

Jouko Tuomisto
Terveyden ja hyvinvoinnin laitos

Ympäristöriskien priorisointi

Priorisoinnin tavoitteena on suunnata rajallisia resursseja erityisesti sinne, missä niistä saadaan suurin hyöty. Tämän ajatuksen hyväksyminen on yhteiskunnassa vaikeaa, olipa sitten kyse potilaiden hoidosta tai kemikaalien kontrollista. Viime vuosina ajatus on saanut havainnollista muotoa, kun on alettu käyttää ns. DALY-arviointia (Disability Adjusted Life Years). Siinä pyritään laskemaan väestön tasolla esimerkiksi jonkin ympäristötekijän takia menetetyt terveet elinvuodet. Sillä voidaan karkeasti kuvata eri tekijöiden keskinäinen suuruus terveyden kannalta – ja tämä voi auttaa muutoin hyvin vaikeassa ja vaikeasti motivoitavassa toimenpiteiden priorisoinnissa.

Ympäristön terveystriskeissä on kaksi eri ulottuvuutta: toisaalta kansanterveydellinen merkitys ja kokonaisvaikutus väestössä, toisaalta yksilön turvallisuus ja turvallisuudentunne. Sekä inhimillisistä että taloudellisista syistä on järkevää priorisoida riskien hallintaa niin, että siitä saadaan yhteiskunnan tasolla mahdollisimman suuri hyöty. Toisaalta yksilön turvallisuus on länsimaisen demokraattisen ajattelun ja moraalien perusteita. Eli Matteuksen mukaan: ”Jos jollakin ihmisellä on sata lammasta ja yksi niistä eksyy, eikö hän jätä niitä yhdeksääkymmentä yhdeksää vuorille ja mene etsimään eksynyttä?” Entisen Kansanterveyslaitoksen ympäristöterveyden osasto muotoili tämän näin: Ihmisellä on oikeus hengit-

tää, syödä ja juoda sekä liikkua ympäristössään niin, ettei hänen terveystensä ole uhattuna.

Näiden kahden lähestymistavan yhteen sovittaminen on helpommin sanottu kuin tehty. Ihminen ei toimi riskien arvioimisen ja välttämisen suhteen loogisesti (Tuomisto 2014). Vuonna 1964, 50 vuotta sitten, käytiin ankara keskustelu eduskunnassa turvavöiden käytöstä autossa. Tunteet kuumenivat niin, että muutamat turvavöiden pakollisuuden vastustajat yrittivät saada liikenneministerin valtakunnanoikeuteen hänen värikkään ja ”syyllistävän” turvavöitä puolustavan sanankäyttönsä takia. Kuitenkin yhteiskunnan kannalta turvavyöt ovat yksi halvimmista ihmisen turvallisuutta edistävästä investoinneista (taulukko 1).

Taulukko 1. Eräs arvio Yhdysvalloissa tehdyn säätelyn kustannus-hyötysuhteista (Belzer 1994). Taulukon yläosan tyyppisten toimenpiteiden osalta lasketaan yleisesti kustannus-hyötysuhteet, taulukon alaosan kemikaalien osalta sitä ei ole tapana tehdä.*

Säännös	Kustannus yhtä vältettyä kuolemantapausta kohti (US \$)
Auton turvavyöstandardit	100 000
Auton polttoainestandardit	400 000
Auton sivutörmäysstandardit	800 000
Auton takapenkin turvavyöstandardit	3 200 000
Asbestin kieltö	110 000 000
Juomaveden etyleenidibromidistandardi	5 700 000
Juomaveden 1,2-DCP-standardi	650 000 000
Juomaveden atrasiini/alaklooristandardi	92 000 000 000
Puunsuojakemikaalien poltto ongelmajätelaitoksessa	5 700 000 000 000

*Arviossa on vain kuolemantapausten esto, ei esimerkiksi ympäristövaikutuksia.

Mututieto ei riitä

Ihmiset ovat siis valmiita käymään vaihtokauppaa melko pienen vaivannäön ja kuolemanriskin välillä. Toisaalta esitetään varsin kalliita toimenpiteitä esimerkiksi vähäisen kemikaalialtistuksen estämiseksi. Tämä perustuu osaksi väärin käsityksiin riskien keskinäisistä suuruuksista, osaksi siihen, että omista toimenpiteistä ollaan valmiita ottamaan paljon suurempia riskejä kuin toisten tai yhteiskunnan toimenpiteistä (Tuomisto 2014). Ihmiset ovat myös erilaisia, toiset ovat riskinottajia, toisilla on vahva riskiaversio.

Jos katsomme terveyteen kohdistuvia ympäristöriskejä, niiden säätelyssä ei näytä toteutuvan kumpikaan periaate, tasa-

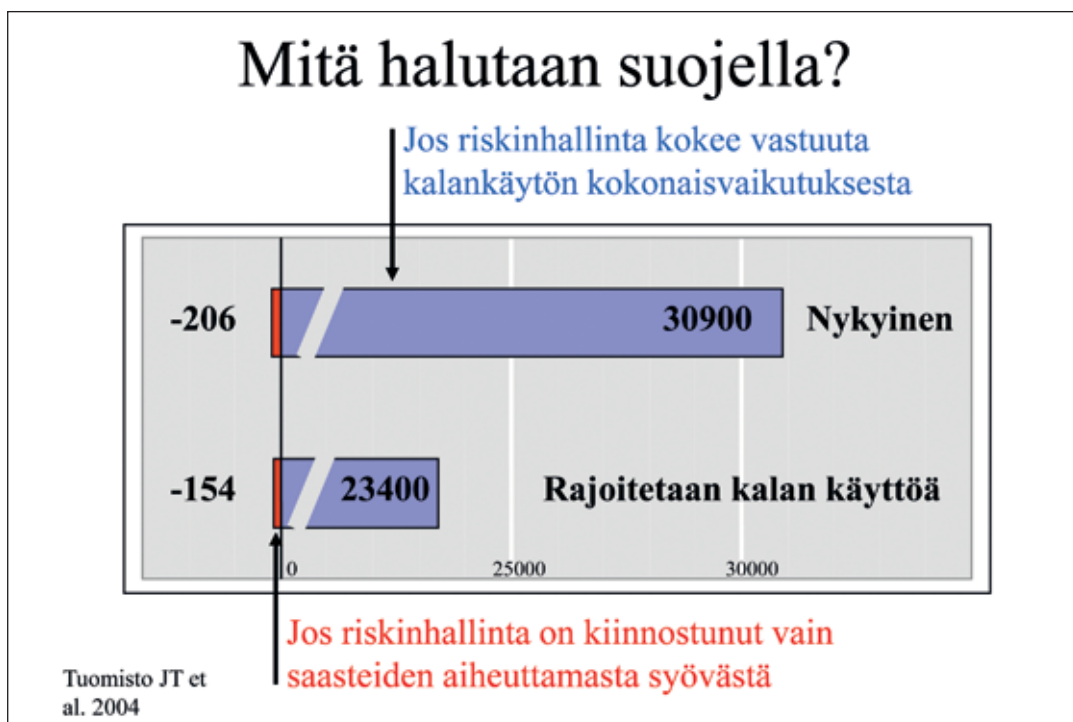
puolinen väestöriskin vähentäminen eikä tasapuolinen yksilöriskin vähentäminen. Kemikaalien osalta saatetaan vaatia vähentämään riskejä, joiden toteutumisen todennäköisyys elinaikana on 1:100 000 – 1:1 000 000. Toisaalta ulkoilman pienhiukkasten raja-arvojen alentaminen on kohdannut Euroopan Unionissa ankaraa vastustusta, vaikka niistä aiheutuu kuolemanriski, joka on suurusluokkaa 1:100 ja jonka on arvioitu aiheuttavan Euroopassa noin 300 000 ylimääräistä kuolemantapausta vuodessa (Watkiss ym. 2005). Erään amerikkalaisen arvion mukaan jopa eri kemikaaleille asetetuissa raja-arvoissa on keskenään 10 000 -kertaisiakin eroja, jos mitataan niistä aiheutuvien syöpäriskien todennäköisyyttä (Travis & Hattemer-Frey 1988). Kallistuupa

uskomaan säätelyn valmistelijaa tai krii-
tiikin esittäjää, meillä näyttää siis olevan
hyvin suuria epävarmuuksia siinä, kuinka
hyvin väestötason riskit eri kemikaaleista
ovat säätelyn jälkeen linjassa keskenään.

Erot tulevat vielä suuremmiksi, jos
verrataan kemikaalien säätelyä elämän
muihin riskeihin, kuten liikenneonnetto-
muuksiin ja elintavoista seuraaviin riskei-
hin. Yksilötason riskeissä taas näyttäytyy
selvä ero siinä, ovatko riskit itse otettuja,
vai koetaanko ne muiden toimenpiteistä
aiheutuviksi. Tupakoinnin yksilöriski on
noin 1:2, eli joka toinen tupakoija kuolee
ennenaikaisesti. Alkoholin riski on vain
jonkin verran tätä pienempi. Holtittoman
aurionoton, solariumien ja radontalojen
aiheuttama syöpäriski on paljon suurempi
kuin ydinvoimalaonnettomuudesta aiheu-

tuva riski, mutta näitä ei osata pelätä eikä
niistä tulevan säteilyn vähentämistä koeta
tärkeäksi.

Arviointi ja päätöksenteko vaikeutuvat
edelleen, jos mukaan otetaan sekä toimen-
piteestä aiheutuvat hyödyt että siitä seu-
raavat haitat. Suomalainen esimerkki tästä
on kalan syöntirajoitukset, jossa joudutaan
asettamaan vastakkain kalan syömisestä
seuraavat terveyshyödyt ja kalan ympäris-
tömyrkyistä aiheutuvat haitat terveydelle.
Oma arviomme on ollut, että vaikka kalassa
on kestäviä ympäristömyrkyjä, kalan tär-
keiden omega-3-rasvahappojen aiheuttamat
hyödyt ovat selvästi suurempia kuin kemi-
kaalien haitat (Kuva 1, Tuomisto ym. 2004).
Ainoa poikkeus lienee suurten petokalojen
elohopea, joka häiritsee lasten hermoston
kehitystä.



Kuva 1. Esimerkki ristiriidasta riskin priorisoinnissa kalan polykloorattujen orgaanisten yhdisteiden (POP) hallinnassa. Jos POP-aineiden saantia ja syöpäriskiä vähennetään vähentämällä kalan käyttöä, vähennetään samalla omega-3-rasvahappojen saantia. Silloin katsomalla pelkäävät kemikaalialtistusta itse asiassa huononnetaan terveyttä, koska sydänkuolleisuutta estävä vaikutus vähenee kalan käytön vähentyessä (laadittu Tuomisto ym. 2004 pohjalla, Euroopan talousalue, 387 miljoonaa asukasta).

Päätöksentekijät tarvitsevat oikeaa tietoa

Näyttäisi siis siltä, että terveyttä uhkaavien tekijöiden priorisointi, niiden asettaminen tärkeysjärjestykseen, olisi hallinnon kannalta tehokkaampaa ja tärkeämpää kuin yksittäisten riskien tarkka arvioiminen. Perusteiksi todellisiin terveysvaikutuksiin perustuvalla priorisoinnilla on esitetty mm. terveyspalvelujen tehokkaampaa kohdistamista, terveystutkimuksien parempaa kohdistamista, terveysinterventtioiden järkevää kohdistamista ja riskiryhmien identifioimista sekä ylipäänsä vertailukelpoisen tiedon saamista arviointia ja suunnittelua varten (Murray 1994).

Hallinnollisten päätösten kannalta olennaisin asia tutkijan lähtökohdista arviointina on se, että päättäjä tietää, mitä tekee. Päätöksenteossa joudutaan tekemään kompromisseja esimerkiksi taloudellisten tekijöiden (eritasoristeyksien kustannukset), kulttuuriin liittyvien tekijöiden (savusauna, takkatuli), mukavuuden (yksityisautoilu) ja myös ihmisten käsitysten takia (rokotusten ja GMO:n vastustus), vaikka ne eivät tutkijoiden mielestä olisi perusteltuja. Päätöksentekijällä on valta tehdä päätöksiä, jotka eivät terveyden kannalta ole optimaalisia, mutta näin ei saisi tapahtua siksi, että päättäjien käytettävissä ei ole oikeaa tietoa.

Arvioinnissa menetelmäongelmia

Kemikaalien arvioinnissa toksikologisen ja epidemiologisen tiedon pohjalla on metodisia ongelmia. Yksilötason riskien takia on lähdetty siitä, että jos tieto on epävarmaa, on oltava erityisen varovainen. Tämä kärjistyy ns. varovaisuusperiaatteessa: jos ei ole selkeää tietoa, lähdetään siitä, että riski on olemassa. Tämä voi yksittäistapauksessa pitää paikkansa, mutta yleistettynä todennäköisesti ei. Sen ongelma on, että se vähentää hyvin tunnettujen riskiestimaattien painoarvoa ja suurentaa tuntemattomien ja todennäköisyydeltään vaihtelevien riskiestimaattien painoarvoa. Mitä huonompi tieto riskistä on, sitä suuremmalta se näyttää, ja

mitä varmempi riski on, sitä vähemmän se korostuu.

Toksikologisen tiedon pohjalta tehdyt riskinarvioinnit ovat erityisen ongelmallisia. Niissä joudutaan useimmiten perustamaan arvio ekstrapolaatioon, joka tarkoittaa ihmisen riskin arvioimista eläinlajin perusteella, ja/tai pienien altistusten aiheuttamien pienien riskien suuruuden arvioimista suurilla annoksilla tehtyjen kokeiden tai kokemusten perusteella. Vielä vaikeampaa on saada tietoa riskin suuruudesta *in vitro* -tutkimusten perusteella. Toisaalta ei ole mahdollista perustaa arviointia pelkästään epidemiologiseen tietoon, joka on epäherkkää ja vaikutukset tulevat ilmi usein vasta vuosien kuluessa. Joku onkin letkauttanut, että epidemiologi tutkii oikeita asioita, mutta tekee sen huonosti, toksikologi tutkii vääriä asioita, mutta tekee sen hyvin.

Paras arvio pohjaksi, ei maksimaalinen riski

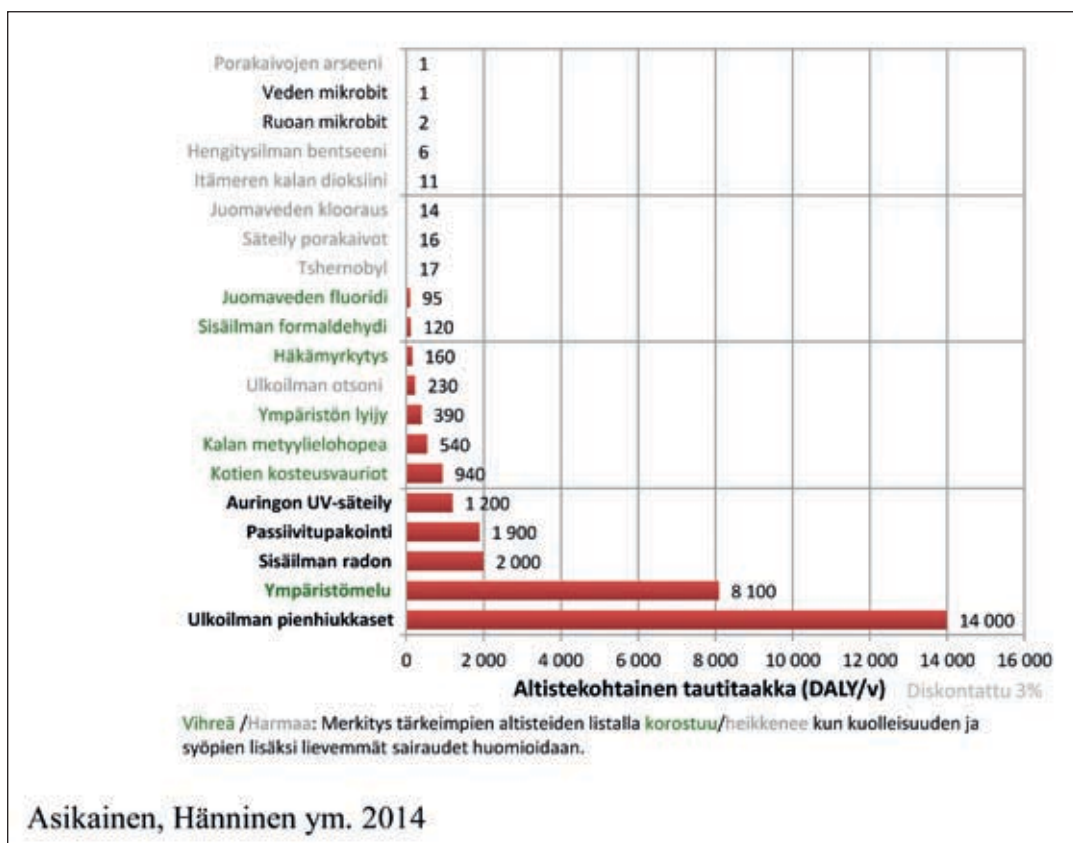
Mielestäni yksi ongelma toksikologisessa riskinarvioinnissa on riskin maksimointi. Kun kaikissa tuloksissa on hajonta, on tullut tavaksi ilmoittaa varmuuden vuoksi hajonnan yläraja, useimmiten 97,5 %:n luottamusraja. Toisin sanoen on 97,5 %:n todennäköisyys, että riski ei ole ainakaan suurempi kuin arvio. Toiseksi annosekstrapolaatioissa käytetään pessimistisiä arvioita, esimerkiksi lineaarista ekstrapolaatiota syöpäriskistä. Tällöin ei ainakaan väheksytä riskiä, mutta samalla otetaan arviointiin mukaan sisäisiä turvallisuusmarginaaleja. Tästä aiheutuu se, että lopputuloksesta ei enää käy ilmi useiden sisäisten turvallisuusolettamusten jälkeen, mikä on todennäköisin riskiestimaatti, tiedetään vain maksimaalinen riskiestimaatti. Olisi järkevämpää laskea ensin alusta loppuun todennäköisin riski ja sitten asettaa halutut turvallisuusmarginaalit. Turvallisuusmarginaalin asettaminen kuuluu muutoinkin paremmin luonteeltaan riskin hallintavaiheeseen eikä riskin arviointiin, jossa pitäisi hakea todennäköisintä totuutta.

Riskin maksimoinnista seuraa kaksi suurta ongelmaa. Ensiksikään ei voida vertailla keskenään eri tavoilla arvioitujen riskien keskinäistä suuruutta, esimerkiksi väestötutkimuksista arvioidun pienhiukkasten riskin suhtautumista eläinkokeiden perusteella arvioidun kemikaalin riskiin. Toiseksi tämä hämärtää yleisön käsityksiä riskeistä ja tekee riskeistä tiedottamisen erittäin haasteelliseksi. Äskettäinen esimerkki on suomalaisesta kyselytutkimuksesta, jossa vastaajat arvioivat puunpolton hiukkaspäästöjen riskit erittäin pieniksi ja elintarvikkeiden lisäaineiden riskit kaikkein suurimmiksi (Ung-Lanki & Lanki 2013). Näin pahat harhakäsitykset yleisön mielipiteissä ovat selvästi vaarallisia ja es-

tävät järkevää päätöksentekoa turvallisuuden parantamiseksi.

Parempi kokonaiskuva riskeistä tarvitaan

Riskinarvioinnin menetelmissä on siis runsaasti parantamisen varaa, ja jotkut kansainväliset työryhmät ovat pikemminkin sekoittaneet asiaa kuin selvittäneet. Tutkijoilla on taipumusta varmistaa oma selustaansa, niin ettei ainakaan väheksy riskejä. Tämä johtaa useimmissa arviointiharjoituksissa pikemmin menetelmien edelleen tiukentamiseen kuin niiden saamiseen mahdollisimman totuudenmukaisiksi.



Kuva 2. Ympäristön terveyteen vaikuttavien tekijöiden arviointia Suomessa DALY-periaatetta hyödyntäen (Asikainen ym 2014).

Näiden ongelmien takia tarvitaan välttämättä menetelmiä, joilla voidaan verrata riskien suuruutta keskenään, ei niinkään määrittää absoluuttista riskitasoa. Jos osoittautuu, että kymmenen suurimman riskin vähentäminen realistisella määrällä, esimerkiksi 10–50 prosentilla, merkitsee enemmän kuin kaikki niitä pienemmät riskit yhteensä, päätöksentekijän on helppompaa toimia rationaalisesti ja myös viestittää päätöksensä ymmärrettävästi. Tämä ei tarkoita sitä, ettei pienempiäkin riskejä kannattaisi vähentää silloin kuin voidaan, mutta tarvitaan työkaluja rajallisten resurssien suuntaamiseksi mahdollisimman hyvin. Pieniltä näyttäviäkään riskejä ei voi jättää tutkimatta, koska joskus – tosin vain joskus – niidenkin joukossa jokin osoittautuu odottamattoman suureksi. Mutta ei kannata ryynnätä heti säätelämään heikoilla tiedoilla.

Populaatiotason uudehkona työkaluna on erityisesti C.J.L. Murrayn lanseeraama DALY (Disability Adjusted Life Years) (Murray ym. 2012). Se perustuu ennenaikaisen kuoleman tai sairauksien tai invaliditeetin aiheuttamaan vähennykseen terveissä elinvuosissa ja sitä voidaan periaatteessa käyttää yleistyökaluna väestötason eri tekijöiden aiheuttamien terveysriskien arvottamisessa. Työkalu on karkea ja sen arviot ovat vain niin hyviä kuin taustana oleva tieteellinen tieto, mutta se on lyhyessä ajassa osoittanut makrotasolla käyttökelpoisuutensa. Hallinnollisesti se lienee varsin hyödyllinen, koska sen avulla voi lyhyesti kuvata hyvin erilaisia riskejä ja verrata niitä karkeasti keskenään. Tätä on äskettäin käytetty Suomessa ympäristön terveysriskien keskinäiseen vertailuun (Kuva 2, Asikainen ym. 2013).

Viitteet

Asikainen, A., Hänninen, O., Pekkanen, J. (2013). Ympäristöaltisteisiin liittyvä tautitaakka Suomessa. *Ympäristö ja Terveys* 5/2013:68–74.

Belzer, R.B. (1994). Risk Assessment and Benefit-Cost Analysis in U.S. Risk Management Decision Making in Risk Management 1992: An International Conference, London: UK Health and Safety Executive (Viitattu Berry, C. (1996). Risks, costs, choice and rationality. *Proc. Roy. Inst. Great Britain*, vol. 67:125–142).

Murray, C.J.L. (1994) Quantifying the burden of disease: the technical basis for disability-adjusted life years, *WHO Bulletin* 72:428–445.

Murray, C.J.L. ym. (2012). Disability-adjusted life years for 291 diseases and injuries in 21 regions 1990–2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet* 380:2197–2223.

Travis, C.C., Hattmer-Frey H.H. (1988). Determining an acceptable level of risk. *Environ. Sci. Technol.* 22:873–876.

Tuomisto, J. (2014). Mutu. Terveellisiä pakinoita hengenvaarallisesta mutusta. http://fi.opasnet.org/fi_wiki/images/e/ed/Mutu.pdf

Tuomisto, J.T., Tuomisto, J., Tainio, M., Niitynen, M., Verkasalo, P., Vartiainen, T., Kiviranta, H., Pekkanen, J. (2004). Risk-benefit analysis of eating farmed salmon. *Science* 305:476.

Ung-Lanki, S., Lanki, T. (2013). Elinympäristöstä aiheutuviin terveysriskeihin suhtautuminen Suomessa. *Yhdyskuntasuunnittelu* 51:10–28.

Watkiss, P., Pye S., Holland M. (2005). Baseline Scenarios for Service Contract for carrying out costbenefit analysis of air quality related issues, in particular in the clean air for Europe (CAFE) programme. AEAT/ED51014/ Baseline Issue 5. ■