Uraani - tappava raaka-aine

Ydinjätteiden lisäksi uraanintuotannosta syntyy myös hiilidioksidipäästöjä

Tämä esite avaa uraanivoiman koko tuotantoketjun ja selvittää sen eri vaiheisiin liittyviä vaaroja. Uraanimalmin louhinnan ja rikastamisen jälkeen tuotettu "keltakakku" konvertoidaan uraaniheksafluoridiksi Uf6, joka väkevöidään ja siitä valmistetaan reaktoreiden polttoaine-elementtejä. Tämän jälkeen uraani hyödynnetään ydinreaktoreissa tai ydinaseissa, josta syntyy pitkäikäistä radioaktiivista jätettä. Uraanivoiman kaikki vaiheet aiheuttavat suuria hiilidioksidipäästöjä ja niihin liittyy lisäksi vaarallisia kuljetuksia.

Luonnossa esiintyy kaikkiaan 92 eri alkuainetta, mutta vain uraanista valmistetaan ydinpolttoainetta. Ydinenergian tuottaminen uraanilla perustuu uraanin radioaktiivisuuteen, toisin sanoen sen ytimet eivät ole vakaita. Ydinenergiatuotannon turvallisuusongelmat johtuvat juuri tästä uraanin ja siitä ydinreaktorissa syntyvän jätteen epävakaudesta, eli radioaktiivisuudesta. Luonnonuraanilla on kaksi isotooppia: uraani-235, jonka ytimessä on 143 neutronia ja 92 protonia, sekä uraani-238 , jonka ytimessä on 146 neutronia ja 92 protonia. Uraanin molemmat isotoopit ovat radioaktiivisia; uraani-235:n puoliintumisajan ollessa 713 miljoonaa vuotta ja uraani-238:n puoliintumisajan vastaavasti 4,5 miljardia vuotta. Uraani 235:n ytimestä poiketen uraani 238:n ydin ei ole helposti halkeava. Sen sijaan kun uraani 238:n ydin sieppaa neutronin, siitä muodostuu lopulta plutonium-239:n ydin. Vähäisemmässä määrin uraani-238:sta syntyy myös isotooppeja plutonium-238, -240 ja -242.

1 Uraanikaivokset

Perinteisten kaivosten tai avolouhosten lisäksi uraaniesiintymiä hyödynnetään nykyisin myös reikäuuttamalla (in situ leaching), jossa sopivaa liuotinta pumpataan suoraan uraanimalmioon. Tämän jälkeen uraani yksinkertaisesti saostetaan ylösnousevasta liuoksesta. Malmien uraanipitoisuudet vaihtelevat yleensä välillä 0,1 - 1 %, mutta niinkin köyhiä kuin vain 0,01 % uraania sisältäviä malmeja on hyödynnetty. Vain muutamissa Kanadan uraaniesiintymissä on todettu jopa 20 prosenttiin nousevia pitoisuuksia. Silloin yhden raakauraanitonnin tuottamiseksi täytyy yleensä käsitellä sadasta kymmeneentuhanteen tonniin malmia.

Raakauraanin tuottaminen tuhoaa laajoja, koskemattomia luonnon alueita, usein alkuperäiskansojen mailla. Hyödyntämiskelvoton osa uraanimalmista sekä laajat jätelietealtaat myrkyllisine jätevesineen - ja siis myös pääosa malmin radioaktiivisuudesta - jää uraanin tuotantoalueelle. Työntekijöille ja alueen asukkaille koituneiden terveyshaittojen lisäksi myös ympäristö saastuu.

Radioaktiivinen kaasu radon Rn-222, jolla on varsin lyhyt 3,8 päivän puoliintumisaika, on uraani-238:n haitallisimpia hajoamistuotteita. Koska radon on sisäänhengitettynä erittäin haitallista terveydelle, uraanimalmin käsittelyn vapauttama radon muodostaa vakavan terveysongelman.

Vuonna 2009 Kazakstan, Kanada ja Austaralia olivat kolme selvästi suurinta uraanintuottajaa. Seuraavaksi tärkeimmät maat olivat Namibia, Venäjä ja Niger. Itä-Saksa oli kolmanneksi suurin uraanintuottaja vuoteen 1990 asti, jolloin Wismut-yhtiö lopetti tuotantonsa. Puolet reaktoripolttoaineeksi käytettävästä uraanista saadaan nykyisin käytöstä poistetuista ydinaseista maailman uraanivarastojen ehtyessä. Vuonna 2003 alkoi uusi kilpajuoksu uraaniesiintymien löytämiseksi. Euroopassa tilanne on uhkaava erityisesti Ruotsissa ja Suomessa.

2 Rikastaminen: keltakakku

Kaivoksessa louhittu uraanimalmi murskataan ja saatu murske uutetaan rikastuslaitoksessa. Kuljetustarpeen vähentämiseksi laitos sijaitsee yleensä kaivosalueen välittömässä läheisyydessä. Uutteesta erotettu uraani muutetaan keltaiseksi uraanioksidijauheeksi eli keltakakuksi (yellow cake, U3O8), joka pakataan kuljetusta varten tynnyreihin.

Radioaktiivisuutensa vuoksi prosessissa syntyneen rikastusjätteen säilyttäminen ja käsittely vaatii suurta huolellisuutta. Yhtä keltakakkukiloa kohden voi syntyä jopa kaksi tonnia rikastusjätettä. Sisältämiensä pitkän puoliintumisajan omaavien radioaktiivisten torium-, radium- ja uraani-isotooppien vuoksi rikastusjäte muodostaa pitkäaikaisen ympäristöongelman.

Avolouhos Australiassa: Ranger Mine
kuva http://nukingtheclimate.com

7 Jälleenkäsittelylaitokset

Jälleenkäsittelyssä plutonium ja halkeava uraani-235 erotetaan ydinpolttoaineesta. Noin kymmenen prosenttia käytetystä ydinpolttoaineesta jälleenkäsitellään. Jälleenkäsittelylaitosten, kuten Ranskan La Haguen ja Britannian Sellafieldin, turvallisuushistoria on heikonlainen: ongelmia on työturvallisuuden lisäksi ollut päästöjen hallinnassa ja laitosten yleisessä turvallisuudessa.

Jälleenkäsittely plutoniumin erottamiseksi ns. nopeita hyötyreaktoreita varten kehitettiin kymmeniä vuosia sitten. Hyötyreaktoriohjelmasta on sittemmin luovuttu teknisten ja taloudellisten ongelmien sekä turvallisuuskysymysten vuoksi.Tästä huolimatta jälleenkäsittely jatkuu yhä Euroopassa ja Aasiassa.

Siitä huolimatta että jo muutama kilo plutoniumia riittää ydinaseen valmistamiseen, ainetta käytetään edelleenkin jossain määrin myös ydinvoimaloiden ns. sekaoksidi- eli MOX-polttoaineessa. MOX-polttoaine lisää ydinaseiden leviämisriskiä, sillä plutonium on huomattavasti helpompi erottaa siitä kuin käytetyistä polttoainesauvoista. MOX-polttoaineen käyttöä varten reaktori joudutaan säätämään uudelleen. Tällöin reaktorin käyttöturvamarginaali hieman kaventuu, sillä polttoaineen plutoniumpitoisuuden kohottaessa reaktorin lämpötilareaktiivisuutta sen hallittavuus samalla heikkenee, lisäksi plutoniumia sisältävät polttoainesauvat vaurioituvat nopeammin.

Määrältään rajoitetun plutoniumin jälleenkäytön ohella ydinvoimateollisuus väittää, että 95 % jälleenkäsitellystä uraanista väkevöitäisiin uudestaan ydinpolttoaineeksi. Todellisuudessa kuitenkin vain pieni osa jälleenkäsittelyn tuottamasta uraanista palautuu voimalakäyttöön.

4 Polttoainesauvojen valmistus

Väkevöity uraanioksidijauhe puristetaan 10 - 15 mm pituisiksi ja 8 - 15 mm paksuisiksi aihioiksi, jotka sintrataan n. 1700 C lämpötilassa keraamisiksi pelleteiksi. Keraamiset uraanioksidipelletit työstetään tarkalleen oikeankokoisiksi ja ladataan zircaloysta valmistettuun polttoaineasauvaan, jonka päät hitsataan umpeen. Suuri määrä tällaisia polttoainesauvoja, jopa 250 kpl, kootaan yhdeksi polttoainenipuksi. Polttoainesauvoja ja -nippuja valmistetaan Euroopassa mm. Lingenissä Saksassa sekä Desselissä Belgiassa.

5 Ydinvoimala

Uraanin käyttö ydinvoimalan polttoaineena on pitkän uraaniketjun yksi lenkki. Reaktorissa tapahtuvan uraaniytimien halkeamisen eli fission avulla tuotetaan höyryä, joka johdetaan voimalan sähkögeneraattoreita pyörittäviin turbiineihin. Käyttönsä aikana ydinvoimala päästää ympäristöönsä säteilyä sekä radioaktiivisia aineita. Erityisen paljon päästöjä syntyy, kun ydinvoimala syystä tai toisesta joudutaan lopullisesti sulkemaan. Tshernobylin onnettomuus vuonna 1986 oli varoittava esimerkki ihmisiin ja ympäristöön vaikuttavasta katastrofista, jota ei voida hyväksyä. Yksikään ydinreaktori ei ole täysin turvallinen. Vuonna 2009 käytössä oli kaikkiaan 436 reaktoria.

Käytetyt polttoaineniput säilytetään aluksi voimalan alueella riippumatta siitä, aiotaanko käytetty polttoaine loppusijoittaa tai jälleenkäsitellä. Jälleenkäsittelylaitokseen toimitettavat polttoaineniput pidetään välivarastossa noin 5 - 25 vuoden ajan. Suoraan loppusijoitettavaa käytettyä polttoainetta varastoidaan voimalassa jopa 50 vuotta. Varastoitavan radioaktiivisen jätteen määrän kasvaessa tällöin varsin suureksi, myös onnettomuusuhka kasvaa.

8 Sotilaallinen käyttö

Uraanin väkevöinti on myös sotapoliittinen aihe. Väkevöidyn uraanin sisältäessä 70 -- 90 % halkeavaa isotooppia uraani-235, se soveltuu myös ydinaseen valmistukseen. Periaatteessa kaikki uraanin väkevöintilaitokset, kuten esimerkiksi Gronaun laitos Saksassa, pystyvät tuottamaan myös tällaista asekelpoista uraania. Virallisesti Gronaun laitoksen on sallittu väkevöidä uraania "siviilikäyttöön" eli korkeintaan 5 % pitoisuuteen asti, mutta samalla laitteistolla on helppo saavuttaa paljon korkeampiakin väkevöintiasteita.

Myös jälleenkäsittelylaitokset pystyvät tuottamaan ydinräjähteisiin kelpaavaa materiaalia, siten esimerkiksi Ranskan La Haguen jälleenkäsittelylaitos tuottaa asekelpoista plutoniumia. Juuri tämä onkin ollut jälleenkäsittelylaitosten alkuperäinen tarkoitus, kuten niiden ranskankielinen nimitys "l'usine de plutonium" osoittaa.

Köyhdytettyäkin uraania voidaan käyttää ydinaseissa. Tämän lisäksi useat maat, kuten esimerkiksi Britannia ja Yhdysvallat, ovat hyödyntäneet köyhdytettyä uraania eli DU:ta panssariammuksien läpäisykyvyn lisäämiseen. Osuessaan tällainen DU-ammus levittää ympäristöönsä hienojakoista uraanipölyä, minkä takia DU-ammukset ovat viimeksikuluneen vuosikymmenen aikana aiheuttaneet vakavia terveysongelmia ja jopa kuolemantapauksia paitsi sotilaiden niin myös taistelualueen läheisyydessä olleen siviiliväestön keskuudessa.

3 Väkevöinti

Luonnon uraanista vain 0,7% on hyödynnettävää uraani-isotooppi uraani-235 uraania, ja loput 99,3% on halkeamatonta uraani-238 uraania. Siksi hyödynnettävän uraanin isotooppi-uraani-235 pitoisuus on liian matala, jotta luonnonuraania voitaisiin sellaisenaan käyttää ydinvoimaloissa. Ketjureaktion mahdollistamiseksi halkeavan uraani-235:n pitoisuutta täytyy kohottaa, toisin sanoen uraani täytyy väkevöidä. Väkevöintimenetelmiä on useita erilaisia, mutta nykyään väkevöintiin käytetään yleisimmin kaasusentrifugeja. Ennen sentrifugointia uraania sisältävä keltakakku täytyy kuitenkin konvertoida kaasumaiseksi uraaniheksafluoridiksi. Toiminnassa on useita konvertointilaitoksia, lähimmät Jekaterinburgissa Venäjällä, Pierrelattessa Ranskassa ja Lancashiressä Englannissa.

Kaupallisia kaasusentrifugilaitoksia on useita. Saksan Gronaussa sijaitsevaa kaasusentrifugilaitosta, joka tuottaa 12 reaktorin tarvitseman väkevöidyn uraanin, aiotaan laajentaa niin, että se pystyisi kattamaan 32 suuren reaktorin uraanintarpeen. Uraanin väkevöintilaitoksia on Euroopassa Gronaun lisäksi esimerkiksi myös Tricastinissä Ranskassa ja Almelossa Hollannissa.

6 Reaktorijätteen käsittely

Ydinenergiaketjun, eli uraanisyklin jokainen vaihe tuottaa radioaktiivista jätettä. Tavanomainen 1300 MW ydinvoimala käyttää vuodessa n. 33 tonnia väkevöityä uraania. Tämän tuottamiseen tarvittava 250 tonnia keltakakkua saadaan rikastamalla 40.000 tonnia uraanimalmia. Louhinnassa syntyy malmin lisäksi kymmenkertainen määrä sivukiveä, joten yhden vuoden polttoainetuotanto jättää kaivosalueelle 400.000 tonnin radioaktiivisen jätekivikasan. Tämän lisäksi 40.000 tonnin malmierästä jää rikastamon jätealtaisiin 37.500 tonnia myrkyllistä radioaktiivista liejua. Saatu 250 tonnia keltakakkua sisältää 220 tonnia uraania, ja koska uraani ei väkevöitäessäkään mihinkään katoa, niin ydinreaktorissa käytettävän 33 tonnin rikastetun uraanierän lisäksi jää tästä erästä jäljelle 187 tonnia köyhdytettyä uraania (depleted uranium eli DU), joka sekin täytyy saada sijoitetuksi jonnekin. Koska ns. hyötöreaktoreista on tällä erää luovuttu, köyhdytetyllä uraanilla ei ole aseteknologian lisäksi juuri mitään muuta käyttöä. Mutta tässä ovat vasta ydinpolttoaineen valmistukseen liittyvät jäteongelmat. Toimiessaan ydinvoimala tuottaa suuren määrän äärimmäisen radioaktiivista jätettä, joka täytyy loppusijoittaa turvallisesti. Tätä varten voimalajäte ensin joko jälleenkäsitellään tai, kuten nykyään useimmiten on tapana, viedään suoraan loppusijoituspaikkaan.

Uraanisyklin jokaisessa vaiheessa huolehdittavan radioaktiivisen jätteen määrä moninkertaistuu, sillä ydinpolttoaineen kanssa kosketukseen joutuvat materiaalit ja työkalut tulevat nekin radioaktiivisiksi, joten nekin joudutaan lopulta käsittelemään matala- tai keskitason radioaktiivisina jätteinä.

Turvallisen loppusijoituksen löytäminen pitkäkestoisille ydinjätteille on ollut haastavaa kaikkialla maailmassa. On todennäköistä, ettei jäteongelmalle koskaan löydettäkään turvallista ratkaisua, sillä on vaikea tehdä luotettavia suunnitelmia miljoonien vuosien säilytysaikaa varten. Edes geologisia muutoksia on mahdotonta tarkoin ennustaa näin pitkiksi ajoiksi, puhumattakaan yhteiskunnallisen kehityksen arvioinnista tällaisella aikaperspektiivillä.

Tällä hetkellä uraanisyklin synnyttämää radioaktiivista jätettä säilytetään louhinta-alueiden valtavissa jäteläjissä ja rikastamojätealtaissa sekä polttoaineenkäsittelylaitosten väliaikaisissa varastoissa. Ydinjätettä on myös vain kuljetettu tiettyihin paikkoihin maailmassa, esimerkiksi Saksasta vietiin ydinjätettä pitkän aikaa Venäjälle. Monien ydinjätteen säilytyspaikkojen on tiedetty olevan ympäristölleen vaarallisia.

9 Ilmastonmuutos

Ydinvoima ei ole hiilineutraalia. Uraanin louhiminen, rikastaminen keltakakuksi, konvertointi uraaniheksafluoridiksi ja tämän väkevöinti sekä rikastetun heksafluoridin konvertointi takaisin uraanidioksidiksi kuluttavat valtavan määrän fossiilista energiaa. Mitä huonompilaatuista käytettävä uraanimalmi on, sitä enemmän energiaa kuluu reaktoripolttoainetta valmistettaessa. Tällä hetkellä arvioidaan, että jokaista tuotettua ydinsähkön kilowattituntia kohden ilmakehään vapautuu 32 -65 grammaa, toisten tutkimusten mukaan jopa 159 grammaa hiilidioksidia. Useimpien uusiutuvien energialähteiden kasvihuonekaasupäästöt ovat pienempiä tai tähän nähden ainakin täysin vertailukelpoisia. Hajautettu energiantuotanto auttaa vähentämään hiilidioksidipäästöjä.

Uraanipolttoaineen valmistaminen ja käsittely, voimaloiden rakentaminen ja ylläpitäminen sekä jätteen varastointi kuluttavat paljon energiaa ja muita resursseja. Ydinvoimaan liittyvien riskien vuoksi kaikkien rakennelmien täytyy olla erittäin lujatekoisia. Ydinvoiman tuotantoketju on riippuvainen pääasiallisesti fossiilisista polttoaineista.

Kaiken tämän ohella ydinpolttoaineen tuotantoprosessissa syntyy kasvihuonekaasuja, kuten hiilidioksidia tuhat kertaa haitallisempia HFC-yhdisteitä, joita esimerkiksi Sellafieldin laitos on päästänyt ympäristöönsä.

Olympic Dam Mine -kaivoksen rikastusjätealtaat Australiassa *kuva http://nukingtheclimate.com*

10 Kuljetusongelmat

Koko uraanisykliin uraanikaivokselta ydinvoimalan kautta loppusijoitukseen liittyy suuri määrä materiaalikuljetuksia. Tästä syntyvien kasvihuonekaasujen lisäksi näihin kuljetuksiin liittyy merkittävä onnettomuuksien ja terrorihyökkäysten uhka. Kuljetukset lisäävät edelleen kuljettajien, vartijoiden sekä paikallisen väestön säteilykuormaa.

Kuljetuksia tarvitaan uraanimalmin ja sen välijalosteiden siirtelyyn laitosten välillä sekä polttoainejätteen viemiseen jälleenkäsittelylaitokseen tai loppusijoituspaikalle, tämän lisäksi kaiken muunkin materiaalin hankinnasta syntyy kuljetustarpeita. Kuljetukset ja uraaninkäsittelyprosessi synnyttävätkin yhdessä pääosan ydinvoimaloiden kasvihuonekaasupäästöistä. Ydinvoimateollisuuden kuljetukset tapahtuvat pääosin meritse ja rautateitse, osittain myös kuorma-autokuljetuksina. Monet satamien, rautatieasemien ja tiettyjen tieosuuksien läheisyydessä sijaitsevat yhteisöt altistuvat näiden kuljetusten mukanaan tuomille vaaroille.

Saksassa korkea-aktiivisen ydinjätteen ns. Castor-kuljetukset väliaikaisiin sijoituspaikkoihin Gorlebenissä ja Ahausissa ovat aiheuttaneet suuria mielenosoituksia kuljetusreitin varrella. Kuljetusten perillevienti on onnistunut vain tuhansien poliisien voimin.

Lisätietoja

Verkko-osoitteita...

- The Sustainable Energy & Anti-Uranium Service: http://www.sea-us.org.au
- Nuking the Climate (film on uranium mining): http://nukingtheclimate.com
- WISE Uranium Project: http://www.wise-uranium.org
- Uranium Network: http://uranium-network.org
- Nuclear Heritage Network - Uranium Section: http://uranium.nuclear-heritage.net
- Uranium Watch: http://uraniumwatch.org

- Suomalaisia toimijoita:
  http://nuclearfreefinland.org/
  http://www.ydinvoima.fi/
  http://www.uraanivoima.com/
  http://ranuarescue.blogspot.com/
  http://www.save-sokli.com/
  http://talvivaaraymparisto.nettisivu.org/
  http://uraanitieto.net/

Tue toimintaamme

Paitsi toimimalla, voit tukea uraanivoiman eri vaiheita kyseenalaistavaa työtä lahjoituksella

Tilin haltija:	**Greenkids e.V.**
IBAN:	**DE75430609671101740600**
BIC:	**GENO DE M 1 GLS**
Pankki:	**GLS Bank**

Riippumattomia järjestöjä

WISE
PO Box 59636 | NL-1040 LC Amsterdam | The Netherlands | +31 20 6126368
wiseamster@antenna.nl | http://www.antenna.nl/wise

WISE Uranium project
Peter Diehl | Am Schwedenteich 4 | D-01477 Arnsdorf
uranium@t-online.de

Lappilaiset Uraanivoimaa Vastaan ry
Rovaniemi | lappilaiset@gmail.com
http://www.uraanivoima.com

Maan ystävät ry
Kirkkotie 6-10 | 20540 Turku | fax: +358 2 237 1670
puh: +358 2 231 0321 | toimisto (at) maanystavat.fi
http://www.maanystavat.fi/ydinvoima

V.i.S.d.P.: Campaign "Nuclear Heritage", Am Bärental 6, D-04720 Ebersbach OT Mannsdorf, Germany, +49 3431 589 41 77
contact@nuclear-heritage.net, http://nuclear-heritage.net

Hanke on rahoitettu Euroopan komission tuella. Tästä julkaisusta (tiedotteesta) vastaa ainoastaan sen laatija, eikä komissio ole vastuussa siihen sisältyvien tietojen mahdollisesta käytöstä.

Koulutuksen ja kulttuurin PO
Nuorisotoimintaohjelma