

# 6

## SÄTEILEVÄT KULUTTAJATUOTTEET

Olavi Pukkila

### SISÄLLYSLUETTELO

6.1	Yleistietoa .....	320
6.2	Entisaikojen säteileviä kuluttajatuotteita .....	321
6.3	Nykyajan säteileviä kuluttajatuotteita .....	324

## 6.1 | Yleistietoa

Säteilevillä kuluttajatuotteilla tarkoitetaan kuluttajille myytäviä, turvallisuusluvasta vapautettuja tuotteita, jotka synnyttävät ionisoivaa säteilyä ja joita ei käytetä säteilylaissa tarkoitettuina säteilylähteinä. Näiden tuotteiden säteily on joko suurjännitteisissä elektroniputkissa (esimerkiksi kuvaputkissa) syntynyttä röntgensäteilyä tai tuotteiden sisältämistä radioaktiivisista aineista peräisin olevaa säteilyä. Radioaktiivista ainetta sisältävissä laitteissa ja tuotteissa säteily voi olla joko oleellinen toimintaan liittyvä tekijä tai tuotteen ominaisuuksille merkityksetöntä. Ionisoimatonta säteilyä tuottavia kuluttajatuotteita, kuten matkapuhelimia ja mikroaaltouuneja käsitellään tämän kirjasarjan osassa 6, ”Ionisoimaton säteily - Sähkömagneettiset kentät”. Solariumeja käsitellään osassa 7, ”Ionisoimaton säteily - Ultravioletti- ja lasersäteily”.

Säteilylain mukaan radioaktiivisten aineiden sekoittaminen tai yhdistäminen kulutustavaroihin on sallittua vain erityisestä, perustellusta syystä Säteilyturvakeskuksen myöntämällä luvalla. Radioaktiivisten aineiden käyttö elintarvikkeissa, kosmeettisissa valmisteissa, leluissa ja vastaavissa kulutustavaroissa on kielletty. Tullilaitos valvoo, ettei Suomeen tuoda luvatta radioaktiivisia aineita. Valvonnassa auttavat osaltaan myös monilla lentoasemilla ja rajanylityspaikoilla olevat automaattiset säteilyvalvonta-asetat. Myytävien sähkölaitteiden turvallisuus varmistetaan tyyppitestauksin. Kuluttajavirasto huolehtii markkinavalvonnasta, jolla varmistetaan, että myynnissä olevat tuotteet täyttävät lainsäädännön vaatimukset.

Kansalainen voi kuitenkin tietämättään jossain määrin altistua ionisoivalle säteilylle käsitellessään esineitä, joissa on esimerkiksi poikkeuksellisen suuri määrä luonnon radioaktiivisia aineita tai joihin on lisätty niiden valmistuksessa sallittua radioaktiivista ainetta. Säteilyturvakeskuksen tietoon ei kuitenkaan ole Suomesta tullut yhtään tapausta, jossa jokin kodin esine olisi aiheuttanut kenellekään henkilölle mainittavassa määrin säteilyaltistusta. Säteilevistä kuluttajatuotteista aiheutuva väestön altistus on hyvin vähäinen luonnon taustasäteilystä ja asuntojen sisäilman radonpitoisuudesta aiheutuvaan säteilyaltistukseen verrattuna. (Katso kirjasarjan osa 2, ”Säteily ympäristössä”.)

Suomalaisissa kodeissa nykyään säteilysuojelun kannalta kiinnostavat, säteilyaltistusta aiheuttavat tuotteet ovat yleensä vanhoja, radioaktiivista ainetta sisältäviä esineitä, jotka on valmistettu viime vuosisadan ensimmäisellä puoliskolla. Seuraavassa esitetään lyhyesti tietoja sätei-

levistä kuluttajatuotteista, joiden tiedetään aiheuttavan tai aiheuttaneen joskus säteilyaltistusta kansalaisille.

## 6.2 Entisaikojen säteileviä kuluttajatuotteita

### Entisaikojen ”terveystuotteet”

Viime vuosisadan alkupuolella, lähinnä 1920-luvulla, joihinkin kuluttajatuotteisiin lisättiin radioaktiivisia aineita kuvitteellisten terveys- hyötyjen uskossa. Tällaisia kalliita ihmetuotteita olivat muun muassa terveysjuomat, kauneusvoiteet, hammastahnat, ihonhoitoaineet ja potenssilääkkeet. Radioaktiivisina lisäaineina käytettiin urania, toriumia ja radiumia. Kaupan oli myös kotikäyttöön tarkoitettuja radonemanaatoreita, joilla radiumlähteen avulla voitiin esimerkiksi yön aikana tuottaa lasillinen radonkaasukuplilla terästettyä terveystettä. Edellä mainitut tuotteet aiheuttivat vakavia terveyshaittoja käyttäjilleen niissä tapauksissa, joissa valmistaja oli todella lisännyt tuotteeseen merkittävän määrän tuolloin hyvin kallista radiumia. Haitat olivat vaikeasti paranevia haavaumia, iho- ja luusyöpää sekä leukemiaa. Onneksi tällaisten tuotteiden kalleus rajoitti käyttäjämäärän pieneksi.



**KUVA 6.1 Radiumia sisältävä kello**

Geiger-mittari näyttää lukemaa 1,25  $\mu\text{Sv/h}$  lentokoneessa käytetyn kellon vieressä. Kellon viisarit ja numerot on maalattu radiumia sisältävällä valoväriellä.

## Itsevalaisevat tuotteet

Viime vuosisadan alkupuolella alkoi myös itsevalaisevien valoväriainneiden käyttö. Fluoresoivana aineena käytettiin enimmäkseen sinkkisulfidia, johon sekoitettiin radiumsulfaattia valoa tuottavien viritystilojen synnyttäjäksi. Yleensä grammassa valoväriainetta olevan radium-226:n aktiivisuus oli noin kaksi megabecquerelia ja on edelleen saman verran, sillä radiumin puoliintumisaika on noin 1 600 vuotta. Tällaisen itsevalaisevan, radiumpitoisen valovärin valmistus päättyi suurimmassa tuottajamaassa Yhdysvalloissa vuonna 1968. Suomessa radiumpitoista valoväriä käytettiin 1960-luvulle asti kompassitehtaassa ja pienessä määrin kelloseppien verstaissa. Radiumpitoista valoväriä voi olla muun muassa vanhoissa kelloissa, kompassissa, lentokoneiden mittaritauluissa ja sotilaskäyttöön tarkoitetuissa tähtäimissä ja muissa laitteissa. Vanhat valovärit eivät kemiallisten muutosten takia aina tuota valoa ja voivat tämän johdosta jäädä huomaamatta.

1960-luvulla itsevalaisevissa valoväriaineissa käytetty alfa- ja gamma-säteilyä tuottava radium korvattiin beeta-aktiivisella tritiumilla ja prometiumilla. Nykyisin yleisin valoväreissä käytetty aktiivinen aine on tritium, jonka puoliintumisaika on 12,3 vuotta. Se sitoutetaan yleisimmin valoväriin orgaaniseen yhdisteeseen, mutta sitä käytetään myös kaasumuodossa sisäpuoleltaan sinkkisulfidilla päällystetyissä lasiampulleissa, niin sanotuissa tritiumlamppuissa. Tritiumlamppuja käytetään muun muassa lentokoneiden, laivojen ja joidenkin julkisten tilojen ulosmeno-ovilla sekä erilaisten mittareiden näyttötaulujen valolähteenä. Niitä on myös käytetty nestekidenäyttöisten kellojen valolähteenä. Tritium- ja prometiumpitoiset valolähteet eivät aiheuta käyttäjälleen säteilyaltistusta silloin, kun kellon, kompassin tai mittarin suojalasi on ehjä.

Kuluttajatuotteiden hyväksyntää on tarkemmin käsitelty säteilyturvallisuuksiosassa ST 1.5. Ohjeen ST 5.4 mukaan kellojen, kompassien ja vastaavien tuotteiden kauppa on vapautettu turvallisuusluvasta, jos tuotteessa olevan valovärin aktiivisuus on pienempi kuin 400 MBq tritiumia ( $^3\text{H}$ ) tai 8 MBq prometiumia ( $^{147}\text{Pm}$ ). Tritiumlamppuissa tämä raja on 10 GBq.

## Keramiikka ja lasitavarat

Uraanisuoloja on käytetty keramiikka- ja lasiteollisuudessa väriaineina ja fluoresoivan pinnan aikaansaamiseksi jo yli 200 vuotta sitten.

Uraaniyhdisteillä lasite saatiin värjättyä esimerkiksi mustaksi, ruskeaksi, keltaiseksi, vihreäksi tai punaiseksi.

Uraani- ja toriumyhdisteiden käyttöä keramiikka- ja lasituotannossa alettiin rajoittaa 1940-luvulla ydinasetuotannon käynnistyttyä. Tilalle otettiin uusia, taloudellisesti edullisempia väriaineita. Joidenkin vanhojen maljakoiden tai ruukkujen lasimassasta tai lasitteesta huomattava osa voi olla luonnon uraania. Erityisesti kyseessä ovat tällöin keltaiset tai vihreät esineet. Säteilysuojeluongelma on vähäinen, koska tällaisia antiikkiesineitä ei juurikaan käsitellä. Uraanisuoloja on käytetty väriaineina myös lasitetuissa tiilissä, keramiikkalaatoissa sekä lasitiilissä. Tällaisia rakennusmateriaaleja on löytynyt esimerkiksi vanhoista, hienoista saksalaisista rakennuksista. Saksan säteilysuojeluasetuksen (vuodelta 1989) mukaan lasiesineen painosta ei saa olla enempää kuin kymmenen prosenttia luonnon uraania, toriumia tai köyhdytettyä uraania.

Eräs uraanin käyttösovellus on ollut posliinisten tekohampaiden hohtavuuden lisäys ja värin saaminen mahdollisimman luonnonmukaiseksi. Tällaisia tekohampaita alettiin valmistaa 1930-luvulla. Viranomaiset kiinnittivät asiaan huomiota 1960-luvulla. Tekohampaiden uraanipitoisuudelle on Yhdysvalloissa asetettu rajaksi 0,05 prosenttia ja Saksassa 0,1 prosenttia.

### Optiset linssit ja silmälasit

Linssien taitekertoimen lisäämiseksi, pintaheijastusten vähentämiseksi ja pinnan värjäämiseksi on lasimassaan joskus lisätty toriumia. Yhdysvalloissa on havaittu joidenkin linssien painosta jopa 30 prosenttia olevan toriumia. Tällaisia linsejä sisältävän ison televisiokameran uloimman linssin pinnalta on gammasäteilyn annosnopeudeksi mitattu 30  $\mu\text{Gy/h}$  ja beetasäteilyn annosnopeudeksi 100  $\mu\text{Gy/h}$ . 50 cm etäisyydellä tällaisesta linssistä olevalle henkilölle aiheutuvan efektiivisen annoksen on laskettu olevan kymmenen mikrosievertiä vuorokaudessa.

Silmälasien linseissä on esiintynyt pieniä pitoisuuksia luonnon radioaktiivisia aineita: uraania, toriumia ja eräiden harvinaisten maa- metallien suoloja. 1970-luvulla Yhdysvalloista on raportoitu toriumsuoloilla värjättyistä linseistä, joiden todettiin aiheuttavan silmän sarveiskalvon pintasolukolle alfasäteilystä annosnopeuden 0,1–0,3

mSv/h, beetasäteilystä kahden millimetrin syvyydellä annosnopeuden 0,7–2  $\mu\text{Sv/h}$  ja gammasäteilystä koko silmän alueelle annosnopeuden 0,06–0,3  $\mu\text{Sv/h}$ . Suomesta ei ole raportoitua tietoa silmälasien eikä optisten laitteiden linssien aiheuttamasta säteilyaltistuksesta.

### 6.3 | Nykyajan säteileviä kuluttajatuotteita

#### Antistaattiset harjat

Staattisen sähkön poistamiseksi esimerkiksi linseistä, filmeistä ja äänilevyistä on valmistettu radioaktiivista ainetta sisältäviä harjoja. Niissä käytetään alfasäteilyä ionisoimaan ilmaa staattisella sähköllä varautuneen esineen ympärillä. Aktiivisena aineena käytetään polonium-210:tä noin 20 MBq keraamisiin mikropalloihin sitoutettuna tai metallifoliassa. Poloniumin puoliintumisaika on 138 päivää, jonka johdosta harjoilla on tehokasta käyttöikää noin vuoden verran. Antistaattiset harjat eivät aiheuta käyttäjilleen mainittavaa säteilyaltistusta, mutta niiden jätahuolto voi aiheuttaa ympäristöongelman. Suomessa tällaisten antistaattisten harjojen hallussapito edellyttää turvallisuuslupaa, eikä niitä ole hyväksytty vapaaseen myyntiin.

#### Palovaroittimet

Palovaroitin hälyttää havaitessaan tulipalossa syntyviä kaasuja ja aerosoleja. Nykyisin käytössä olevat palovaroittimet ovat joko optiseen ilmaisuun tai ionisaatioon perustuvia hälyttimiä. Optisia ilmaisimia käytetään pääasiassa työpaikoille ja julkisiin tiloihin asennetuissa paloilmoinjärjestelmissä, jotka automaattisesti hälyttävät lähimmällä paloasemalla savun muodostuksesta. Kotitalouksissa ja vapaa-ajan tiloissa olevissa erillisissä palovaroittimissa on ilmaisimena yleensä ionisaatiokammio. Se on huomattavasti halvempi kuin optinen ilmaisimien, mutta varjopuolena on ilmaisimen tarvitsema pieni määrä radioaktiivista ainetta.

Ionisaatiotekniikkaan perustuvassa ilmaisimessa, ionisaatiokammiossa, ionisoidaan kahden elektrodin välistä ilmaa säteilylähteen avulla. Elektrodien välinen pieni potentiaaliero synnyttää tällöin virtapiiriin pienen sähkövirran. Sähkövirta muuttuu, kun ionisaatiokammioon tu-

lee savua, koska osa ionisoidun ilman happi- ja typpi-ioneista kiinnittyy savukaasun molekyyliin ja hiukkasiin. Sähkövirran muutos kytkee tällöin päälle palovaroittimen summerin.

Suomessa käytetään edellä mainituissa palovaroittimissa säteilylähteenä  $^{241}\text{Am}$ -isotooppia, joka tehokkaana alfasäteilijänä soveltuu hyvin ionisaation synnyttäjäksi ionisaatiokammioon. Amerikiumin puoliintumisaika on 432 vuotta, joten tältä osin palovaroitin ei vanhene. Amerikiumin tuottama alfasäteily pystyy etenemään ilmassa vain muutaman sentin, eikä pysty lävistämään ionisaatiokammion seinämää. Amerikium tuottaa myös hieman 60 keV:n gammasäteilyä, josta osa läpäisee palovaroittimen mekaanisen rakenteen. Palovaroittimissa tarvittavan amerikiumin määrä on kuitenkin niin vähäinen (alle 40 kBq), että aiheutuvalla säteilyaltistuksella ei ole käytännön merkitystä. Kahden metrin etäisyydellä palovaroittimesta sen aiheuttama annosnopeus on noin promillen kymmenesosa maaperästä ja rakennusmateriaalista tulevan gammasäteilyn annosnopeudesta.



**KUVA 6.2 Annosnopeus palovaroittimen vieressä**

Kuvassa on kodeissa käytettävä palovaroitin avattuna. Pariston vieressä olevan metallirasian sisällä on pieni  $^{241}\text{Am}$ -säteilylähde. Siitä lähtevää matalaenergistä gammasäteilyä ei voida erottaa normaalista taustasäteilystä (0,1–0,3 µSv/h) väestönsuojeluun tarkoitetulla säteilymittarilla: mittarin lukema 0,16 µSv/h on sama lähempänä ja kauempana palovaroittimesta.

Palovaroittimissa on käytetty säteilylähteinä 1960-luvulla radiumia ja kryptonin. Radiumpitoinen palovaroitin aiheuttaisi noin satakertaisen altistuksen amerikiumpitoiseen palovaroittimeen verrattuna. Joissain maissa on käytetty myös plutoniumia palovaroittimen säteilylähteenä.

Amerikiumia sisältävien palovaroittimien kaupallista maahantuontia ja tukkukauppaa varten on oltava säteilylain edellyttämä turvallisuuslupa. Palovaroittimien käyttö, hallussapito ja vähittäismyynti on vapautettu luvasta edellyttäen, että ne ovat Säteilyturvakeskuksen hyväksymiä. Yksittäisen palovaroittimen voi hävittää Säteilyturvakeskuksen ohjeen mukaan normaalin talousjätteen mukana, koska siinä olevan metalliin kapseloidun amerikiumin määrä on niin vähäinen. Tarpeetonta säteilylähteen käsittelyä on syytä kuitenkin välttää; on sanomattakin selvää, ettei palovaroitinta tule antaa esimerkiksi lapselle leikkikaluksi. Lähivuosina tulee todennäköisesti voimaan EU-direktiivi, joka kieltää tällaisen käytännön ja luokittelee palovaroittimen ongelmajätteeksi.

#### Jalokivet ja emaloidut korut

Luonnon taustasäteily on miljoonien vuosien kuluessa muuttanut, kirkastanut tai sävyttänyt jalokivien värejä, muiden fyysikaalisten ja kemiallisten tekijöiden ohella. Jalokivien värit johtuvat suurelta osin jalokivien kidehilan metalli-ioneista. Ionisoivasta säteilystä aiheutuvaa värimuuntelua syntyy muun muassa näiden metalli-ionien valenssimuutoksista ja kidehilan energialoukkuihin jääneistä elektroneista.

Voimakkaan säteilytyksen avulla voidaan hidas luonnon prosessi toteuttaa hetkessä. Tätä on alettu kaupallisesti hyödyntää 1970-luvulla. Säteilytyksessä voidaan käyttää röntgen-, gamma-, beeta- tai neutronisäteilyä. Kolmesta ensimmäisestä ei aiheudu säteilytyksen jälkeen jalokivien käsittelijöille tai käyttäjälle säteilyaltistusta, mutta neutronit voivat aiheuttaa säteilynsuojeluongelmia. Ydinreaktorista saatava neutronisuihku synnyttää kohteena olevissa jalokivissä keinotekoisia radioaktiivisuutta. Sen voimakkuus ja kesto riippuvat säteilytysajasta, neutronivuon intensiteetistä ja jalokivien alkuainekoostumuksesta, erityisesti niiden sisältämien epäpuhtauksien määrästä. Havaituista aktivoitumistuotteista mainittakoon skandium-46 (puoliintumisaika 84 päivää), mangaani-54 (puoliintumis-



aika 312 päivää) ja tina-113 (puoliintumisaika 115 päivää). Mikäli tällaisia aktivoitumistuotteita on säteilytetyissä jalokivissä huomattavia määriä, niitä on pidettävä varastoituna riittävän kauan ennen kuin ne kiinnitetään koruihin ja tulevat vähittäismyyntiin. Ainakin topaasin sininen väri ja heikkolaatuisten niin sanottujen mustien timanttien vihertävä väri ovat tyypillisiä säteilytyksen aikaansaannoksia.

Säteilyturvakeskuksen tiedossa ei ole, että Suomessa olisi tullut myyntiin säteileviä jalokiviä. Tiedetään kuitenkin, että muualta on tällaisista havaintoja. Jalokivien pinnalta on mitattu annosnopeuksien suuruudeksi muutama mikrosievert tunnissa. Tällainen jalokivi voi aiheuttaa kantajalleen melko suuren paikallisen ihoannoksen, jos korua pidetään kauan ihoa vasten samassa paikassa.

Emaloiduissa vanhoissa koruissa ja muissa emaloiduissa esineissä on voitu käyttää uraanisuoloja väriaineena samoin kuin lasi- ja keramiikkatuotteissakin. Yhdysvalloissa jouduttiin esimerkiksi 1980-luvun alkupuolella kieltämään suosituksi tulleiden, uraanilla värjätyle emalipohjalle istutettujen jalokivikorujen markkinointi. Tällaisten korujen pinnalla annosnopeudeksi on mitattu jopa 37  $\mu\text{Sv/h}$ .

### Loistelamppujen sytyttimet ja elektroniputket

Loistevalolamppujen sytyttimissä on käytetty ionisointia varten pieniä määriä radioaktiivisia aineita, kuten krypton-85:ttä, prometium-147:ää tai tritiumia. Niiden määrät ovat niin pieniä, ettei mitään säteilysuojellisia ongelmia ole syntynyt. Sama pätee erilaisten sähkölaitteiden jännitteen säätiminä, ylivirtasuojina ja merkkivaloina käytettäville, radioaktiivista ainetta sisältäville elektroniputkille ja sähkökomponenteille.

### Öljy- ja kaasulamppujen hehkusukat

Sähkövalon puuttuessa kesämökeillä, työmailla tai muissa vastaavissa paikoissa on aikaisemmin yleisesti käytetty kirkkaita, hehkusukalla varustettuja öljy- ja kaasulamppuja. Hehkusukan verkkoon imeytettyjen nitraattien joukossa on muun muassa toriumnitraattia. Mittauksissa on todettu hehkusukkien toriumin ja sen hajoamistuotteiden aktiivisuuksien vaihdelleen välillä 1–5 kBq.

Lampun sytytysvaiheessa toriumnitraatti muiden nitraattien ohella hapettuu oksidiksi ja alkaa hehkua tuottaen voimakasta valoa. Palamisen ja erityisesti sytytysprosessin aikana toriumia ja sen hajoamistuotteita vapautuu ilmaan pieni määrä. Tällöin hengitysteitse tapahtuva pieni sisäinen säteilyaltistus on mahdollista. Huomattavin altistus voi kuitenkin aiheutua huolimattomasta hehkusukan käsitte-lystä vaihdettaessa haurasta, loppuun palanutta sukkaa uuteen. Täl- löin hengitysteihin voi joutua pölyn mukana toriumia ja sen hajoa- mistuotteita.

Markkinoilla on nykyään myös hehkusukkia, jotka eivät sisällä torium- nitraattia. Tällöinkin on huomioitava käytettyjen hehkusukkien käsit- telyssä, ettei hengitysteihin joudu hehkusukkien sisältämiä myrkylli- siä aineita.

### Terveys- ja kalisuola

Terveyssuolassa on huomattavasti suurempi kaliumpitoisuus kuin ta- vallisessa suolassa. Natriumkloridipitoisuuden vähentämisellä on aja- teltu olevan verenpainetta alentavaa vaikutusta. Ihmisen aineenvaih- dunnalle välttämättömästä kaliumista 0,012 prosenttia on luonnon radioaktiivista kalium-40 -isotooppia. Sen määrä aikuisen ihmisen ke- hossa on noin 4 000 Bq. Terveyssuolan käytöllä ei ole kuitenkaan oleellista merkitystä säteilyaltistuksen kannalta, sillä ylimääräinen ka- lium ei varastoidu kehoon.

Kalium-40 on beeta- ja gammasäteilijä (1,4 MeV), jonka puoliintumis- aika on noin 1,3 miljardia vuotta. Sitä on runsaasti muun muassa kali- suolaksi kutsutussa kaliumlannoitteessa. Jokainen kalisuolalla tai run- saasti kaliumia sisältävällä lannoitteella lastattu junavaunu tai auto antaa säteilyhälytyksen rajanylityspaikkojen säteilyvalvonta- asemilla.

### Hitsausvälineet

Suojakaasulla varustettujen sähköhitsauslaitteiden elektrodit voivat sisältää toriumia. TIG-hitsauslaitteiden (tungsten inert gas) elektrodeista on mitattu 0,4–4 prosentin toriumoksidipitoisuuksia. Elektrodin aktii- visuus on sen massasta riippuen vaihdellut välillä 0,05–250 kBq. TIG- hitsauslaitteella tehdyissä hitsausaumoissa ei ole toriumia, sillä TIG- laitteen elektrodi ei toimi juotosaineena.

Volframista tehdyt elektrodit sisältävät erilaisia lisäaineita. Toriumin käyttö lisäaineena helpottaa valokaaren syttymistä ja stabiloi sähkövirtaa. Tällöin hitsauslaitetta voidaan käyttää alemmalla jännitteellä ja elektrodin käyttöaika pitenee.

TIG-hitsauslaitteet ovat ammattikäytössä eivätkä ne aiheuta tavallisille kansalaisille säteilyaltistusta. Työpaikoilla altistus jää vähäiseksi, jos hitsauspaikan ilmanvaihdoista ja elektrodien hiomajätteestä huolehditaan asianmukaisella tavalla.

### Rakennusmateriaalit

Suomalaisessa peruskalliossa, erityisesti graniitissa, on pieniä pitoisuuksia kalium-40-isotooppia ja uraani- ja toriumsarjan radioaktiivisia aineita. Niitä on myös peruskalliostamme peräisin olevassa sorassa ja hiekassa. Esimerkiksi uraani- ja toriumpitoisuudet tavallisessa kiviaineksessa vaihtelevat Suomessa välillä 0,5–30 grammaa tonnissa. Näin ollen tiili-, betoni- ja muut kiviainesta sisältävät rakennusmateriaalit pitävät sisällään pieniä pitoisuuksia radioaktiivisia aineita. Kiviaineksesta tehdyn rakennuksen sisällä gammasäteilyn annosnopeus vaihtelee Suomessa yleensä 0,03–0,18  $\mu\text{Gy/h}$  välillä. Tällöin jatkuvasta oleskelusta sisätiloissa aiheutuisi efektiivistä annosta noin 0,3–1,6 mSv vuodessa. Säteilyturvakeskuksen mittaustulosten perusteella suomalaisen keskimääräiseksi rakennusmateriaaleista peräisin olevan ulkoisen gammasäteilyn vuosiannokseksi on arvioitu 0,45 mSv.

### Televisiovastaanottimet ja näyttöpäätteet

Kuvaputkella näkyvän kuvan muodostuksessa käytetään elektronisuihkua, joka kiihdytetään 20–30 kV:n jännitteellä kuvaruudun sisäpinnalla olevalle loisteaineelle. Pysähtyessään kuvaputken sisäpinnoitukselle elektronisuihku synnyttää samalla röntgensäteilyä (jarrutussäteilyä), joka voi periaatteessa tunkeutua kuvaputken lasin läpi. Vanhoissa laitteissa röntgensäteilyä syntyi myös niin sanotussa sivuvirtasäädinputkessa.

Televisiovastaanottimien aiheuttama säteily huomattiin 1950-luvulla. ICRP esitti vuonna 1955, että televisiovastaanottimen ulkopinnalla röntgensäteilyn annosnopeus ei saa ylittää arvoa 20  $\mu\text{Gy/h}$ . Vuonna 1960

suositusta tiukennettiin. Vuotosäteilyn enimmäismääräksi tuli 5  $\mu\text{Gy/h}$  viiden senttimetrin etäisyydellä vastaanottimen ulkopinnasta. Musta- valkoiset televisiot täyttivät 1960-luvulla vaikeuksitta suosituksen, mutta väri-vastaanottimet ylittivät sen eräissä tapauksissa. Tämä johtui väritelevision tarvitsemasta suuremmasta elektronisuihkun kiihdytys- jännitteestä.

Vuonna 1968 havaittiin Yhdysvalloissa pistokokeena 149 väritelevisio- vastaanottimelle tehdyissä säteilymittauksissa, että kahden laitteen ulkopuolella annosnopeus ylitti arvon 1 mGy/h ja 23 laitetta suositus- arvon 5  $\mu\text{Gy/h}$ . Tämän seurauksena televisiovastaanottimien valmis- tusstandardissa oleva vuotosäteilyn yläraja määrättiin Yhdysvalloissa vuonna 1970 säädettyssä laissa pakolliseksi. Syntyneen kohun jälkeen kaikki valmistajat pienensivät vuotosäteilyn määrän murto-osaan suu- rimmasta sallitusta.

Nykyään Suomessa ei ole enää aikoihin havaittu röntgensäteilyä tele- visiovastaanottimien ulkopuolella. Sama koskee myös tietokoneiden kuvaputkinäyttöjä. Euroopan yhteisön direktiivissä (96/29/Euratom) katodisädeputkien, siis myös televisiovastaanottimien ja kuvaputkinäyt- töjen rajoittamattoman käytön ehtona on se, ettei kiihdytysjännite ylitä arvoa 30 kV ja vuotosäteily arvoa 1  $\mu\text{Sv/h}$  kymmenen senttimetrin etäi- syydellä laitteen ulkopinnasta.

## KIRJALLISUUTTA

National Council on Radiation Protection and Measurements. Radiation Exposure of the U.S. Population from Consumer Products and Miscellaneous Sources. NCRP Report No. 95. Bethesda: NCRP Publications, 1987.

Radiation Protection 68, Study on consumer products containing radioactive substances in the EU Member States. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 1995.

