasta aiheutuva työperäinen tai väestön altistus tai työpaikan radonpitoisuus voi olla viitearvoa suurempi (SätL 146 §)
- **Voi koskea myös muita tapauksia kuin VNa:n luettelossa mainittuja**
 - **Esimerkiksi romu- ja kierrätysteollisuus, metalliromut**
- Selvitys on tehtävä uudelleen siltä osin, kun toiminta tai olosuhteet muuttuvat siten, että työperäinen tai väestön altistus tai työpaikan radonpitoisuus voi olla viitearvoa suurempi (SätL 146 §)
- **Esimerkiksi jos raaka-aineita vaihdetaan tai prosessia muutetaan oleellisesti**

Teollisuudessa pitää tietää mitä materiaalit sisältävät

- Toimijan velvollisuus on olla selvillä käsiteltävien aineiden ja materiaalien luonnon radioaktiivisista aineista

Mitä teollisuudessa pitää nyt tehdä luonnonsäteilyn selvittämisen suhteen?

- Mitattava ulkoisen säteilyn annosnopeutta kertymien kartoittamiseksi ja näytteenoton kohdentamiseksi
- Määritettävä edustavista raaka-aine-, prosessi-, väliaine-, jäte- ja tuotejakeista luonnon radioaktiiviset aineet:
 - U-238, Th-232 ja näiden pitkäikäiset hajoamistuotteet
 - K-40 ja tuhkasta myös Cs-137
- Jos U-238, Th-232 ja näiden hajoamistuotteet < 1 Bq/g, ei säteilyaltistusta (säteilyannoksia) tarvitse arvioida
- Jos U-238, Th-232 tai näiden hajoamistuotteet > 1 Bq/g, on selvitetävä säteilyaltistus STUKin määräyksen S/3/2019 mukaisesti

Radioaktiivisuusmääritykset

- Näytteiden tulee olla edustavia
 - Käytetään esimerkiksi kokoomanäytteitä, jotta suurista massoista ei tule suurta määrä erillisiä analyysejä
- Määritysmenetelmien tulee olla luotettavia
 - Gammaspektrometria
 - Massaspektrometria
 - Nestetuikelaskenta
 - Radiokemialliset analyysit



Altistusta ei tarvitse arvioida, jos materiaalien uraani- ja toriumsarja $< 1 \text{ Bq/g}$

- Lähetettävä kuitenkin ilmoitusta vastaavat perustiedot STUKille
- Ilmoitukseen sisältyvät asiat esitetty määräyksessä S/3/2019 3 §

Materiaaleista on tehtävä radioaktiivisuusmääriksiä:

- Ilmoitukseen tulee sisältyä tiedot toiminnassa syntyvien luonnon radioaktiivisia aineita sisältävien aineiden, jätteiden ja päästöjen määrästä ja laadusta, sekä niiden mahdollisesta hyödyntämisestä ja loppusijoituksesta
- **STUKille on toimitettava tieto materiaalien aktiivisuuspitoisuuksista, joilla todennetaan materiaalien olevan $< 1 \text{ Bq/g}$. Vain STUKille toimitetun tiedon perusteella voidaan myöntää vapautus altistuksen arvioinnista.**

Säteilyaltistuksen arviointi, jos materiaalien uraani- tai toriumsarja > 1 Bq/g

Ilmoituksessa olevien perustietojen lisäksi toimitetaan STUKille tiedot:

- altistuksen kannalta merkittävät radionuklidit ja altistusreitit sekä altistuksen keskeiset arviointiperusteet
- arvio työntekijöille aiheutuvista säteilyannoksista ja säteilylle altistuvien työntekijöiden lukumäärästä
- arvio väestölle aiheutuvista säteilyannoksista ja säteilylle altistuvien henkilöiden lukumäärästä
- säteilyaltistusta rajoittavat toimet, jotka on otettu huomioon työperäistä tai väestön altistusta arvioitaessa

➤ määräyksessä S/3/2019 6 §

Selvitys luonnonsäteilyaltistuksesta (muut kuin radon)

Materiaalit ja jätteet
prosessissa < 1 Bq/g
(U-238 ja Th-232 -sarjat)

Säteilyaltistusta ei
yleensä tarvitse arvioida
(päästöistä riippuen).



Jätteet käsitellään
jätelain mukaisesti.

Materiaalit tai jätteet
prosessissa > 1 Bq/g
(U-238 ja Th-232 -sarjat)

Työntekijöiden ja väestön
säteilyaltistus on arvioitava.



Jätteiden käsittelyyn
tarvitaan STUKin
hyväksyntä.

Tavoitteena on alittaa
luonnonsäteilyaltistuksen
viitearvo

- työntekijöille 1 mSv/v
- väestölle 0,1 mSv/v

Tutkitaan materiaaleja ja
tehdään mittauksia

Vesijakeiden laatu tulee
selvittää, vaikka kiinteissä
materiaaleissa olisi U-238 ja
Th-232 -sarjat < 1 Bq/g

Säteilyaltistuksen
arvioinnissa huomioidaan:

- Ulkoinen altistus
- Sisäinen altistus
- Altistusta rajoittavat toimet

Jos altistus on suurempaa
kuin viitearvot, tarvitaan
turvallisuuksilupa STUKista

Turvallisuuslupa luonnonsäteilylle altistavassa säteilytoiminnassa

- Jos luonnonsäteilyaltistus on viitearvoja suurempi rajoittavista toimista huolimatta, haetaan STUKilta turvallisuuslupa

Turvallisuuslupa voidaan myöntää, jos:

- säteilytoiminta on oikeutus-, optimointi- ja yksilönsuojaperiaatteen mukaista
 - säteilytoimintaa varten on laadittu turvallisuusarvio
 - toimintaa voidaan harjoittaa turvallisesti
 - toiminnanharjoittajalla on oikeus harjoittaa elinkeinoa Suomessa
- Turvallisuuslupahakemuksen sisältö on määritelty Säteilylain 51 §:ssä ja Valtioneuvoston asetuksen 1034/2018 Liitteessä 5



Säteilyturvakeskuksen määräys turvallisuuspäätöstä edellyttävästä säteilytoiminnasta

- Säteilyturvallisuusasiantuntija
- Säteilyturvallisuusvastaava
- Työntekijöiden perehdytys
- Johtamisjärjestelmä
- Annosrajoitukset
- Päästöt ja jätteet
- Turvallisuusarvio
- Säteilyaltistuksen luokat
- Säteilyturvallisuuspoikkeamat

Säteilylähteitä ja turvajärjestelyjä koskevia vaatimuksia ei huomioida luonnonsäteilyn turvallisuusluvuissa

Luonnonsäteilylle altistavassa toiminnassa syntyvät jätteet

- Luonnonsäteilylle altistavassa toiminnassa syntyvät jätteet
 - Eivät ole säteilylain mukaista radioaktiivista jätettä
 - Ovat säteilylain 78.3 §:n mukaista jätettä, eli säteilysuojelu otettava huomioon
- Jos aktiivisuuspitoisuudet < vapauttamisraja, voi uudelleenkäyttää, kierrättää, hyödyntää ja loppukäsitellä noudattaen jätelakia
- Jos aktiivisuuspitoisuudet > vapauttamisraja, tarvitaan myös STUKin hyväksyntä em. toiminnalle (ns. NORM-jätteet)

- Vapauttamisrajat:

U-238-sarjan luonnon radionuklidit	1 Bq/g
Th-232-sarjan luonnon radionuklidit	1 Bq/g
K-40	10 Bq/g

Voiko teollisuudessa esiintyä ydinaineita?

- **Ydinaineen tuottamiseen** tarvitaan STUKista ydinenergiain mukainen lupa
- Ydinainetta (uraani+torium > 500 PPM) saattaa muodostua metallinjalostusteollisuudessa käsiteltäessä pieniä uraanipitoisuuksia sisältäviä malmirikasteita siten, että uraani rikastuu johonkin välituotteeseen
- **Suomesta löytyy esimerkkejä metallien rikastuksesta ja metallinjalostuksesta, joissa välituotteen uraanipitoisuus tekee siitä luvanvaraista ydinainetta**
- Kyseisissä tapauksissa oltava yhteydessä STUKin ydinmateriaalivalvontaan

Miksi (säteilylain perusteella) pitää mitata ja selvittää luonnonsäteilyaltistusta?

- Luonnon radioaktiivisia aineita esiintyy kivissä, mineraaleissa ja muissa luonnon aineksissa, sekä niistä johdetuissa materiaaleissa
- Luonnon radioaktiivisista aineista syntyy ionisoivaa säteilyä, joka aiheuttaa terveyshaittaa
- Säteilyä ei voi havaita muuten kuin mittaamalla erityisesti siihen tarkoitetuilla mittalaitteilla, ja luonnon radioaktiivisten aineiden aktiivisuuspitoisuudet pitää määrittää erityisillä menetelmillä
- **Teollisuudessa esiintyvän luonnonsäteilyn aiheuttamaa altistusta työntekijöille ja väestölle voidaan vähentää, jos luonnon radioaktiivisten aineiden kertymät tunnetaan**

STUKin luonnonsäteilyn valvonta

- Luonnonsäteilyn valvonnasta vastaa STUKissa ”Luonnonsäteilyn valvonta ja terveys” – yksikkö
- Sisäilman radoniin liittyvät asiat: radonvalvonta@stuk.fi
- Luonnon radioaktiivisten aineiden kertymiin (ns. NORM-ainekset ja jätteet) liittyvät asiat: lsv@stuk.fi

Radonriskialueilla työpaikkojen sisäilman radonpitoisuus on selvitettävä

- Maanalaisissa kaivoksissa radonpitoisuus on mitattava säännöllisesti
- Myös muissa maanalaisissa työpaikoissa ja radonriskialueilla työpaikkojen sisäilman radonpitoisuus on selvitettävä
- Radonriskialueista löytyy tietoa STUKin nettisivuilta (ns. mittausvelvoitekunnat ja postinumeroalueet)
- Työpaikan sisäilman radonpitoisuuden viitearvo on 300 Bq/m³ jos työaika on suurempi tai yhtä suuri kuin 600 tuntia vuodessa
- Työperäisessä altistuksessa viitearvo on 500 000 becquereltuntia kuutiometrissä vuodessa (työssä, jossa altistutaan radonille useissa eri kohteissa)

