

Uraanitonta Energiaa –verkosto **Ari Lahti / 11.1.2007**

”Suurin osa kartoitetuista uraanivaroista on erämaissa. Myös ne kaivokset, joilta hankimme uraania, ovat kaukana asutuskeskuksista. Kanadassa Saskatchewanin alueella sijaitsevat uranikaivokset olivat alkuaan tiettömän taipaleen takana. Kaivoksen lähellä ei ole asuintaajamaa lainkaan ja lähimmät kyläyhteisöt sijaitsevat yli 200 kilometrin päässä.”

Tuula Purra, Teollisuuden Voima Oy, ydinmateriaalijaoksen päällikkö

Ote vastineesta (Turun Sanomat 7.10.2001) mielipideosaston kirjoitukseen, otsikolla ”Uraanikaivoksista ei ympäristöhaittaa”

URAAIKAIVOSTOIMINNAN RISKIT OVAT LIIAN SUURIA

- Suomessa ei juurikaan ole keskusteltu uranikaivosten kiistattomista haitoista, millä epäilemättä on ollut vaikutus ydinvoiman kannatukseen Suomessa.
- Uraanikaivostoiminnan terveys- ja ympäristöriskejä (IAEA 2005) ovat:
 - Liukoisten radioaktiivisten ja kemiallisesti myrkyllisten materiaalien joutuminen pohjaveteen ja vesistöihin.
 - Louhinta- ja murskausjätealtaiden peittämisestä aiheutuvat katastrofit ja hidas saastuminen.
 - Radioaktiivisesti ja kemiallisesti myrkyllisen pölyn leviäminen ilmajvirtojen myötä ihmisiin, eläimiin, kasvistoon, vesistöihin ja kaloihin.
 - Radon-kaasun päästöt: radonin ja sen hajoamistuotteiden leviäminen ilmajvirtojen mukana laajalle alueelle.
 - Kemiallisten yhdisteiden vuotaminen vesistöihin ja pohjaveteen: kaivosten ja malmirikastamoiden jätteet sisältävät mm. raskasmetalleja, happoja, ammoniakkia ja myrkyllisiä suoloja.¹
- Ympäristöön leviävä radioaktiivisuus vaikuttaa hitaasti mutta varmasti kaikkeen elolliseen aiheuttaen syöpää ja monia muita sairauksia nyt elävissä ja tulevissa sukupolvissa sekä muuttaa tulevien sukupolvien geneettistä perimää.
- Kaivostyöntekijöiden osalta jo vuonna 1546 raportoitiin erätavallisen suuresta kuolleisuudesta keuhkotautiin Schneebergissä, Saksassa. Vuonna 1879 osoitettiin kliinisesti ja anatomisesti, että noin puolen näistä Erz-vuorten kaivostyöntekijöistä kuoli keuhkosityöpään. (Edwards 1992 b.)
- 1930-luvun tieteellisissä artikkeleissa keuhkosityöpä- ja keuhkotautiepidemian syyksi vahvistui kaivosilman radioaktiiviset materiaalit. Eläinkokeissa radon-kaasu todettiin pääasialliseksi tappajaksi. (Edwards 1992 a.)
- Tuoreen, maailman suurimman eli 59 000 Saksan uranikaivostyöntekijää koskevan tutkimuksen (Grosche et al. 2006) mukaan kasvanut keuhkosityöpäriski jatkuu myös huomattavasti pidempään kuin on aiemmin luultu. Suurimmillaan syöpäriski on 15-24 vuoden kuluttua altistuksesta, eikä se myöskään vähene

¹ Yleensäkin kaivostoimintaan liittyvä vesistön saastumisen muoto on nk. *acid mine drainage*, jolloin syntyy voimakkaita happoja (varsin yleisesti 20-300 kertaa ”happosadetta” happamampia), jotka valuvat vesistöihin ja pohjaveteen, ja voivat polttaa ihmisen ihon, tappaa kalat ja vesien eliöstön. Ilmiö jatkuu kymmeniä ja jopa satoja vuosia; vuotamista tapahtuu edelleen kaivoksista, joita roomalaiset louhivat ennen vuotta 476 jKr.

- tietyssä ajassa niin paljoa kuin on aiemmin oletettu. Riskin väheneminen tietyssä iässä on samalla vähemmän selvä kuin aiemmissa tutkimuksissa.
- Tsekin uraani-kaivostyöntekijöitä koskeva tuore tutkimus (Řeřicha et al. 2006) puolestaan osoittaa, että radonaltistus on selvässä yhteydessä myös CLL (chronic lymphocytic)-leukemiaan², jonka ei aiemmin uskottu aiheutuvan säteilyaltistuksesta.³ Tutkijat käyttivät aineistona syöpätilastoja eikä ainoastaan kuolintodistuksia niin kuin useimmissa aiemmissa tutkimuksissa.
 - Namibian uraani-avolouhosissa työskentelevillä kaivostyöntekijöillä on myös todettu kiertävien lymfosyyttien kromosomipoikkeamia (Zaire et al. 1996), viitaten niiden muodostumiseen todennäköisesti luuytimen kantasoluissa.
 - Viime vuosina on saatu lisää viitteitä uraanin *genotoksisuudesta* eli taipumuksesta vahingoittaa DNA:ta ja aiheuttaa mutaatioita, erityisesti köyhdytetyn uraanin (DU, depleted uranium) vaikutuksia koskevista tutkimuksista.
 - Uraanin on radiologisilta ominaisuuksiltaan katsottu hakeutuvan lähinnä luustoon ja sen kemiallisen myrkyllisyyden on katsottu olevan merkityksellisintä munuaisille. Eläinkokeissa on kuitenkin saatu viitteitä siitä, että uraania saattaa luuston ja munuaisten ohella kerääntyä myös esimerkiksi maksaan, aivoihin ja kiveksiin. Rotilla tehdyissä DU-tutkimuksissa uraanin on todettu kerääntyvän myös sydämeen, keuhkoihin, munasarjoihin, imusolmukkeisiin ja muihin kudoksiin.
 - Uraanikaivostoiminnan vaikutukset ympäristöön ja väestön terveyteen tulivat laajempaan tietoisuuteen 1970-luvulla. Suomessa riskit on tuotu esille varsin tyhjentävästi jo aiempien uraani-kaivoshankkeiden yhteydessä: ks. EVY:n (1981) *Uraani ja ympäristö –kirja*⁴; silloin on tehty perusteellista työtä ja mm. osallistuttu kv. kokoukseen uraani-louhinnan vaaroista (Limousin, Ranska).
 - Eräät osavaltiot ja provinssit USA:ssa ja Kanadassa kielsivät jo silloin kaikentyyppiset uraanihankkeet, eräät alueet nimenomaan tutkimuskairaukset.
 - Coloradon Park County, Minnesota, Wisconsin, Michiganin piirikunnat, British Columbia, New Foundland, Nova Scotia, Vermont, New Jersey, ... (ks EVY 1981, EVY 1982)
 - Taustalla oli järjestöjen ja kansalaisten oma-aloitteinen toiminta uraani-kaivostyön aiheuttamien vahinkojen julkisuuteen tuomiseksi ja tutkijoiden ja lääkäreiden kanta (esim. British Columbia Medical Association).
 - Jo tutkimusvaiheen koekairaukset vaarantavat pohjavesiä. Kairauksen tuloksena malmiesiintymästä avautuu esteetön kanava vesisuoniin ja veden alkaessa liuottaa malmia sen radioaktiivisia ja kemiallisia myrkkyjä tulee jatkuvasti kulkeutumaan pohjavesiin.
 - Kaivosvaiheessa avolouhostoiminta edellyttää laajojen alueiden kuorimista kaikesta kasvillisuudesta ja luonnonmuodostumista; uraaninlouhinnassa vaikutus korostuu uraanimalmin pienten pitoisuuksien takia.
 - Kaivosalueen maanalaisen veden poisto voi laskea maanpintaa (laajemmallakin kuin kaivosalueella), jolloin vettä pidättävät maakerrokset ja pohjavesivirtaukset voivat tuhoutua pohjaveden tasoa laskien ja aiheuttaen kaivojen kuivumista.

² CCL on yleisin aikuisten leukemiatyyppi Länsi-Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa.

³ Ks. myös Richardson et al. (2005).

⁴ Monet tämän esityksen tiedoista pohjautuvat ko. raportin liiteosaan.

- Veden poiston seurauksena on vaara radioaktiivisten ja myrkyllisten aineiden leviämisestä vesistöihin ja ympäristön ravintoketjuihin; veden poiston yhteydessä aineiden hapettuminen voimistuu, jolloin niiden liukoisuus lisääntyy. Seurauksena on poistovesien korkeat radium- ja uraanipitoisuudet, jotka kasvavat kaivostoiminnan edetessä.
- Kaivostoiminnan synnyttämän, ympäristöön leviävän radioaktiivisen ja kemiallisesti myrkyllisen pölyn sekä radon-kaasun myötä ympäristön ihmisten mahdollisuus saada radioaktiivisia isotooppeja elimistöön erityisesti hengityksen ja ravinnon kautta on jatkuva riski.
- Ulkoilman pienhiukkaset ovat muutenkin tunnustettu ja keskeinen ympäristöterveysongelma (ks. esim www.ktl.fi). Lukuisissa aikasarjatutkimuksissa on osoitettu, että ulkoilman päivittäiset hiukkaspitoisuudet ovat yhteydessä lisääntyneeseen sairastuvuuteen ja kuolleisuuteen. Alle 10 µm:n kokoiset hiukkaset (PM10) pystyvät tunkeutumaan ihmisen ilmäteihin. Terveystahojen arvellaan yhdistyvän erityisesti läpimitaltaan alle 2.5 µm:n (PM2.5) hiukkasiin.
- Uraanihiukkaspölyn kaukokulkeumasta on saatu tuoreita todisteita mm. köyhdytetyn uraanin asekäyttöä koskeissa DU-tutkimuksissa (uraaniammusten räjähdyksessä muodostuvan uraanioksidipölyn kulkeutuminen Irakin 2003 sodan aikana Iso-Britanniaan asti (Busby & Morgan 2006); on arvioitu, että jo yksi miljoonasosa grammaa uraanioksidia voi ihmisen keuhkoihin päästessään johtaa kuolemaan).
- Radon-kaasu: Yhdysvaltain ydinvoimatoimikunta on myöntänyt vuonna 1978, että on mahdollista, että suuret ihmispopulaatiot jopa tuhansien kilometrien päässä saavat säteilyannoksia, vaikkakin äärimmäisen pieniä. Puolintumisaikanaan, eli noin neljässä vuorokaudessa, ilmaa raskaampi radon-kaasu voi kulkea maanpintaa myöten n. 1500 km:n matkan tuulen nopeuden ollessa 10 m/s.
- Noin kahdeksan kertaa ilmaa raskaampana radon pysyy kulkiessaan lähellä maanpintaa, ja sen radioaktiivisia hajoamistuotteita, kuten poloniumia, varastoituu maanpinnan kasvillisuuteen, josta niitä kulkeutuu kasvien, eläinten ja kalojen myötä ravintoketjuun.
- Malmijätteitä syntyy suunnattomia määriä (tilavuus voi olla aina kaksi kertaa suurempi kuin alunperin louhitun malmin) ja Science-lehden artikkelin (Carter 1978) mukaan jätteet erittävät ympäristöön radon-kaasua n. 500 kertaa enemmän kuin maanalaisessa malmissa ollessaan. Radon-päästöt kasvavat suhteessa kiviaineksen ulkoiseen pinta-alaan, ja on itse asiassa laskettavissa, että hienoksi jauhetun malmijätteen radon-päästöt ovat vähintään 10 000-kertaiset maanalaiseen malmiin verrattuna (Edwards, G. 1992 b; 2006).
- Itse uraanikaivosten radonpäästöjen on osoitettu olevan suunnilleen 500-kertaiset koskemattomaan maanalaiseen malmin päästöihin verrattuna.
- Ongelmallista on myös se, että radon sitoutuu suhteellisen vaivattomasti veteen ja Texasissa tehdyt tutkimukset ovat osoittaneet, että jokapäiväinen veden käyttö kaivos- ja rikastusalueiden vaikutuspiirissä, kuten kylpyjen ja suihkujen ottaminen, aiheuttaa veteen sitoutuneen radonin ansiosta suurempia säteilyannoksia keuhkoihin kuin ravinnon/juoman vatsalle aiheuttamat

- säteilyannokset. Mahdollisuus hengittää radonia keuhkoihin on siten suurempi kuin yleisesti oletetaan.
- Victor Gilinski, yksi USA:n -70-luvun lopun ydinvoimatoimikunnan viidestä jäsenestä, on huomauttanut silloisessa lausunnossaan, että uraanin jalostamisessa syntyvien valtavien jätemäärien ja kaivosten radonpäästöt ovat pahin ydinteollisuuden aiheuttama vaara kansalaisten terveydelle, mikäli mahdollisia suuria ydinonnettomuuksia ei oteta lukuun.
 - USA:n ydinvoimatoimikunnan (NCR) selvitys vuodelta 1979 toteaa, että tyypilliset uraanirikastamon jätteet aiheuttavat neljän kilometrin säteellä asuville (tuulen alla) ylisuuria säteilyannoksia.
 - Lapsille, jotka ovat alttiimpia säteilyn vaikutukselle kuin aikuiset, aiheutuu jätteistä vielä suurempia säteilyannoksia kuin täysikasvuisille.
 - Esim. Espanjassa 30 kilometrin säteellä Andujarin uraanimalmien rikastamosta asuvat sairastuvat leukemiaan 30 % tavallista useammin ja 15 kilometrin säteellä Ciudad Rodrigon malminrikastamosta asuvat 70 % useammin (López-Abente et al. 1999). Keuhkosyöpien esiintyminen on samoilla alueilla lisääntynyt 10 % ja munuaissyöpien 40 % (López-Abente et al. 2001).
 - Erotettu uraani muodostaa vain n. 15 % koko malmin radioaktiivisuudesta, ja 85 % jää jätevuoriin. Yhdysvalloissa fyysikot ovat laskeneet malmijätteiden terveydellisiä vaikutuksia pitkällä tähtäyksellä, ja yleensä nämä tutkimukset ennustavat miljoonia syöpäkuolemia tulevaisuuden kaukaisissa sukupolvissa, vaikka lähtökohtana olisivatkin viralliset arviot jätteiden vaarallisuudesta.
 - Amerikkalaisen radiokemistin Edward Martellin mukaan uraanin hajoamisen seurauksena syntyvät luonnon omat raskasmetallipäästöt aiheuttavat tupakoivilla esiintyvän keuhkosyövän: tupakkakasvin fosfaattilannoitteiden⁵ sisältämästä radiumista erittyvä radonkaasu kumuloituu tupakanlehtien alapinnalle. Tupakan lehdet sisältävätkin korkeita lyijy-210 ja polonium-210 pitoisuuksia, ja tupakansavun mukana näitä raskasmetalleja kulkeutuu keuhkoihin.⁶ Vaikka Martellin 1970-luvun puolivälissä esittämä teoria ei ole saanut laajaa kannatusta tiedeyhteisössä, ei sitä ole myöskään voitu osoittaa vääräksi.⁷ Martellin havaintoja tukee se, että Andien intiaaniheimoilla, jotka polttavat säännöllisesti lannoittamatonta tupakkaa, ei juuri tavata keuhkosyöpää.
 - Vuonna 1994 Department of Energy O'Leary:lle lähettämässään kirjeessä (v. 1995 edesmennyt) Martell arvostelee viranomaisia kovin sanoin keuhkosyövän tosiallisten syiden tutkimatta jättämisestä ja huomion tarkoituksellisesta suuntaamisesta esimerkiksi kemiallisiin karsinogeeneihin. Edelleen Martell tuo esiin sen, miten ainoastaan alfa- ja beta-säteilevät radioisotoopit voivat saada aikaan kromosomipoikkeamia eli DNA:n säikeiden katkeamia, joiden

⁵ Fosfaattimalmeissa on paljon myös uraania.

⁶ Martell esitti myös, että tupakoivien sydän- ja verisuonitaudit aiheutuvat tupakan savun mukana elimistöön joutuneista ”vähäisistä” luonnon radioaktiivisuuksista, sillä valtimoplakista on säännönmukaisesti löydetty merkkejä alfa-säteilystä, mikä johtuu keuhkoista verenkierron mukana kulkeutuvasta polonium-210:stä.

⁷ Tupakkateollisuuden tutkijat ottivat Martellin tulokset vastaan vaieten, eikä teollisuus kyennyt kumoamaan hänen tuloksiaan. Hänen teoriansa tarkistamiseen on uhrattu kuitenkin erittäin vähän varoja ja Martell epäili tutkijoiden hiljaisuuden selittyneen haluttomuudesta rohkaista hänen työlleen jatkajia.

- aikaansaamiseksi tarvitaan huomattava energiamäärä (100 eV yhden ja 280 eV kaksoissäikeen katkeamiseen).
- Martellin teorian valossa viralliset käsitykset säteilyn ja erityisesti alfa-säteilevien raskasmetallien (plutonium-239, radium-226, thorium-230 jne.) vaarallisuudesta ovat huomattavasti liian valoisat.
 - Polonium-210:stä tiedetään, että keuhkoihin hengitettynä ihmissilmälle näkymätön jo alle 5 nanogramman partikkeli aiheuttaa tappavan 2 Sievertin annoksen.
 - Martellin mukaan tupakkakasvin fosfaattilannoitteista erittyvät luonnon omat radioaktiivisuudet ovat ratkaisevasti vastuussa läntisen maailman suurimmista vitsauksista, keuhkosityövistä sekä sydän- ja verisuonitaudeista. Uraaniteollisuuden ympäristöön levittämät radioaktiiviset aineet ovat samoja, uraanikaivosten ja -malmijätteiden päästöt ovat vain huomasti suurempia kuin tupakan lannoitteiden päästöt. Maailman uraaniteollisuus saastuttaa siten maan biosfääriä vaarallisimpiin tunnettuihin myrkyihin lukeutuvilla alfasäteilevillä raskasmetalleilla.
 - USA:ssa on 1970-luvun lopulla arvioitu, että modernissa uraanirikastamossa tapahtuu 65 %:in todennäköisyydellä vuoto-onnettomuus ja 54 %:in todennäköisyydellä onnettomuus, jossa vuoto tapahtuu vesistöön laitoksen 24:nä toimintavuotena.
 - USA:n energiaministeriön rahottamassa tutkimuksessa on todettu, että päinvastoin kuin on luultu uraanimalmijätteet ovat kemiallisesti hyvin aktiivisia ja että jätteet ovat huomattavan vaarallisia, kontrolloimattomia ja vaikeasti haudattavia. Radon ja muut jätteiden erittämät kaasut voivat esim. rikkoa muoviset jätepäällysteet. Jätteiden sisältämien syövyttävien kemikaalien kuten rikastusprosessin mukaantuoman rikkihapon on havaittu kerääntyvän jätekasan pinnalle, jolloin ne voivat syövyttää minkä tahansa päällismateriaalin puhki.
 - Jätekasojen laajenemiset ja liikehdinnät synnyttävät lisäksi hyvin suuria jännitysvoimia, jotka ovat murtaneet olemassa olevia kasoja ympäröiviä pengerrys- ja suojaesteitä aiheuttaen vakavia radioaktiivisuuspäästöjä ympäristöön.
 - Halvimpiin jätehuoltoratkaisuihin liittyy oleellisesti, että jätekasan päälle istutetaan sopiva kasvillisuus vaikutuksen pienentämiseksi ja maisemallisten arvojen kohentamiseksi. Suojan toimivuus on kuitenkin kyseenalainen: esim. Coloradossa ”stabiloidun” jätekasan radonpäästöt kolminkertaistuivat ja kasan päälle istutettu ruoho kuihtui.
 - Kaivosten jälkihoito ei muutenkaan vakuuta kokemusten valossa: julkistamattoman EU:n tilaaman, vuonna 2002 valmistuneen katsauksen mukaan yksistään Keski-Euroopan 11 maassa on yli 7 000 kunnostusta kaipaavaa vanhaa kaivosta, jätteiden dumpauspaikkaa, lampea ja tehdasaluetta, jotka kaipaavat puhdistusta (Edwards, R. 2006). Selvityksen tekijä Mike Thorne arvioi monien ihmisten saavan 10, 20 tai 30-kertaisia säteilyannoksia virallisiin sallittuihin maksimiannoksiin verrattuna.
 - On muutenkin täysin harhaanjohtavaa väittää uraanikaivostoiminnan riskien olevan hallinnassa edes nykyisellä kaivostekniikalla, sillä on lisääntyvässä määrin evidenssiä siitä, että nykyiset säteilyturvasäädöksemme aliarvioivat merkittävästi

tavalla niitä riskejä, joita radioaktiiviset isotoopit erityisesti hengityksen ja ravinnon kautta elimistöön päästessään aiheuttavat.

MATALA-AKTIIVISEN IONISOIVAN SÄTEILYN VAIKUTUKSET

- Maailmalla on lisääntyvässä määrin huolestuttu siitä ristiriidasta, joka vallitsee nykyisin viranomaisten käytössä olevan säteilyn terveyshaittojen mallinnuksen ja kenttähavaintojen eli lisääntyneen sairausriskin, varsinkin syövän esiintymisen välillä.
- Yhdysvaltain kansallisen tiedeakatemian (National Academy of Sciences) 2006 julkaisema BEIR VII –raportti (Biological Effects of Ionizing Radiation) vahvistaa aiemmissa raporteissa esiintyneen johtopäätöksen, että annoksesta riippumatta altistus säteilylle kasvattaa erityisesti syöpäriskiä ja hyvinkin pienet säteilyannokset voivat aiheuttaa syöpää. Jopa altistuminen taustasäteilylle aiheuttaa joitakin syöpiä ja lisäältustuslisää riskiä. Tutkimuskomitean puheenjohtaja Richard R. Monson on todennut tutkimuksen vahvistavan, ettei säteilyannokselle ole olemassa raja-arvoa, jonka alittuessa säteilyn voitaisiin osoittaa olevan harmitonta tai hyödyllistä. Lisäksi tutkimus vahvistaa erityisesti naisten ja lasten riskin sairastua erilaatuisiin syöpiin olevan huomattavasti miehiä suuremman.
- Myös viranomaiset näyttävät havahtuneen tutkimaan pienten säteilyannosten terveysvaikutuksia; esimerkkinä syyskuussa 2006 alkanut Säteilyturvakeskuksen koordinoima nelivuotinen EU-hanke NOTE (Non-targeted effects of ionising radiation), jonka vaikutukset säteilystandardeihin ovat kuitenkin epävarmoja ja tapahtuvat viiveellä.
- Yhtenä esimerkkinä lisääntyneestä huolesta voi pitää Yhdysvalloissa lokakuussa 2006 käynnistynyttä kansallista kampanjaa säteilyturva- ja kemiallisten aineita koskevien standardien tarkistamiseksi (ks. www.ieer.org). Kampanja kiinnittää erityisesti huomiota siihen, että standardien asetannassa käytettävä ”Reference Man”-käsite ei huomioi lasten ja naisten suurempaa herkkyyttä säteilyn ja myrkyllisten aineiden haittavaikutuksille. Samalla julkistusta raportista (Makhijani et al. 2006) selviää esimerkiksi, että tyttövauvan juodessa saastunutta maitoa riski sairastua kilpirauhasen syöpään on sata kertaa suurempi kuin aikuisella miehellä; naisen riski sairastua on puolestaan 52 % suurempi kuin miehen.
- Löydökset säteilybiologian, genetiikan ja syöpätutkimuksen alueelta ovat horjuttaneet säteilysuojeluun liittyvistä suosituksista vastaavan Kansainvälisen säteilysuojakomission (ICRP) käyttämän mallin perusteita; ICRP:tä on laajasti kritisoitu sen ”läheisyydestä” ydinvoimateollisuuteen (esim. Bertell 1998):
 - ICRP:n pääkomitean 13 jäsentä edustavat käytännössä ionisoivan säteilyn käyttäjiä tai viranomaisia yleensä maista, joissa on ydinaseohjelmia.
 - ICRP:n säteilyturvakehikko perustuu pääasiassa vain yhteen eli Hiroshiman ja Nagasakin nk. Life Span Survivors –tutkimukseen, jossa ei huomioitu vuosien 1945-50 välisenä aikana sattuneita kuolemantapauksia;

- myös vuosien 1950-57 ajalta tutkimus huomioi vain osan kuolemantapauksista (first cause of death information).
- Tutkimukset eivät muutenkaan koskeneet säteilyn terveysvaikutuksia vaan atomipommin vaikutuksia; esim. henkiinjääneiden saastuneen ruoan, veden ja ilman kautta saamia säteilyannoksia koskaan laskettu.
 - ICRP teki hallinnollisen, ei-tieteellisen päätöksen, että vaikutuksina huomioidaan ainoastaan kuolemaan johtavat syöpätapaukset, ja ainoana biologisena mekanismina suora DNA:n vahingoittuminen.
 - Kuolemaan johtaviin syöpätapauksiin ei myöskään laskettu säteilyannoksesta johtuvaa olemassaolevien syöpien kiihtymistä, sillä niitä ei pidetty ”säteilyn aiheuttamina”.
 - Hiroshiman ja Nagasakin muita kuin syöpävaikutuksia (kuten diabetesta) koskevat tutkimukset ovat erittäin huonoja tai ne puuttuvat kokonaan.
- Ydinenergian tuotannolle sallitut väestön enimmäissäteilyannokset ovat huomattavan väljiä esimerkiksi vaarallisiin kemikaaleihin verrattuna, ja ne toimivat merkittävänä ydinteollisuuden tukiaisena: ICRP:n suosittama 1 mSv:n (100 mrem) vuotuinen efektiivinen ”sallittu annos” merkitsee 70 vuoden elinikää käytettäessä kuolemaan johtavien syöpätapausten sallituksi määräksi väestössä 1 syöpätapaus per 286 henkilöä; myrkyllisten kemikaalien tapauksessa sallitaan vain 1 kuolemaan johtava syöpätapaus per 1 000 000 henkilöä, tai joissakin tapauksissa 1 per 100 000 tai 1 per 10 000. Normit ovat siis 35-3 500 kertaa väljemmät kuin kemikaalien tapauksessa.⁸
 - Monet tutkimukset ovat osoittaneet ”matala-aktiivisen” ionisoivan säteilyn olevan selvästi vaarallisempaa kuin virallisesti myönnetään; säteilyn vaikutusten on todettu olevan jopa monisatakertaisia siihen nähden, minkä vaikutusten pitäisi olla ICRP:n oppien mukaan. (esim. Tshernobyl-onnettomuuden aiheuttaman laskeuman vaikutukset mm. imeväisikäisten leukemian sekä jälkeläisten geneettisten vaurioiden esiintymiseen paitsi onnettomuuden lähialueilla myös Ruotsissa ja muualla Euroopassa).⁹
 - European Committee on Radiation Risk (ECRR) on kritisoinut ICRP:n mallia ja sen puutteita ja kehittänyt uuden säteilyn terveyshaittoja analysoivan mallinsa, jossa huomioidaan sekä ulkoinen että sisäinen säteilyaltistus. ECRR:n (2003) raportti esittää johtopäätöksensä, että **nykyinen globaali syöpäepidemia on seurausta ilmakehässä 1959-63 räjäytettyjen ydinaseiden säteilyaltistuksesta ja että tuoreemmat ydinpolttoaineketjun radioisotooppien päästöt ympäristöömme tulevat aiheuttamaan merkittävän lisäyksen syöpien ja muiden sairauksien lisääntymiseen.**
 - Käyttämällä uutta, omaa malliaan ja toisaalta ICRP:n mallia ECRR laskee kuolemantapausten kokonaismäärän ”ydinprojektin” alusta 1945 alkaen, kun huomioidaan väestön säteilyaltistus vuoteen 1989 mennessä. Komitea päätty

⁸ Ydinlaitosten työntekijöille standardi on vielä väljempi: 20 mSv/a 40 työvuoden aikana merkitsee suhdetta 1 syöpätapaus per 31 työntekijää.

⁹ Asia on tuotu selvästi esiin esim. Britanniassa CERRIE (Committee Examining Radiation Risks of Internal Emitters)-komitean työn yhteydessä 2004 julkaistun (CERRIE Minority Report) raportin yhteydessä: nykyiset riskimallit aliarvioivat riskiä vähintään 100-, mahdollisesti jopa 1000-kertaisesti. Joissakin tapauksissa säteilyannoksella ei ole merkitystä: kun radioaktiivisen aineen partikkeleita pääsee elimistöön, erityisesti kudoksen lähisolut saavat säteilyä ja mutaatioiden riski kasvaa.

- hätkädyttäviin eroihin mallien antamien tulosten välillä. ICRP-mallia käyttäen syöpäkuolemien määräksi saatiin 1 173 600. ECRR-mallia käyttäen syöpäkuolemien määräksi saatiin 61 600 000, imeväiskuolleiden määräksi 1 600 000 ja sikiökuolleiden määräksi 1 900 000.¹⁰ Lisäksi ECRR arvioi 10 %:n vähennyksen elämänlaadussa, joka johtuu kaikista aiheutuneista sairauksista ja muutoksissa säteilylle altistuneiden ihmisten olosuhteissa. Johtopäätöksissään komitea suosittelee maksimaaliseksi hyväksyttäväksi säteilyannokseksi väestölle 0,1 mSv kaikissa ihmisen toimissa.
- Tšernobylin onnettomuus on tähän mennessä pahin ihmisen rauhanomaisen säteilynkäytön aiheuttama onnettomuus, jonka myötä säteilyä (mm. cesium-137 ja strontium-90) levisi laajalle alueelle. Valko-Venäjällä syöpätapausten on todettu kasvaneen 40 % vuosien 1990-2000 aikana suhteessa tilanteeseen ennen vuoden 1986 onnettomuutta (Okeanov et al. 2004). Valko-Venäjällä on pidetty sähköistä syöpätapausten rekisteriä vuodesta 1973. Tutkimuksen mukaan syöpätapausten kasvu oli tilastollisesti merkitsevä kaikilla alueilla, ml. vähiten saastunut Vitsebskin (Vitebsk) alue. Selvästi suurinta kasvu oli pahiten saastuneella Homelin (Gomel) alueella. Kasvussa oli kaikenlaisien syöpien esiintyvyys, ml. paksusuolen, virtsarakon ja kilpirauhasen syöpä (myös aikuisilla). Paljon huomiota eri julkaisuissa saaneet lasten kilpirauhassyöpätapaukset edustivat vain 0,4 % kaikista syöpätapauksista!
 - Tšernobylin onnettomuudesta on ilmestynyt venäjäksi tuhansia papereita, mutta kansainvälinen säteilyturvasta vastaava yhteisö ei ole hyödyntänyt eikä halunnutkaan hyödyntää tämän tosielämän laboratorion tuottamia tuloksia matala-aktiivisen säteilyn haittojen arvioinnissa. ECRR:n (2006) Tšernobyli-raportti paikkaa tätä aukkoa ja vahvistaa solukokeissa ensin havaitun ilmiön, jota kutsutaan nimellä *genomic instability*, eli säteilyannosten seurauksena tapahtuvat epätavallisen suuret (mahdollisesti kiihtyvään tahtiin tapahtuvat) muutokset perimässä. Monet syöpätutkijat uskovat ilmiön olevan keskeinen eri syöpäsairauksien selittäjä (ks. Gofman et al 1998). Raportti vahvistaa ilmiön esiintymisen niin ihmisissä, eläimissä kuin kasveissa. Kokonaiset biologiset systeemit näyttävät romahtavan niin solu-, kudus- kuin väestötasolla. Mikä merkityksellisintä, vaikutukset esiintyvät selvästi säteilyannoksilla, joiden yleisesti katsotaan olevan häviävän pieniä.
 - Lista erilaisten sairauksien dramaattisesta lisääntymisestä on pitkä: erilaiset syövät, sydän- ja verisuoni- sekä verisairaudet, hermostolliset sairaudet, lisääntymiselinten sairaudet, hormonaalisia häiriöt, immuunijärjestelmän häiriöt ja immuunikato, ennenaikainen vanheneminen, infektioaudit, hammassairaudet, oppimishäiriöt, lasten hengityselin- ja verisairaudet, epämuodostumat, diabetes, nk. Tšernobylin dementia, lapsikuolleisuus, keskenmenot, kätkytkuolemat, ...
 - ECRR:n (2006) raportissa esitetyn varovaisenkin arvion mukaan onnettomuuden seurauksena Euroopassa kuolee syöpäsairauksiin 0,9–1,8 miljoonaa ihmistä.
 - Virallisten (kuten YK:n UNSCEAR:in tekemien) Tšernobyli-tutkimusten tulokset ovat pahasti harhaisia. Taustalla on mm vuonna 1959 WHO:n ja IAEA:n vähillä solmittu sopimus [Res WHA 12-40, 28.5.59], jossa WHO:ta kielletään ottamasta

¹⁰ Lukuja voi konkretisoida vertaamalla niitä esimerkiksi tupakan terveyshaittoihin. WHO:n mukaan vuosien 1950-2000 välisenä aikana tupakointi aiheutti yli 60 miljoonaa kuolemaa kehittyneissä maissa.

- säteilyvaikutuksia koskevissa tutkimuksissa kantaa, joka voi vahingoittaa IAEA:ta.¹¹
- Myös Yhdysvaltain Three Mile Island –onnettomuutta koskevan tutkimuksen vähäisyys ja suuntautuminen esimerkiksi onnettomuuden ”psykologisten” vaikutusten selvittämiseen kuvaa varsin hyvin sitä tosiasiaa, että valtakoneistolle ”hankalaa” aihetta ei haluta tutkia eikä rahoittaa (ks. Mangano 2004).
 - Malliesimerkkinä harhaanjohtavasta ja onnettomuuden vaikutuksia vähättelevästä tutkimuksesta voi pitää aivan tuoretta Duodecim-aikakauskirjassa ilmestynyttä Tšernobyl-katsausta (Auvinen et al. 2006)¹², joka ei edes mainitse tutkimusta Okeanov et al. (2004) tai ECRR:n (2006) raporttia.¹³ Asiasta tekee merkityksellisen jo se, että Lääkärisseura Duodecimiin kuuluu yli 18 000 jäsentä eli lähes 90 % suomalaisista lääkäreistä ja lääketieteen opiskelijoista. Auvinen et al. toteavat mm., että ”Radiojodin suuren määrän vuoksi suurimmat annokset kohdistuivat kilpirauhaseen, ja kilpirauhassyöpä onkin lisääntynyt dramaattisesti lähialueen laskeumalle altistuneilla lapsilla. Muiden syöpien osalta selvää vaikutusta ei ole todettu, vaikka yksittäisiä raportteja lasten leukemian ja rintasyövän yleistymisestä on julkaistu.---Onnettomuuden tärkein tieteellinen merkitys on ollut sen osoittaminen, että radioaktiivinen jodi aiheuttaa syöpää yhtä tehokkaasti kuin ulkoinen säteily. – Kilpirauhassyövän ennuste on hyvä, ja onnettomuuden aiheuttamista kilpirauhassyövistä kuolemantapauksia on ollut alle 20. Kilpirauhassyöpään sairastuminen ja hoito vaikuttavat kuitenkin huomattavasti potilaiden elämään. Suurimmat humanitaariset ongelmat liittyvät kuitenkin satojentuhansien ihmisten elämän muutoksiin, joita aiheuttivat evakuoinnit ja säteilyaltistuksen mahdollisiin terveysvaikutuksiin liittyvät pelko ja epävarmuus. Säteilyn aiheuttamat psykososiaaliset vaikutukset olivat luultavasti huomattavammat kuin biologiset vaikutukset”.

Joitakin keskeisiä kirjallisuus- ja www-viitteitä:

- Auvinen, Anssi; Kurttio, Päivi & Pukkala, Eero 2006. Tšernobylin ydinvoimalaonnettomuus ja syöpä. Duodecim, 122. vsk, 24/2006, 2991-2997.
- Baverstock, Keith 2006. Presentation to the Defence Committee of the Belgian House of Representatives: 20 November 2006.
- Baverstock, K; Motherstill, C & Thorne, M. 2001. Radiological toxicity of DU. (Repressed WHO Document) 5nov01. <http://www.mindfully.org/Nucs/DU-Radiological-Toxicity-WHO5nov01.htm>
- Bertell, Rosalie 1998. Limitations of the ICRP Recommendations for Worker and Public Protection from Ionizing Radiation. For Presentation at the STOA Workshop, European Parliament, Brussels, 5 February 1998. http://www.ccnr.org/radiation_standards.html
- Board on Radiation Effects Research BEIR VII 2006. Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation: Phase 2. National Research Council. Washington, DC: National Academies Press. (ISBN: 0-309-09156-X)

¹¹ Yhtenä hyvänä esimerkkinä tiedon salaamisesta voi pitää 22.4.2004 Sunday Herald –lehdessä julkaistua uutista, jonka mukaan WHO tietoisesti esti kolmen johtaviin säteilyasiantuntijoihin kuuluvan tutkijan köyhdytetyn uraanin terveysvaikutuksia koskevan raportin (Baverstock et al. 2001) julkaisemisen.

¹² Kirjoittajat edustavat Suomen Syöpäinstituuttia, Suomen Syöpärekisteria ja Säteilyturvakeskusta.

¹³ ECRR:n (2006) keväällä julkaiseman raportin löydökset ovat mitä ilmeisemmin niin kiusallisia, ettei koko kirjaa löytynyt yhdestäkään suomalaisesta tieteellisestä kirjastosta, ei edes Säteilyturvakeskuksesta (STUK). Asia on tarkistettu puhelimitse 14.11.2006. (Sittenmin kirja on ollut sähköisesti vapaasti ladattavissa ECRR-komitean www-sivuilta.)

- Busby, Chris 1995. *The Wings of Death: Nuclear Pollution and Human Health*. Aberystwyth: Green Audit. (ISBN: 1-897761-03-1)
- Busby, Chris & Morgan, Saoirse 2006. Did the use of Uranium weapons in Gulf War 2 result in contamination of Europe? Evidence for the measurements of the Atomic Weapons Establishment, Aldermaston, Berkshire, UK. *European Biology and Bioelectromagnetics*, Vol. 1, Issue 5, pp 622-633.
- Carter, Luther J. 1978. Uranium Mill Tailings: Congress Addresses a Long-Neglected Problem. *Science*, Vol. 202, 13 October: 191-195.
- Durakovic, Asaf 1999. Medical Effects of Internal Contamination with Uranium. *Croatian Medical Journal*, Vol. 40, No. 1: 40-66.
- Gofman, John W. & O'Connor, Egan 1998. Confirmation that Ionizing Radiation Can Induce Genomic Instability: What is Genomic Instability, and Why Is It So Important? <http://www.ratical.org/radiation/CNR/GenomicInst.html>
- Greenpeace 2006. Uraanilouhinnan riskit – Tapaus Areva. (Toim. Lauri Myllyvirta, Joulukuu). <http://www.greenpeace.org/finland/fi/dokumentit/Uraanilouhinnan-riskit-tapaus-areva>
- Grosche, B; Kreutzer, M; Kreisheimer, M; Schneizer, M & Tschense, A 2006. Lung cancer risk among German male uranium miners: a cohort study, 1946-1998. *British Journal of Cancer*, Vol. 95, 1280-1287.
- ECRR 2003. Recommendations of the European Committee on Radiation Risk (ECRR) on The Health Effects of Ionising Radiation Exposure at Low Doses and Low Dose Rates for Radiation Protection Purposes: Regulators Edition. Ed. By Chris Busby et al. Brussels: Green Audit (ISBN: 1 897761 244)
- ECRR 2006. Chernobyl: 20 Years On. Health Effects of the Chernobyl Accident. European Committee on Radiation Risk. Documents of the ECRR, 2006 No. 1. Eds: C.C. Busby and A.V Yablokov. Green Audit. (ISBN: 1-897761-25-2). Ladattavissa pdf:nä osoitteesta: <http://www.euradcom.org>
- Edwards, Gordon 1992 a. Uranium: Known Facts and Hidden Dangers. Invited address at the World Uranium Hearings, Salzburg, Australia, September 14. <http://www.ccnr.org/salzburg.html>
- Edwards, Gordon 1992 b. Uranium: The Deadliest Metal. *Perception magazine*, Vol. 10, Nr. 2. http://www.ccnr.org/uranium_deadliest.html
- Edwards, Rob 2006. Who will pay for a nuclear future? *New Scientist*, 10 June, pp. 8-9.
- EVY 1981. Uraani ja ympäristö. Uraanilouhinnan vaarat ja vaihtoehdot Lapissa. Julkaisija: Energiapoliittinen yhdistys – Vaihtoehto Ydinvoimalle ry.
- EVY 1982. Uraani uhkaa Nummi-Pusulaa. Palmottujärven läpi kairaaminen on erityisen vaarallista. Energiapoliittinen yhdistys – Vaihtoehto Ydinvoimalle ry, tiedote nummi-pusulalaisille.
- IAEA 2004. The long term stabilization of uranium mill tailings. Final report of a coordinated research project 2000-2004. Vienna: International Atomic Energy Agency. <Ladattavissa pdf:nä.>
- IAEA 2005. Environmental Contamination from Uranium Production Facilities and their Remediation. Proceedings of an International Workshop in Lisbon, 11-13 February 2004. Vienna: International Atomic Energy Agency. <Ladattavissa pdf:nä.>
- Klötzer, Ulla 2006 a. Säteilevä tulevaisuus. Osa 1: Atomit rauhan käytössä. Sahlgrenin kustannusliike. (ISBN 951-9016-61-9)

- Klötzer, Ulla 2006 b. Säteilevä tulevaisuus. Osa 2: Atomit sodassa. Sahlgrenin kustannusliike. (ISBN 951-9016-60-0)
- López -Abente, Gonzalo; Aragonés, Nuria; Pollán, Marina; Ruiz, Maria & Gandarillas, Ana 1999. Leukemia, Lymphomas and Myeloma Mortality in the Vicinity of Nuclear Power Plants and Nuclear Fuel Facilities in Spain. *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention*, Vol. 8, October, 925-934.
- López -Abente, Gonzalo; Aragonés, Nuria & Pollán, Marina 2001. Solid-Tumor Mortality in the Vicinity of Uranium Cycle Facilities and Nuclear Plants in Spain. *Environmental Health Perspectives*, Vol. 109, No. 7, July, 721-729.
- Makhijani, Arjun; Smith, Brice & Thorne, Michael C. 2006. Science for the Vulnerable: Setting Radiation and Multiple Exposure Environmental Health Standards to Protect Those Most at Risk. Institute for Energy and Environmental Research (IEER).
<http://www.ieer.org/campaign/index.html>
- Mangano, Joseph 2004. Three Mile Island: Health study meltdown. *Bulletin of the Atomic Scientists*, Vol. 60, No. 05, pp. 30-35.
- Okeanov, A.E.; Sosnowskaya, E.Y. & Priatkina, O.P. 2004. A national cancer registry to assess trends after the Chernobyl accident. *Swiss Medical Weekly*, Vol. 134: 645-649.
- Olson, Mary. Nuclear Waste Isolation Means Zero Release of Radioactivity.
<http://www.nirs.org>
- Řeřicha, Vladimír; Kulich, Michael; Řeřicha, Robert; Shohe, David L. & Sandler, Dale P. 2006. Incidence of Leukemia, Lymphoma, and Multiple Myeloma in Czech Uranium Miners: A Case-Cohort Study. *Environmental Health Perspectives*, Vol. 114, No. 6, June, 818-822.
- Richardson, David B.; Wing, Steve; Schroeder, Jane; Schmitz-Feuerhake & Hoffman; Wolfgang 2005. Ionizing Radiation and Chronic Lymphocytic Leukemia. *Environmental Health Perspectives*, Vol. 113, No. 1, January: pp. 1-5.
- Zaire, R; Griffin, CS; Simpson, PJ; Papworth, D.G; Savage J.R; Armstrong, S & Hulten, MA 1996. Analysis of lymphocytes from uranium mineworkers in Namibia for chromosomal damage using fluorescence in situ hybridization (FISH). *Mutat Res*, Vol 371: pp. 109-113.
<http://www.aracnet.com/~pdxavets/martell1.htm> Atomic Scientist Edward Martell's Letter to Energy Secretary O'Leary dated 9Feb94
<http://www.ieer.org> Institute for Energy and Environmental Research
<http://www.llrc.org> The Low Level Radiation Campaign
<http://www.nirs.org> Nuclear Information and Resource Service
<http://www.wise-uranium.org> World Information Service on Energy Uranium Project
<http://www.ccnr.org> Canadian Coalition for Nuclear Responsibility
<http://www.wman-info.org> Western Mining Action Network
http://www.who.int/docstore/tobacco/ntday/ntday96/pk96_3.htm WHO Health hazards of tobacco: some facts

“Percent Increase in Cancer Incidence, Cancer Mortality, and Other Health Effects of Human Exposure to Ionizing Radiation”

1. 1500% increase in incidence of testicular and ovarian cancer in children on Navaho reservation in uranium mining area
2. 500% increase in bone cancer in children affected by uranium
3. 250% increase in leukemia (all ages) in the Navaho population
4. 200% increase in each of the following non-cancer effects: miscarriage, infant death, congenital defects, genetic abnormalities, learning disorders.
Baseline for 1-4: Navajo residents living near Uranium facilities were compared to Navajo residents in non-uranium areas
5. 500% increase in birth defects when compared to the national average.
 (Southwest Research and Information Center. “Uranium Legacy.” *The Workbook*, v 8, no 6. Albuquerque, NM: 1983.)
6. 400% increase in leukemia incidence in the population living downwind of the Pilgrim nuclear power reactor in Massachusetts in the first 5 years after fuel was know to have leaked excess radioactivity.
Baseline: Disease in population before and after Pilgrim radioactive releases and comparison to upwind population.
 (Morris M. Knorr R. *The Southeastern Massachusetts Health Study 1978-1986-Report of the Massachusetts Department of Public Health*. October 1990. See also: Clapp R. Cobb S. et al. “Leukemia Near Massachusetts Nuclear Power Plant.” Letter in *Lancet*. December 5, 1987.)
7. 300—400% increase in lung cancer in the general population within the plume of the Three Mile Island accident releases
8. 600—700% increase in leukemia in the general population within the plume of Three Mile Island accident releases **Baseline:** Disease in population upwind (out of the radiation plume path) is compared to disease in population downwind (in the pollution plume.)
 (Wing S. Richardson D. et al. “A Reevaluation of Cancer Incidence Near the Three Mile Island Nuclear Power Plant: The Collision of Evidence and Assumptions.” *Environmental Health Perspectives*, v 105, no 1. National Institutes of Health. Bethesda, Maryland. January 1997.)
9. 50% increase in childhood cancer incidence in the Three Mile Island area for each 10 millirem increase in radiation exposure per year.
Baseline: Children living with different radiation levels are compared for evidence of disease.
 (Hatch M. et al. “Background Gamma Radiation and Childhood Cancers Within Ten Miles of a US Nuclear Power Plant.” *International Journal of Epidemiology*, v 19, no 3. 1990.)

10. 8000% increase in thyroid cancer in Belarussian children living near Chernobyl, reported 6 years after the meltdown.

Baseline: Comparison of population health before and after the Chernobyl explosion.

(Hudson RL. "Child Cancers Found to Rise Near Chernobyl." *The Wall Street Journal*. September 3, 1992. *The article they quote was published in Nature on the same day and was researched by the World Health Organization.*)

Further effects found in victims of the Chernobyl accident less than ten years after the meltdown

11. 500% increase in thyroid cancer in Ukrainian children.
 12. 75% increased incidence of heart disease
 13. 200% increase in respiratory and digestive disease
 14. 200% increase in birth defects
 15. 200% increase in spontaneous abortions

Baseline: Comparison of population health before and after the Chernobyl explosion

(Rupert J. "Illness Tied to Disaster Still on Rise." *The Washington Post*. June 24, 1995. *The reporter was quoting Britain's Imperial Cancer Research Fund, The Ukrainian Health Ministry and the United Nations.*)

16. 63% increase in leukemia incidence among workers at Oak Ridge National Laboratories(US) who received very low doses of external (gamma) radiation on the job.

17. 123% increase in leukemia incidence in the same population where there were also very low internal doses of radioactivity

Baseline: Cohort comparison of worker deaths and radiation exposure levels

(Wing S. Shy C. et al. "Mortality Among Workers at Oak Ridge National Laboratory: Evidence of Radiation Effects in Follow-up Through 1984." *JAMA*, v 265 no 11. March 20, 1991.)

18. 80% increase in eight types of cancer deaths in Department of Energy atomic workers exposed to external doses of radiation. **Baseline:** Various baselines. Usually cohort comparison of workers with various doses and their deaths from resulting diseases were used.

(Mancuso TF. Stewart A. Kneale G. "Radiation Exposures of Hanford Workers Dying From Cancer and Other Causes." *Health Physics*, v 33. Pergamon Press, Great Britain. November 1977.)

19. 200% increase in leukemia in children of atomic workers **Baseline:** The parents of children with cancer were compared for occupation to discern if those adults who worked with radiation had more children with cancer than those who worked in other jobs.

(Roman E. et al. "Case-control Study of Leukemia and Non-Hodgkin's Lymphoma Among Children Aged 0-4 years Living in West Berkshire and North Hampshire Health Districts." *BMJ* 1993 #306.)

20. 287% increase in cancer incidence in children of nuclear workers who received internal radiation in England
Baseline: The parents of children with cancer were compared for occupation to discern if those adults who worked with radiation had more children with cancer than those who worked in other jobs.
 (Sorahan T. Roberts PJ. "Childhood Cancer and Paternal Exposure to Ionizing Radiation: Preliminary Findings From the Oxford Survey of Childhood Cancers." *American Journal of Industrial Medicine*, v 23: 343-354. 1993.)
21. 250% increase in all cancers among atomic workers
22. 190% increase in leukemia incidence
Baseline: General Population
 (Kendall. GM. et al. "Mortality and Occupational Exposure to Radiation: First Analysis of the National Registry for Radiation Workers." *BMJ* v 304: 220-5. 1992.)
23. 500% increase in childhood leukemia in children visiting the beach once a week near the French nuclear reprocessing facility at LaHague
24. 760% increase in childhood leukemia if they ate the local fish regularly
25. 345% increase in childhood leukemia associated with drinking well water from the vicinity of the nuclear facility
Baseline: Observed leukemia cases were compared to expected leukemia cases.
 (Viel JF. Pobel D. Incidence of Leukaemia in Young People Around the La Hague Nuclear Waste Reprocessing Plant: A Sensitivity Analysis." *Statistics in Medicine*, v 14: 2459-2472. 1995.)
26. 1200% increase in all cancers exist around the Sellafield, (formerly Windscale) reprocessing facility and of these,
27. 600-1000% increase in leukemia of children whose fathers were exposed to certain amounts of radiation prior to conception
28. 1000% increase in lymphoma was found in children near a reprocessing facility in Cumbria
Baseline: Local and Area Controls
 (Gardner et al. "Results of Case-control Study of Leukemia and Lymphoma Among Young People Near Sellafield Nuclear Plant in West Cumbria." *BMJ* v 300. February 17, 1990.)
29. 1000% increase in leukemia incidence in children living near a nuclear reprocessing facility
Baseline: Children of the same age in the same area prior to the facility's operation.
 (Heasman et al. "Childhood Leukemia in Northern Scotland." *Lancet*, v 1:266. 1986.)
30. 27.3% increase in all cancer deaths among atomic workers exposed to internal doses of radiation
Baseline: Comparison of worker deaths and radiation exposure levels.

(Morgenstern H. Froines J. Epidemiologic Study to Determine Possible Adverse Effects to Rocketdyne/Atomics International Workers from Exposure to Ionizing Radiation. State of California Health and Welfare Agency. June 1997.)

31. 500% increase in leukemia among Utah nuclear bomb test Downwinders
32. 121% increase in thyroid cancer incidence in the same group
33. 200% increase in breast cancer
34. 700% increase in bone cancer
Baseline: Utah Mormons exposed to bomb fallout are compared to all Utah Mormons.
 (Johnson CJ. "Cancer Incidence in an Area of Radioactive Fallout Downwind From the Nevada Test Site." JAMA, v 251 n 2: 231-6. January 13, 1984.)
35. a greater than 120% increase in thyroid cancer in those who drank milk laced with Iodine-131 from atmospheric nuclear weapons tests
Baseline: Estimated cases are based on dose reconstruction where estimated exposures were between 6-112 rads per individual child in the bombs' plumes.
 (Ortmeyer P. Makhijani A. "Let Them Drink Milk." *The Bulletin of the Atomic Scientists*, Nov/Dec. 1997.)
36. 200% increase in lung cancer in women who received radiation treatments for breast cancer
Baseline: Breast cancer patients treated with radiation were compared to those who were treated only by other methods.
 (Bishop JE. "Study Links Breast Cancer Treatment to Higher Risk of the Disease in Lungs." *The Wall Street Journal*, May 14, 1993: B6.)
37. 66—96% increase in early cancer deaths due to background radiation
Baseline: Deaths of children living with different radiation levels are compared for cancer.
 (Kneale GW. Stewart AM. "Childhood Cancers in the UK and their Relation to Background Radiation." *Radiation and Health*. 1987.)

This list was compiled by Cindy Folkers & Mary Olson on 4/24/98, Nuclear Information & Resource Service, 1424 16th St, NW Suite 404, Washington, DC 20036 (202)328-0002 -- it is arbitrarily based on what studies are on file at NIRS.

A partial list of non-cancer health effects of human exposure to radiation:

Downs Syndrome
 Hydrocephaly
 Microhydrocephaly
 Cleft Lip and Palate
 Epilepsy
 Kidney and Liver Damage
 Thyroid Disease
 Low Birthweight

Increased Infant Mortality
Increased Stillbirth
Genetic Mutations/Chromosomal Aberrations
Spinal Defects
Congenital Malformations

Edward Martell, ote kirjeestä (Letter to Energy Secretaty Hazel O'Leary dated 9 February 1994):

Radiation-Induced Cancer:

The combined influence of secrecy, budgetary control, and the inherent conflict of interest within the AEC/ERDA/DOE between the goals of nuclear weapons and nuclear power development on the one hand, and the assessment of radiation-induced health risks on the other, has compromised the objective assessment of the most serious aspects of radiation-induced cancer and other radiation health problems. Gross negligence on the part of the DOE and its contractors in the conduct of epidemiological studies of the nuclear weapons work force has been pointedly noted in a recent report of the Physicians for Social Responsibility (Dead Reckoning: A Critical Review of the Department of Energy's Epidemiologic Research, Physicians for Social Responsibility, Wash. D. C., 1992). Similarly, for more than 40 years, the staff of the AEC/ERDA/DOE have contrived to minimize radiation health effects in almost every conceivable way, including blocking the conduct of research on the role of radionuclides in the etiology of some of the more common lethal human cancers, including lung cancer and other soft tissue cancers. The AEC/ERDA/DOE staff controlled the review and funding of radiation research, and thus limited the scope and direction of the research they sponsored. They also exercised a high degree of control of radiation research sponsored by other agencies. Thus, for example, the Radiation Study Group of the National Cancer Institute was invariably chaired by a pronuclear staff member of the nuclear energy establishment. Research proposals on important aspects of radiation-induced cancer were given short shrift. Monthly reports of the Public Health Service on radioactive fallout and radiological health were screened and sanitized by the AEC's Gordon Dunning, a leading defender of the "no harm" theory of radioactive fallout. In the suppression of disturbing information on radiation health effects, the AEC/ERDA/DOE had the help of the national and international agencies involved, including the NCRP, ICRP, IAELA, and even the BEIR-IV committee of the U.S. National Academy of Science. With rare exceptions, members of these organizations and committees were high salaried staff of the nuclear establishment and their contractors. Reports of these organizations should be judged by their sins of omission and their understatement of the more serious radiation health effects.

Joitakin Edward Martellin tupakkaa ja radioaktiivisuutta koskevia tutkimuksia:

1. Martell, E.A.: "Radioactivity of tobacco trichomes and insoluble cigarette smoke particles," *Nature*, Vol. 249, 215-271, 1974.
2. Martell, E. A.: "Tobacco radioactivity and cancer in smokers," *American Scientist*, 63, 404-412, July-August 1975.
3. Martell, E. A. "The natural alpha radiation environment: A preliminary assessment," *Natural Radiation Environment*, K.G. Vohra *et al.*, Eds., Wiley Eastern Ltd., New Delhi, pp. 121-130, 1982.
4. Martell, E. A., and K. S. Sweder: "The roles of polonium isotopes in the etiology of lung cancer in cigarette smokers and uranium miners," proceedings, International Conference on *Radiation Hazards in Mining*, Golden, Colorado, October 5-9, 1981, M. Gomez, Ed., AIME N.Y. pp. 383-389, 1982.
5. Martell, E. A.: "Radioactivity in cigarette smoke," *New Engl. J. Med.* 307, 309-310, 1982.
6. Martell, E. A., and K. S. Sweder: "Properties of radon progeny aerosols in mainstream cigarette smoke and the alpha dose at segmental bifurcations of smokers," Special Workshop on Lung Dosimetry, 30th annual meeting, Radiation Research Society, Salt Lake City, April 18-22, 1982, *Current Concepts in Lung Dosimetry*, D. R. Fisher, Ed., PNL-SA-11049, pp. 144-151, February 1983.

**Rosalie Bertell, Ph.D., GNSH
International Institute of Concern for Public Health**

Ote esityksestä "Limitations of the ICRP Recommendations for Worker and Public Protection from Ionizing Radiation". For Presentation at the STOA Workshop, European Parliament, Brussels, 5 February 1998:

In terms of its own claims, ICRP does not offer recommendations of exposure limits based on worker and public health criteria. Rather, it offers its own risk/benefit trade-off suggestion, containing value judgements with respect to the "acceptability" of risk estimates, and decisions as to what is "acceptable" to the individual and to society, for what it sees as the "benefits" of the activities. Since the thirteen members of the Main Committee of ICRP, the decision makers, are either users of ionizing radiation in their employment, or are government regulators, primarily from countries with nuclear weapon programs, the vested interests are clear. In the entire history of the radiologist association formed in 1928, and ICRP, formed when the physicists were added in 1952, this organization has never taken a public stand on behalf of the public health. It never even protested atmospheric nuclear weapon testing, the deliberate exposure of atomic soldiers, the lack of ventilation in uranium mines, or unnecessary uses of medical X-ray.

I would not like my remarks to be construed to mean that regulation of radiation exposure should not take place. It is of course necessary that standards be set. I believe that the standard setting should be recommended by a professionally established open body, with credentials in occupational and public health. The ICRP is profoundly undemocratic and unprofessionally constituted. It is self-appointed and self-perpetuated. Certainly a recommending body could be composed of individuals elected from professional societies such as international associations of professionals trained in occupational health, epidemiology, public health, neonatology, pediatrics, oncology, etc. Some members could be recommended by the WHO and the ILO.

An organization of users of radiation, such as ICRP, being asked to set standards is like inviting the tobacco industry to regulate tobacco! ICRP is organized by its By-Laws to include only users and national regulators (usually coming from the ranks of users) of radiation.

If it is decided that fatal cancer incidence rate should be the biological endpoint on which the regulations are based, and I do not accept this as the best indicators of problems, then the radiation industry needs to conform to the same standards of injury as is used for regulating the chemical industry.

The State of Minnesota, in the USA, decided that a nuclear waste dump should not be able to cause more than one cancer (fatal or non-fatal) over the life-time (70 years) of an exposed person. This is the standard which the State used for chemical polluters. Based on this, a criteria of no exposure of the public above 0.0005 mSv per year was derived by the State Department of Health. This Standard is being enforced in that State, although it is ten thousand times lower than the current permissible dose to the public per year under US Federal Law, namely 5 mSv per year.

In Ontario, the Advisory Committee on Environmental Standards (ACES) expressed astonishment that the nuclear industry was permitting itself to pollute the drinking water with up to 40,000 Bq of tritium per Litre, under the 5 mSv per year federal radiation dose limit for members of the public. When the ICRP reduced the recommendation to 1 mSv per year, the industry agreed to lower the permissible level of tritium in water to 7,000 Bq per Litre. When the ACES used the industry risk estimates for calculating the expected number of fatal cancers considered to be "permissible" under this Standard, they called for an immediate reduction in permissible levels to 100 Bq per Litre, with a further reduction to 20 Bq per Litre within five years. This was based on the standard setting used for toxic chemicals. This means the radiation protection guide line allows 350 times more fatal cancers than chemical standards would allow.

While I understand mathematically why the nuclear industry, dealing with a mixture of radionuclides sets such unreasonably high permissible values, I see also that these high values are used for public relations reasons to assure the trusting public when there is a spill or abnormal incident at a reactor. Stating that the exposure was less than 10% of the permissible dose, sounds reassuring! Yet if one knew that the permissible dose was 350 times too high based on cancer deaths caused, 10% would be seen as 35 times too high. It is in the interest of the nuclear industry, hiding behind ICRP, to carry on the subterfuge that "permissible" implies "no harm".

The ICRP assume no responsibility for the consequences attributable to a country following its recommendations. They stress that the Regulations are made and adopted by each National Regulatory Agency, and it merely recommends. However, on the National level, governments say they cannot afford to do the research to set radiation regulations, therefore they accept the ICRP recommendations. In the real world, this make no one responsible for the deaths and disabilities caused!

**Gordon Edwards, Ph.D., President, Canadian Coalition for Nuclear Responsibility,
Nuclear Free Future Award 2006 – palkinnon saaja Education-kategoriassa:**

The amount of radon given off from a rock formation depends on its surface area. Since radon is a gas with only a 3.8 day half-life, very little radon from the interior of the rock ever finds its way to the surface before it has decayed into solid byproducts. Thus the radon emissions, given a uniform concentration of uranium in the rock, is proportional to the surface area.

If a one-metre cube piece of rock is subdivided into one-millimeter cubes, there will be $1000 \times 1000 \times 1000 = 1,000,000,000$ (one billion) of them.

The surface area of the original cube is
(6 sides) \times (10 000 square centimeters per side) = 60 000 square cm

The surface area of the billion subdivided cubes is
(1 billion) \times (6 sides) \times (1 sq cm per side) = 6,000,000,000 = six billion sq cm.

As you can see this is 10,000 times larger. Thus by simply subdividing a one cubic metre piece of rock into a billion cubic millimeter pieces, you increase the radon emissions by about a factor of 10,000.

In the milling process, the rock formation that you start with is a LOT bigger than a cubic meter, and the fine sand-like particles you end up with are a LOT smaller than a cubic millimeter. So in principle, the amount of radon that escapes from the rocky matrix is increased by a LOT more than a factor of 10 000.

How much of this radon actually gets into the atmosphere depends on a lot of things, such as:
the surface area of the tailings pile in comparison with the volume;
the density of the crushed tailings in comparison with the density of the rock;
the presence of water which can retard the migration of radon into the air;
et cetera.

But it should be borne in mind that radon is also very soluble in water, and the amount of radon dissolved in ground water, well water, and surface waters will also be greatly increased, since a lot of the radon that does not make it into the air will end up in the water. That can be very unhealthy for humans and other living things. In radon-contaminated communities, sometimes the largest doses of radon gas can be received by people taking showers with radon-bearing water. As soon as the hot spray hits the air a lot of the radon is released and is inhaled by the person who is showering.

It should always be remembered that by far the greatest biological damage attributed to radon is actually due to polonium, which is continually being produced by the radioactive disintegration of the radon atoms. 85 percent of the radioactive exposure to the lungs caused by breathing radon is really due to the solid polonium-214 and polonium-218 deposited in the lungs.

But radon also produces polonium-210, which (when accompanied by its "parent", lead-210) has an effective half-life of 22 years. That is to say, while polonium-210 in isolation has a half-life of 138 days, it is constantly being replenished by the radioactive decay of lead-210, which has a half-life of 22 years.

Lead-210 and polonium-210 are disseminated into the environment by the exhalation of radon into the air and the dissolution of radon in water. This Polonium is the most toxic naturally-occurring element on earth. Polonium-210 is about a million times more toxic than cyanide on a weight-for-weight basis. An amount of polonium-210 equivalent to small grain of sugar would be enough to kill a thousand people in less than 20 days as Alexander Litvinenko died.

The spread of radon is also a spread of polonium. In fact radon's main significance is as a delivery system for polonium.