

2. MITEN VOIMME ARVIODA YMPÄRISTÖKYSYMYSTEN SUURUUSLUOKKIA?

Ympäristökysymysten konkretisointi ja suuruusluokkien karkea hahmottaminen ei aina ole vaikeata. Meillä on raivattu pellot, rakennettu liikenneverkko ja kaupungit sekä perustettu tuotannollinen infrastruktuuri pääosin 1900-luvulla. Tästä saa perspektiiviä tarkasteluun. Päästöjä voi verrata päästöjen kokonaiskehitykseen Suomessa ja muualla. Riskejäkin voi hahmottaa vuosikymmenten saatossa meillä ja muualla kertyneiden kokemusten perusteella. Minkälaisia ympäristövaikutuksia on havaittu?

Kesäkuussa 2003 UPM-Kymmenen Kaukaan tehtaalta tapahtunut runsaasti julkista huomiota saanut jätevesipäästö on hyvä esimerkki. Tarkkaavainen lukija saattoi lehdistössä esitetyistä kartoista selvittää halutessaan, että päästön voimakkaiden vesistövaikutusten alue oli muutamien neliökilometrien luokkaa. Samanaikaisesti lehdistössä esitettiin karttoja Suomenlahden sinileväautoista, joiden laajuus oli tuhannen neliökilometrin suuruusluokkaa.

Kaukaalla runsaan viikon aikana tapahtuneen hallitsemattoman päästön suuruus oli hapenkulutuksena (kemiallinen hapenkulutus COD + biologinen hapenkulutus BOD) mitattuna noin 3 400 tonnia, mikä on 1.7 prosenttia Suomen vuotuisesta tilastoidusta hapenkulutuspäästöstä. Vuorokausimaksimi oli 560 tonnia ja kesäkuun vuorokausikeski-arvoksi tuli 90 tonnia. Lupaehdossa on kuukauden vuorokausikeskiarvon maksimiksi asetettu 75 tonnia.

Pitkäaikaistilastojen tarkastelu ja asiantuntijahaastattelu paljastaa, että vielä 1980-luvulla Suomen jätevesipäästöt olivat hapenkulutuksella mitaten noin kymmenkertaiset nykytilanteeseen verrattuna. Tämä tarkoittaa sitä, että useiden metsäteollisuuslaitosten vuorokausipäästöt olivat vuosikymmenten ajan yhtä suuria kuin Kaukaan tehtaan päästöt kyseisessä runsaan viikon kestäneessä poikkeustilanteessa. Moni muistaa, että vesi oli tehtaiden ympäristössä nykyistä likaisempaa, vaahtosi ja haisi. Kaloissakin oli sivumakua. Tilanne oli monella muotoa epämiellyttävä, mutta ei sitä silloin katastrofaalisena pidetty.

Tilastot ovat erinomainen lähtökohta ympäristökysymysten suuruusluokkien hahmottamiseen. Ongelmana on se, että tietoa on helppo manipuloida tilastoja hyväksi käyttäen. Esimerkiksi Worldwatch-instituutin raporteista piiryy aivan erilainen kuva maapallon ympäristön tilasta kuin Bjorn Lomborgin kirjasta ”The skeptical environmentalist” /29/. Eräs tapa tämän ongelman hallitsemiseksi on tarkastella eri näkökulmista koottua informaatiota rinnan. Työlämpi, mutta parempi tapa on mennä tilastotiedon lähteille ja muodostaa kuva oman analyysin perusteella.

Ruoppaustoiminta ympäristön pilaajana – härkänen vai karpänen?

Useimmilla meistä on mielikuva ruoppauksesta. Merenpohjaa myllerretään ja vesi samenee. Jos ruopattava materiaali on mutaa, vesi voi myös hiukan haiskahtaa. Lehtiotsikot ruoppausmassan haitta-aineiden pitoisuuksista, meriekosysteemiin kohdistuvasta uhasta ja tributyyliin terveysvaikutuksista ovat vahvistaneet mielikuvaa saastaisesta toiminnasta ja merkittävästä ympäristöongelmasta. Mutta onko mielikuva oikea?

Ruoppaustoiminta on maansiirtotyötä meriympäristössä. Siihen liittyviä suuruusluokkakysymyksiä on selvitetty Liikenneministeriön, Merenkululaitoksen ja Suomen pääsatamien projektissa ”Satamien ja väylähankkeiden vaikutukset ja lupaprosessit” /10/. Yleisesti ruoppaustoiminnan vaikutuksista kirjattiin seuraavaa:

- Ulkomaankaupan satama- ja väylähankkeisiin liittyvä ruoppaustoiminta koskettaa marginaalisen pientä osaa merenpohjasta (vuosittain noin yhtä tai muutamaa neliökilometriä Suomen 53 000 km² laajuisesta merialueesta).
- Ruopattaessa materiaalista suspendoituu veteen tyypillisesti 1 - 5 % sen karkeudesta ja menetelmästä riippuen. Tämäkin osa sedimentoituu pääosin kohteen läheisyyteen.
- Kun ruoppausmassaa läjitetään veteen, siitä suspendoituu karkeudesta riippuen tyypillisesti 1 - 5 %. Tämäkin osa sedimentoituu pääosin läjitysalueelle. Pieni osa kulkeutuu kauemmas, mutta näkyvät samennemavaikutukset häviävät meriveden luontaiseen sameuteen tyypillisesti muutaman sadan metrin etäisyydellä läjityskohteesta.
- Alueellisesti ruoppausmassojen läjitykseen liittyvällä suspensiolla ei ole merkitystä. Esimerkiksi Airistolla ruoppausten vaikutus vesimassan keskimääräisen kiintoainepitoisuuteen ruoppauskauden aikana on promillen luokkaa.
- Pehmeät ruoppausmassat läjitetään sedimentaatiopohjille, joilla ei tapahdu eroosiota.
- Ruoppaustoiminnassa ei tuoda mereen haitta-aineita. Siinä pölläytetään vuosittain ehkä yhtä sadastuhannesosaa suomalaisten mereen toimittamista ja sedimentoituneista haitta-aineista.
- Sedimentin haitta-aineen ylemmällä raja-arvopitoisuudella haetaan tasoa, jonka vaikutus ekosysteemiin on 5 %. Jos siis järvenpohja on kokonaan tällaisen sedimentin peitossa, 95 % ekosysteemistä on turvassa. Merellä vaikutukset voivat olla pienempiä muun muassa virtausten takia.
- Ruoppaustoiminnassa suspendoituvan hienoaineksen haitta-ainepitoisuudet eivät Suomessa yleensä poikkea merkittävästi vedessä luontaisesti kelluvan kiintoaineksen pitoisuuksista.

Yksittäisen vesirakennushankkeen suuruusluokkia voi hahmottaa kuvan 2.1. pohjalta.

Julkisessa keskustelussa on käsitelty paljon ruopattavien sedimenttien haitta-ainepitoisuuksia. Yleensä huomio on kiinnittynyt laajemman näyttemateriaalin yksittäistä osanäytettä koskevaan maksimipitoisuuteen. Tätä on sitten verrattu kyseisen haitta-aineen epäviralliseen ohje- tai raja-arvoon sedimentissä.

Pintasedimenteissä on haitta-aineita taustapitoisuudet ylittävinä pitoisuuksina kaikkialla inhimillisen toiminnan vaikutuspiirissä. Paikallisesti muutaman senttimetrin paksuisen pintasedimentin näytteen yksittäiset pitoisuusarvot voivat olla huomattavan korkeita.

Korkeita pitoisuuksia voi esiintyä myös luonnonvaraisesti. Esimerkiksi Tornion edustan merialueella pintasedimenttien kromipitoisuudet ovat 88 – 6700 mg/kg kuiva-ainetta. Kromi tulee alueelle Kemi- ja Tornionjokien mukana lähinnä rapautumisen seurauksena. Suomen ympäristökeskuksen laatimassa sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohjeessa /78/ kromin alempi raja-arvo (ohje-arvo) on 65 mg/kg ja ylempi raja-arvo 270 mg/kg. Tornion edustan merialueella ei ole havaittu vaurioita ekosysteemissä /77/.

Ajatellaan nyt, että sedimenttiä ryhdytään ruoppaamaan. Kun sitä nostetaan esimerkiksi kuokalla metrin kerroksena proomuun, konsentraatioerot tasoittuvat. Kun sitä läjitetään proomusta pohjaan, konsentraatioerot tasoittuvat lisää. Kun vielä pintakerrokset kuoritaan usein ensin sekä ruopattavalla alueella että läjitysalueella, biologisesti aktiivinen pintakerros muodostuu neitseellisestä ruoppausmassasta. Toisin sanoen pohja puhdistuu sekä ruopattavalla alueella että läjitysalueella (kuva 2.2).

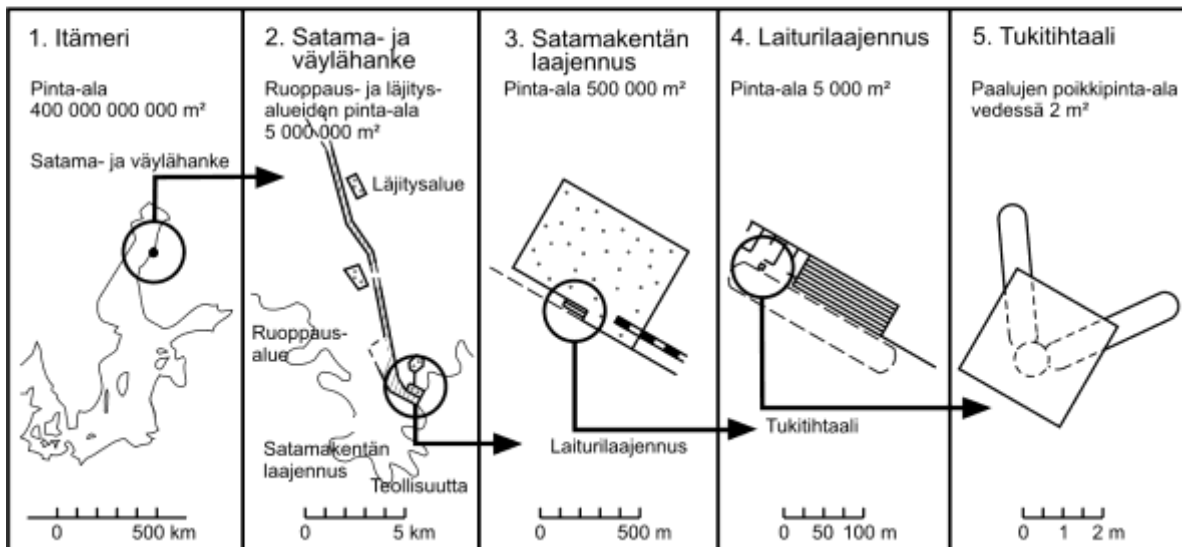
Investointi Vähäinen < 0,1 milj. euroa Erittäin pieni 0,1 - 1 milj. euroa Pieni 1 - 10 milj. euroa Keskikokoinen 10 - 100 milj. euroa Suuri 100 - 1000 milj. euroa Erittäin suuri > 1000 milj. euroa		Massamäärä Vähäinen <1 000 m ³ Erittäin pieni 1 000 - 10 000 m ³ Pieni 10 000 - 100 000 m ³ Keskikokoinen 100 000 - 1 000 000 m ³ Suuri 1 000 000 - 10 000 000 m ³ Erittäin suuri >10 000 000 m ³	
Täyttö- tai leikkausalue pohjassa Vähäinen < 0,1 ha Erittäin pieni 0,1 - 1 ha Pieni 1 - 10 ha Keskikokoinen 10 - 100 ha Suuri 100 - 1000 ha Erittäin suuri >1000 ha		Vaikutusaika Hetkellinen < 1 vrk. Lyhytaikainen 1 vrk - 1 kk Tyypillinen 1 kk - 1 v Keskipitkäaikainen 1 v - 10 v Pitkäaikainen 10 v - 100 v Erittäin pitkäaikainen >100 v	
Samenema, sedimentoituminen Ei havaittavaa Ympäristön vaihtelurajoissa 10 x normaali 100 x normaali 1000 x normaali	Virtausnopeudet Erittäin heikot, alle 0,2 m/s Heikot, 0,2 - 0,5 m/s Kohtalaiset 0,5 - 1,0 m/s Kovat 1,0 - 3,0 m/s Erittäin kovat, yli 3,0 m/s	Erosio läjitysalueilla Ei havaittavaa Ympäristön vaihtelurajoissa Toista suuruusluokkaa kuin ympäristössä Massaa liikkeelle merkittävä määrä Valtaosa läjitetystä massasta liikkeelle	

Ruopattavan ja läjitettävän massan keskimääräinen haitta-ainepitoisuus

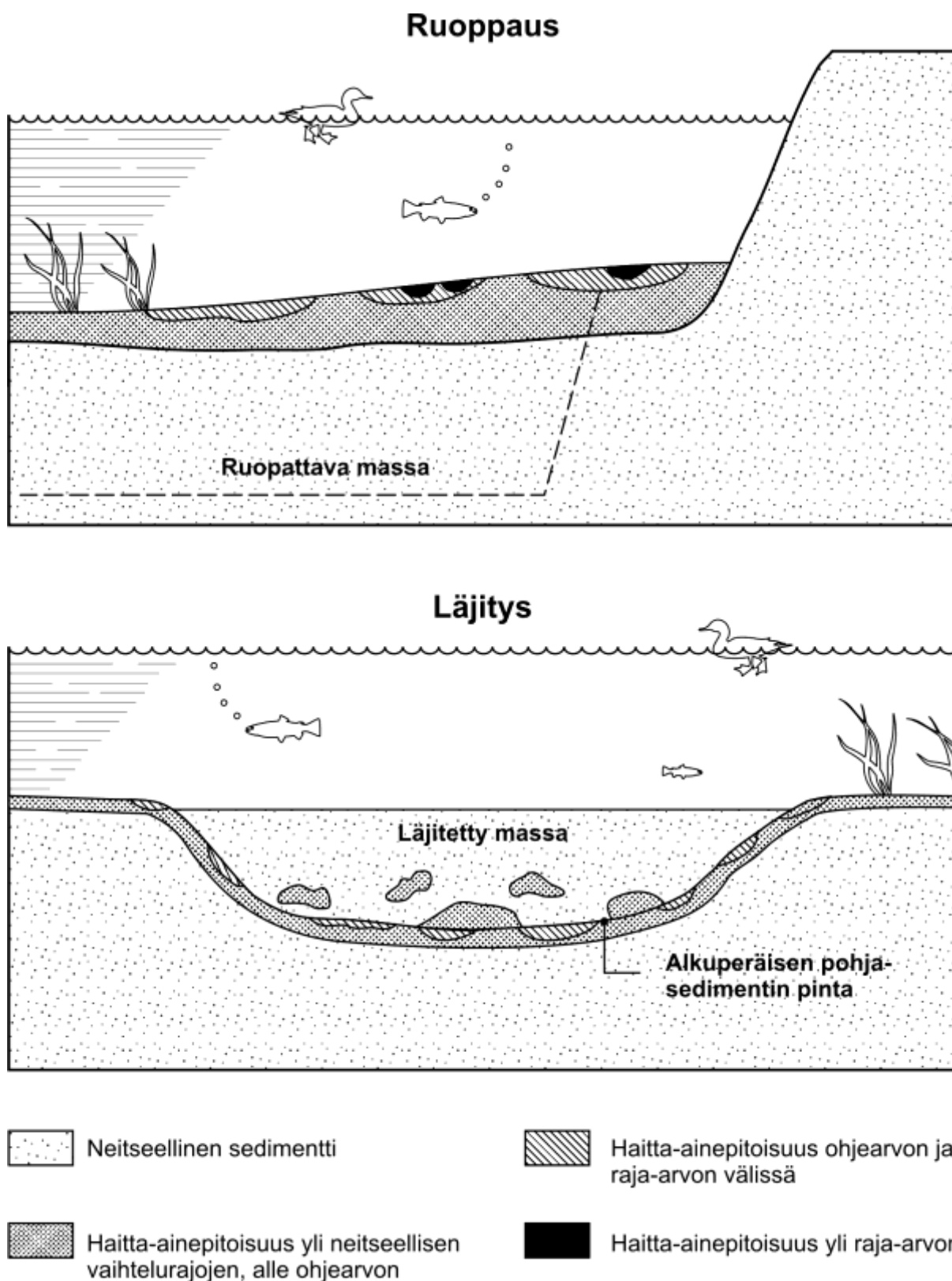
- Vähäinen (alle ohjearvon tai läjitysalueen taustapitoisuuden)
- Kohtalainen (yli ohjearvon, mutta läjitysalueen taustapitoisuuden luokkaa)
- Likaantunut (alle raja-arvon, mutta selvästi yli läjitysalueen taustapitoisuuden)
- Saastunut (yli raja-arvon)
- Raskaasti saastunut (ylittää raja-arvon kertaluokalla)
- Erittäin raskaasti saastunut (ylittää raja-arvon kahdella kertaluokalla)

Ekosysteemin luonne

- Vähämerkityksellinen (satama- tai väyläalueen pohja, läjitysalue, köyhä tai pilaantunut pohja)
- Tavanomainen
- Merkityksellinen (kutualue, kalojen vaellusreitti tms.)
- Varsin merkityksellinen (suojelualue)
- Erittäin merkityksellinen (ekosysteemin tai biodiversiteetin kannalta avainasemassa oleva alue)



Kuva 2.1. Suuruusluokkia kansainvälisessä vesirakentamisessa /10/.



Kuva 2.2. Ruoppausoperaation vaikutus pohjan biologisesti aktiivisen pintakerroksen haitta-ainepitoisuuksiin ruoppausalueella ja läjitysalueella.

Ruoppaustoimintaan liittyy aina myös suspensiota. Tosin joet, myrskyaallot ja virtaukset ovat suspension tuottajina ja pintasedimenttien pölyttäjinä aivan toista suuruusluokkaa kuin ruoppaustoiminta. Ruoppausmenetelmästä, läjitystavasta ja massan karkeudesta riippuen yleensä 2–10 % massasta suspendoituu. Tässäkään yksittäisillä haitta-aineiden pitoisuusarvoilla ei ole merkitystä. Ekosysteemi näkee pitoisuusarvon, joka on lähellä ruopattavan massan keskipitoisuutta.

Suomen meriolosuhteissa valtaosa suspendoituvasta massasta sedimentoituu muun muassa suolan laskeutumista tehostavasta vaikutuksesta johtuen kohteen välittömään läheisyyteen tyypillisesti noin sadan metrin säteelle. Suspensio häviää taustasameuteen virtausnopeudesta riippuen tyypillisesti muutaman sadan metrin päässä kohteesta /9/.

Vuosaaren satamahanke on ollut ruoppaushankkeena telakkamontun sedimenttien korkeiden tributyyliinapitoisuuksien takia poikkeuksellinen ääritapaus. Yksittäisistä näytteistä mitatut tributyyliinapitoisuudet ovat ylittäneet Ympäristöhallinnon ylemmäksi raja-arvoksi määrittelämän tason kahdella kertaluokalla. Vuosaaren kaloista mitatut tributyyliinapitoisuudet ja niiden terveysvaikutukset nousivat julkisen keskustelun kohteeksi.

Ruoppaus toteutettiin ympäristöhallinnon vaatimuksesta suojaverhon takana ja tributyyliinapitoiset massat haudattiin satamakentän alle. Miten olisi käynyt, jos ruoppaushanke olisi toteutettu aivan tavanomaisena kuokkaruoppauksena ja meriläjityksenä? Tapaus on analysoitu liitteessä 2.

Analyysin tulos on monivuotiseen kokuun nähden tyrmistyttävä. Se voidaan tiivistää seuraavasti:

- Hollantilaisten tutkimusten mukaan yksi perinteinen valtamerirahtilaiva päästää 0.2 kg tributyyliinainaa päivässä. Suomen satamissa on käynyt tuhansia tällaisia aluksia vuodessa, eikä kukaan ole havainnut mitään ympäristöongelmaa. Ympäristöministeri Enestam on eduskunnassa arvioinut Suomen tributyyliinapäästökseksi 70- ja 80-luvuilla 20 tonnia vuodessa ja päästön puolittuneen vuoteen 2004 mennessä /8/.
- Vuosaaren ruoppausmassassa oli 100 kg tributyyliinainaa. Tavanomaisessa ruoppausoperaatiossa olisi tästä pölyttänyt meressä 10 %. Määrä vastaa yhden perinteisen valtamerirahtilaivan päästöä sen ollessa vajaan 2 kuukautta täysin laillisesti ankkuroituna esimerkiksi Vuosaaren selällä ruoppausoperaation aikana.
- Mereen ei olisi ruoppausoperaatiossa tuotu yhtään uutta tributyyliinainaa. Lähes kaikki tributyyliinainaa olisi ruoppauksen seurauksena hautautunut merellä olevan läjitysalueen uumeniin, jossa se olisi ajan myötä hajonnut. Pohja olisi puhdistunut sekä ruopattavalla alueella että läjitysalueella.
- Vuosaaren kaloissa on ollut organotinoja keskimäärin 20–50 mikrogrammaa/kg. Euroopan elintarviketurvallisuusviranomaisen EFSA on arvioinut, että ihminen voi ilman terveysriskiä saada organotinoja keskimäärin 0.25 mikrogrammaa päivässä painokiloa kohti varmuuskertoimella sata /46/. Tämä tarkoittaa sitä, että jos hento nainen söisi Vuosaaren kalaa 400 grammaa päivässä, terveysriski on pienempi kuin jos hän joisi lasin viiniä kerran kuussa.

Pintasedimentit voivat olla jossain määrin likaantuneita inhimillisen toiminnan piirissä myös Suomessa. Ruoppaustoiminta ei kuitenkaan pilaa ympäristöä. Pohjaa voidaan päinvastoin puhdistaa ruoppaamalla. Mitättömästä karpäsestä on siis tekemällä tehty mahtava härkänen.

Muutokset luonnon rikkaudessa ja monimuotoisuudessa

Tuttuihin asioihin, tilastoihin ja kansainväliseen vertailuun perustuva lähestymistapa auttaa ympäristökysymysten hahmottamisessa, mutta erityyppisten kysymysten keskinäinen vertailu on edelleen hankalaa. Edellä esitetystä ei voi vielä vetää johtopäätöksiä esimerkiksi sen suhteen, oliko Kaukaan jätevesipäästö haitallisempi vai vähemmän haitallinen ympäristön kannalta kuin vaikkapa metsätilan hoito, öljyonnettomuus tai kaatopaikka elinkaarensa aikana.

Asiaa voi lähestyä tarkastelemalla ympäristövaikutuksia muutoksina luonnon rikkaudessa ja monimuotoisuudessa. Relevantteja parametreja ovat muutoksen suhteellinen suuruus, vaikutusalueen laajuus ja vaikutusaika. Yksinkertaisimmillaan määritelmä on seuraava:

Määritelmä: Ilmiön, toimenpiteen tai toiminnan ympäristövaikutusta voidaan mitata kertomalla vaikutuksen suhteellinen voimakkuus, vaikutusala ja vaikutusaika keskenään. Vertailukelpoisuuden parantamiseksi mukaan voidaan ottaa myös vaikutusalueen luonnon merkitystä kuvaava painokerroin.

Lähestymistavan hyvä puoli on siinä, että jokainen kykenee itse tekemään arviolaskelmia pienen asiaan perehtymisen pohjalta. Monissa yrityksissä ja eräillä hallinnonaloilla tehdään päätöksenteon pohjaksi rutiininomaisesti tämän kaltaisia suuruusluokkalaskelmia monimutkaisten kysymysten tai riskien hahmottamiseksi.

Muutokset kuuluvat luontoon /20/. Elollinen luonto on jatkuvassa muutosprosessissa olosuhteiden vaihtelun, populaatiodynamiikan ja evoluution seurauksena.

Suomen vuotuinen keskilämpötila on jääkauden jälkeisenä aikana aaltoillut useita asteita ja esimerkiksi pähkinäpensaaseen levinneisyysraja on siirtynyt jopa tuhat kilometriä. Metsäpalot, myrskyt ja tulvat vaikuttavat lyhyellä aikavälillä usein varsin dramaattisesti paikalliseen ekosysteemiin. Myyrävuodet ja lajien yleistymisen toisten kustannuksella ovat osa luonnon dynamiikkaa.

Ajatus luonnon tasapainosta on siis itse asiassa illuusio. Luonto on jatkuvassa muutosprosessissa, joskin alueellisessa mittakaavassa ja keskipitkällä aikavälillä ekosysteemi voikin olla melko vakaa.

Asteroidien törmäykset maahan ja jääkaudet ovat esimerkkejä suurista muutoksista luonnon elinolosuhteissa maapallon 600 miljoonaa vuotta tunnetussa elollisessa historiassa. Suuri osa maanpäällisestä elämästä on tuhoutunut kaikkein dramaattisimmissa mullistuksissa. Luonnon rikkauden ja monimuotoisuuden palautuminen uudessa muodossa on kestänyt miljoonia vuosia.

Luonnolla on keinonsa sopeutua myös ihmisen aiheuttamiin ympäristömuutoksiin. Jos muutos on pieni, on vaikea sanoa, onko kokonaisvaikutus positiivinen vai negatiivinen. Suuri muutos sen sijaan johtaa yleensä ainakin lyhyellä aikavälillä luonnon rikkauden ja monimuotoisuuden heikkenemiseen.

Tyypillistä on muutoksen ympäristövaikutuksen epälineaarisuus (kuva 2.3). Pieni muutos voi heikentää jonkin lajiston elinolosuhteita, kun taas toisentyypisen lajiston elinehdot paranevat.

Muutoksen kasvaessa haitalliset vaikutukset alkavat ainakin lyhytaikaisesti dominoida. Jos muutos on suuri, luonnon sopeutumiskyky ylittyy. Yksittäisten lajien myötä voi sortua kokonaisia ekosysteemeitä. Vähitellen luonto löytää uuden tasapainon uuden ekosysteemin puitteissa.

Ilmiön, toimenpiteen tai toiminnan ympäristövaikutusta on hankala arvioida täsmällisesti. Teoriassa ekosysteemi voidaan jakaa osiin, esimerkiksi nisäkkäisiin, lintuihin, kaloihin, kasveihin, hyönteisiin jne. Luonnon rikkautta voi mitata kunkin ekosysteemin osan biomassalla ja monimuotoisuutta lajien lukumäärällä.

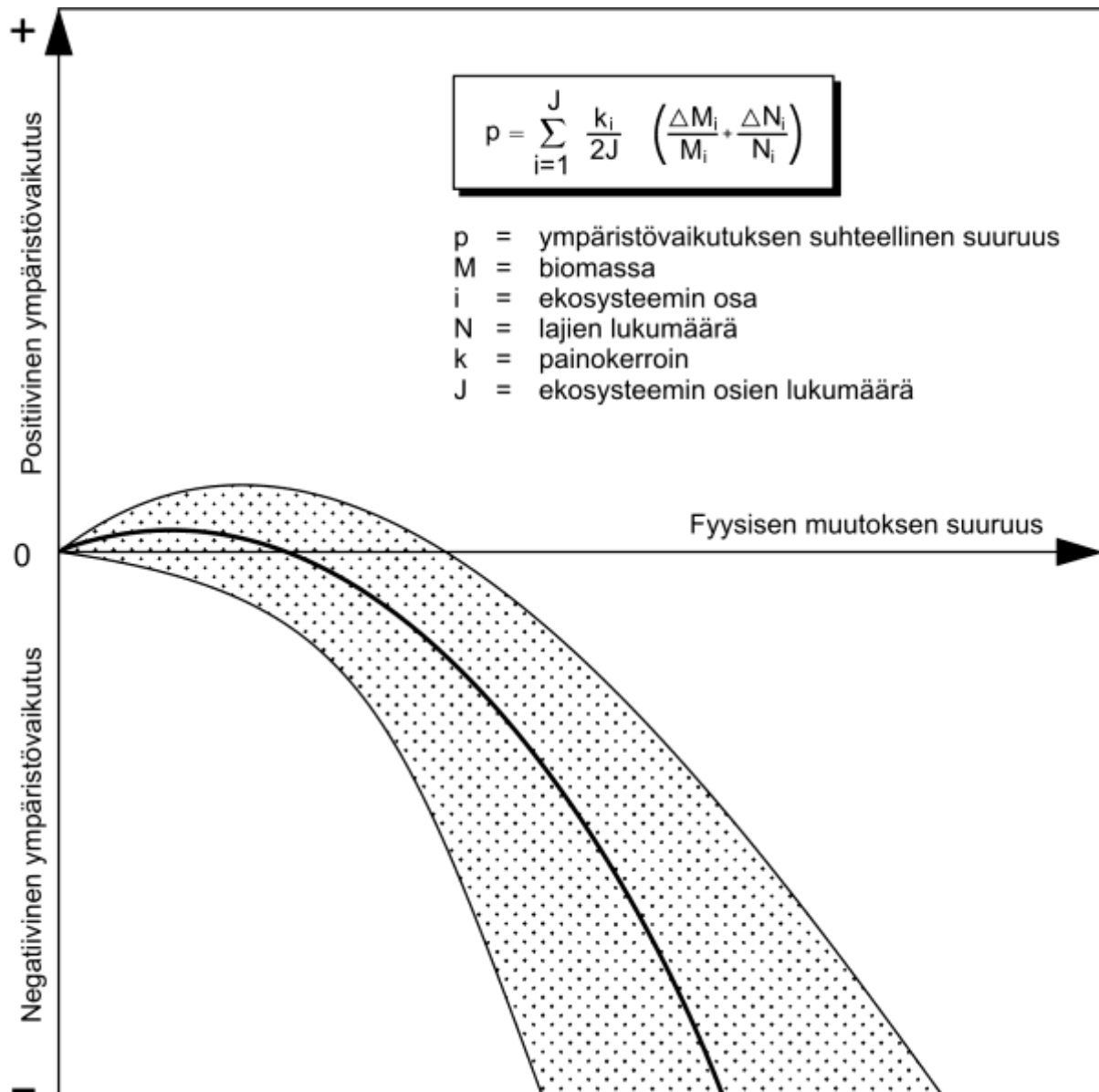
Ekosysteemin osiin voidaan liittää painokertoimia, jotta esimerkiksi jalokalamassaa ja lajistoa voidaan arvostaa eri tavalla kuin esimerkiksi särkikalomassaa ja lajistoa. Nyt ympäristövaikutuksen suuruutta voidaan arvioida vertaamalla luonnon rikkauden ja monimuotoisuuden muutosta alkuperäiseen tilanteeseen.

Käytännössä lähestymistapa on kuitenkin hankala ja sisältää joka tapauksessa arvostustekijöitä. Teoreettinen perusta on syytä pitää mielessä, mutta koska olemme kiinnostuneita suuruusluokista, emme tarvitse kovin yksityiskohtaista laskelmaa. Asioiden luonteen ymmärtäminen riittää suoraviivaisemman arvioinnin tekemiseen. Apuna voi käyttää erilaisia indikaattoreita, kuten Suomen ympäristökeskuksen ylläpitämää vesistöjen tilaluokitusta.

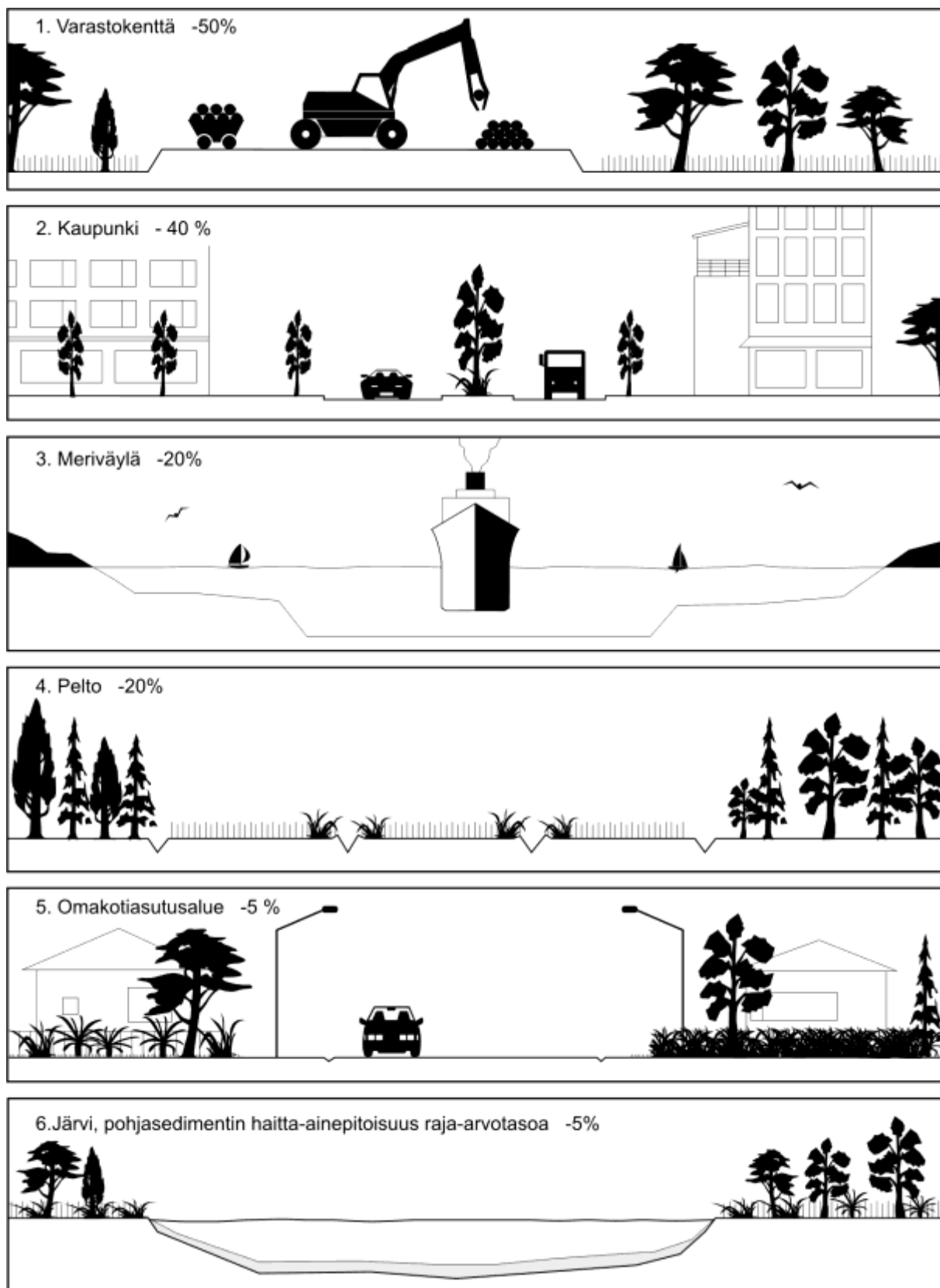
Kuvassa 2.4 on esitetty tyypillisiä suuruusluokka-arvioita erilaisten inhimillisten toimenpiteiden ympäristövaikutuksista. On esimerkiksi selvää, että jos metsää raivataan ja tilalle rakennetaan vaikkapa varastokenttä, luonto köyhtyy tältä osin. Toisaalta pääskysille jää tilaa pyydystä hyönteisiä.

Luonto köyhtyy myös esimerkiksi pellonraivauksen seurauksena. Se, kuinka suuresta suhteellisesta vaikutuksesta on kysymys, riippuu paikkakohtaisessa tarkastelussa alkuperäisestä tilanteesta. Toinen vaikuttava tekijä on kohteen ympäristö. Jos esimerkiksi yksipuolisen metsävaltaiselle alueelle raivataan pelto, se tuo alueen luonnon monimuotoisuuteen oman lisänsä.

Kaupunkien rakentaminen on merkinnyt tyypillisesti luonnon rikkauden ja monimuotoisuuden huomattavaa muutosta ja alueellista köyhtymistä. Sen sijaan pientaloalueella puutarhojen ja puistojen luonnon monimuotoisuuden tuoma lisä korvaa pitkälti teiden, kenttien ja rakennusten aiheuttamat menetykset.



Kuva 2.3. Ympäristövaikutuksen riippuvuus ulkoisen muutoksen suuruudesta.



Kuva 2.4. Arvioita ihmisen toiminnasta johtuvien ympäristövaikutusten suhteellisista voimakkuuksista.

Ilmiön, toimenpiteen tai toiminnan vaikutusala ei ole aina yksiselitteinen. Vaikutuksen voimakkuus on erisuuruinen primäärin vaikutusalueen eri osissa. Vaikutukset voivat heijastua primäärin vaikutusalueen ulkopuolelle. Erityyppisillä ulkoisilla tekijöillä saattaa olla yhteisvaikutuksia ympäristöön.

Esimerkiksi pelto vaikuttaa myös ympäröivän metsän ekosysteemiin, ja päinvastoin. Usein erityisesti siirtymävyöhyke tuo ekosysteemiin monimuotoisuutta. Suuruusluokkalaskelmissa vaikutusalueen jako voimakkaan ja heikomman ympäristövaikutuksen alueisiin parantaa arviolaskelman tarkkuutta.

Erialaisten ilmiöiden, onnettomuuksien ja toimenpiteiden vaikutusaika luonnossa vaihtelee suuresti. Luonnolla on keinonsa korjata suuriakin ympäristömuutoksia (esimerkiksi haitta-aineiden hajoaminen tai peittyminen sedimentoitumisen myötä) ja sopeutua niihin ekosysteemin muuttumisen kautta.

Erityyppisten ympäristövaikutusten luonnetta aikaperspektiivissä on havainnollistettu kuvassa 2.5. Kuvan tilanteessa a ympäristövaikutus kestää suurin piirtein fyysisen tapahtuman ajan. Tämän tyyppisiä vaikutuksia aiheuttavat tyypillisesti työnaikaiset häiriöt. Myös yksittäiset päästöt vesistöön tai ilmaan voivat olla luonteeltaan tämän kaltaisia.

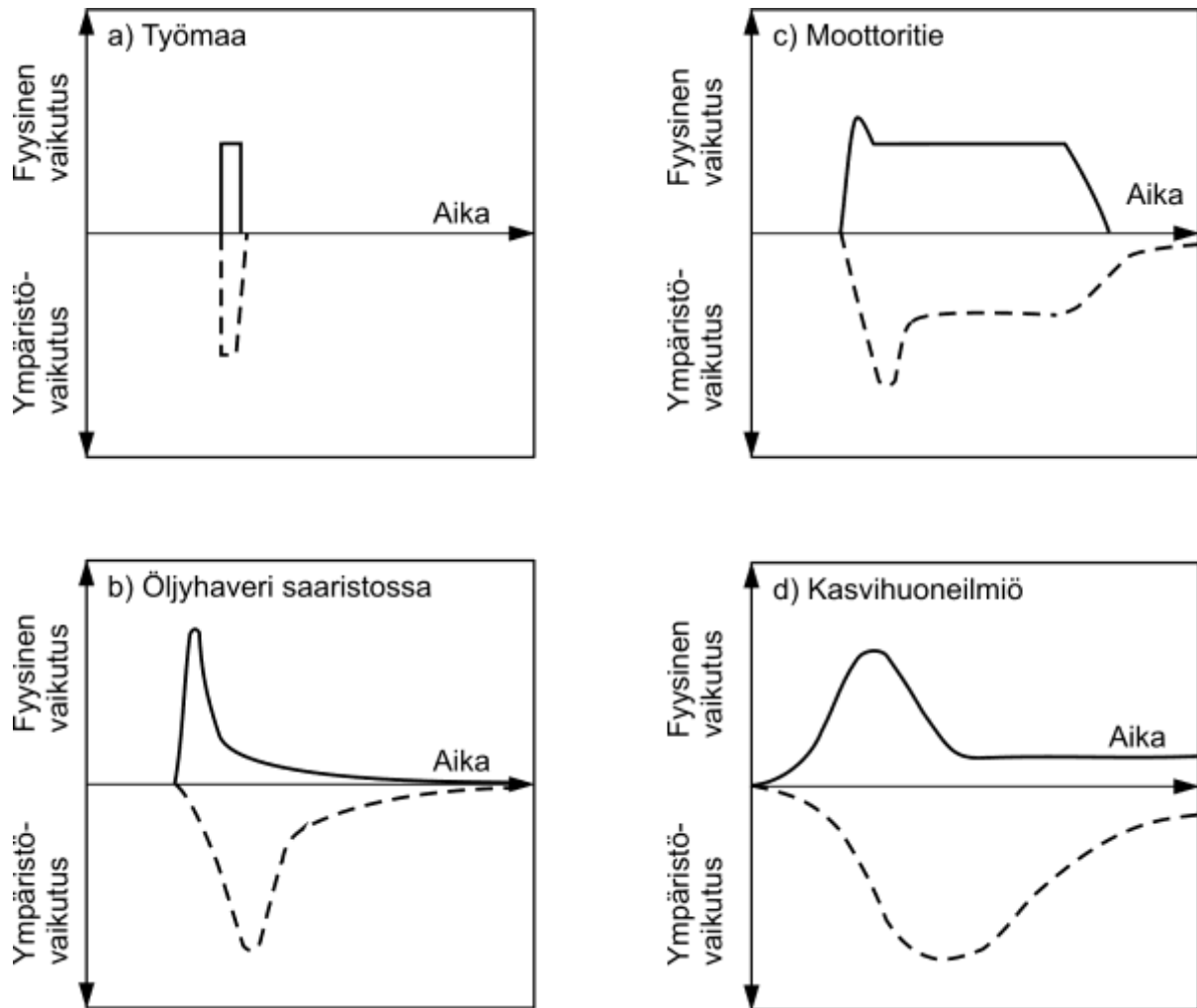
Kuvan tilanteessa b voi olla kysymys esimerkiksi suuresta öljyonnettomuudesta. Välitön vaikutus pilaa rantoja ja tappaa lintuja. Vaikutukset voivat kuitenkin kumuloitua paikallisessa ekosysteemissä ja heijastua lintujen muuton myötä Pohjanmerelle ja arktisille rannoille. Erityisesti paikallisen ekosysteemin toipuminen täysin ennalleen voi kestää pitkään.

Kuvan tilanteessa c on esitetty tyypillisen jalanjälkivaikutuksen elinkaari. Raivaus- ja rakennusvaihe on usein ympäristövaikutukseltaan suurempi kuin toimintavaihe. Toiminnan loputtua tapahtuu maisemoituminen, jonka seurauksena ympäristön tila voi jopa parantua alkuperäiseen verrattuna.

Kuvan tilanteessa d ympäristövaikutukset kumuloituvat ja jatkuvat korkealla tasolla vielä kauan sen jälkeen, kun fyysiset rasitustekijät ovat poistuneet. Esimerkkejä tämän tyyppisistä ilmiöistä ovat kasvihuoneilmiö ja rehevöityminen.

Eri alueet eivät välttämättä ole luonnon rikkauden ja monimuotoisuuden kannalta samanarvoisia. Esimerkiksi Amazonin sademetsää tai Turun Ruissaloa voidaan pitää pinta-alayksikköä kohden merkityksellisempänä kuin Saharan autiomaata tai Atlantin ulappaa. Jonkin alueen painoarvoa voi nostaa ainutlaatuinen ekosysteemi, uhanalainen lajisto tai toiminta ekosysteemin keskeisenä linkkipisteenä, esimerkiksi hanhien levähdyspaikkana tai kilpikonniin lisääntymisalueena.

Jos jonkin alueen painoarvoa nostetaan, tulee toisen alueen painoarvoa laskelmissa vastaavasti laskea. Näin saadaan tarkasteltavan alueen, esimerkiksi maapallon, ekvivalenttipinta-ala pysymään vakiona. Jos kertoimia käytetään, ne luonnollisesti valitaan kokonaisuutta silmällä pitäen, eikä niitä vaihdella tarkoitushakuisesti.



Kuva 2.5. Fyysisen vaikutuksen ja ympäristövaikutuksen aikariippuvuus eri tilanteissa.

Avoim ympäristövaikutusasteikko

Kuvassa 2.6 on ilmiöiden, toimenpiteiden ja toimintojen ympäristövaikutusarvioita sijoitettu eksponenttiasteikolle edellä määritellyllä tavalla. Kyseessä on siis eräänlainen ympäristövaikutusten Richterin asteikko. Kun tällaiselle asteikolle sijoittaa tuttujen asioiden seuraksi uusia asioita, niiden suhteellinen merkitys konkretisoituu.

Ympäristövaikutus kymmenkertaistuu jokaisella viivavälillä ja tuhatkertaistuu jokaisella pallukanvälillä. Jos perustaso olisi metri, yksi pallukanväli ylöspäin olisi siis kilometri. Kolme pallukanväliä olisi jo miljoona kilometriä eli karkeasti matka maasta kuuhun ja takaisin.

Lähestymistapaa on seuraavassa esimerkissä havainnollistettu tarkemmin ruoppausta koskevilla suuruusluokkalaskelmilla. Muiden kuvassa esitettyjen tapausten ympäristövaikutusten arviolaskelmat lyhyine perusteineen on esitetty liitteessä 3. Lukijaa kannustetaan laatimaan esimerkkilaskelmien rinnalle omia vertailevia arviolaskelmiaan.

Kuvasta nähdään, että tuttujen asioiden arvioiduissa ympäristövaikutuksissa on valtavia eroja. Fossiilisten polttoaineiden käyttöön liittyvät ympäristövaikutukset on arvioitu erittäin

suuriksi. Monien muiden julkisessa keskustelussa esiintyneiden asioiden, kuten jätehuollon, vaikutukset on taas arvioitu hyvin pieniksi.

YK:n ilmastopaneeli (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) on arvioinut, että maapallon keskilämpötila nousee 1.4 ... 5.8 astetta sadassa vuodessa, jos mitään ei tehdä kasvihuonekaasujen päästöjen hillitsemiseksi.

Lämpötilan nousun lisäksi ilmastonmuutoksen ennustetaan aiheuttavan myös muita muutoksia maapallon ilmastossa, kuten ääri-ilmiöiden voimistumista ja muutoksia sadannassa. Seurauksina on muun muassa ikeroudan ja jäätiköiden sulamista, meren pinnan korkeuden nousua ja alueellisia muutoksia ravinnontuotannon edellytyksissä. Kun esimerkiksi Suomen maapinta-ala on maannousun seurauksena ollut kasvussa, kehityssuunta voi ajan myötä muuttua voimakkaan ilmastonmuutoksen seurauksena. Asiaa on käsitelty lähemmin viitteessä /25/.

Arviolaskelman (liite 3) lähtökohdaksi on otettu skenaario, jossa maapallon keskilämpötila nousee 3 astetta. Tässä yhteydessä on tärkeää pitää mielessä, että ympäristötieteiden historiassa on paljon esimerkkejä teorioista, jotka ovat sopineet vallitsevaan yhteiskuntakehykseen ja joihin on uskottu lujasti, mutta jotka sittemmin ovat osoittautuneet vääriksi /4/. Maata on esimerkiksi pidetty maailmankaikkeuden keskipisteenä.

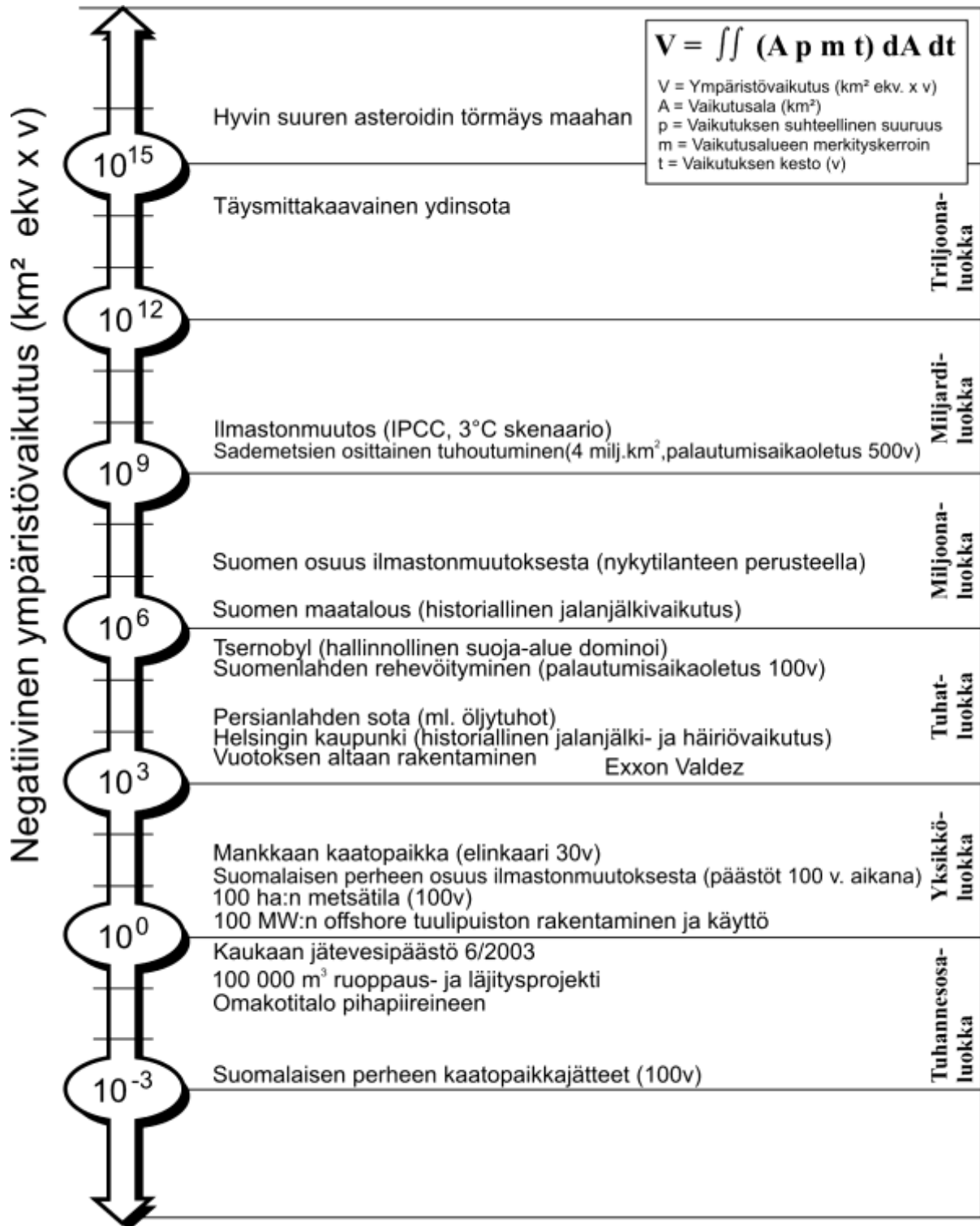
Monet arvostetut tiedemiehet ovat osoittaneet IPCC:n skenaarioiden perusteissa selviä virheitä. Toiset ovat arvioineet, että ihmisten aiheuttamien hiilidioksidipäästöjen vaikutus ilmastoon voi jäädä mitättömäksi, kun taas toiset ovat tuoneet esille riskejä, jotka toteutuessaan voivat horjuttaa maapallon ilmastoa ennustettua pahemmin.

Eri tieteenalojen tutkijat ovat erimielisiä, onko ilmastonmuutos ihmisen aiheuttama. Yhtä mieltä ollaan siitä, että ennusteisiin liittyy huomattavaa epävarmuutta.

Ihmisen toimet eivät ole aina pelkästään negatiivisia. Monissa tapauksissa toimista on osoitettavissa myös selviä ympäristöhyötyjä. Esimerkiksi investointiprojektit puhtaaseen energiaan voivat tuottaa paljon enemmän hyötyjä kuin haittaa.

Hyötylaskelmista on esitetty esimerkkejä liitteessä 4. Esimerkiksi Vuotoksen altaan positiiviset ympäristövaikutukset on arvioitu kertaluokkaa suuremmiksi kuin kuvan 2.6 negatiiviset ympäristövaikutukset. Tätä taustaa vasten korkeimman hallinto-oikeuden päätös tyrmätä allashanke on mielenkiintoinen.

Vuotoksen allashanke tuottaa puhdasta säästöenergiaa. Jos ilmastonmuutos etenee ennustetulla tavalla, ne luontoarvot tuhoutuvat, joita nyt halutaan Natura-hankkeella suojella.



Kuva 2.6. Suuruusluokka-arviota erilaisten ilmiöiden, toimenpiteitten ja onnettomuuksien ympäristövaikutuksista avoimella ympäristövaikutusasteikolla.

Esimerkki: 100 000 m³:n ruoppaus ja läjitysprojekti

Otetaan tarkastelun kohteeksi Suomen oloissa suurehko ruoppaus- ja läjitysprojekti, jossa ruopattava määrä on 100 000 m³ pääosin hienojakoista sedimenttiä. Massan keskimääräiset haitta-ainepitoisuudet ovat tyypillisesti pienempiä tai samaa suuruusluokkaa, kuin ruoppaus- ja läjitysalueiden pintasedimenttien ja vesimassassa kelluvan kiintoaineksen haitta-ainepitoisuudet.

Projektin jalanjälkiefektiksi oletetaan ruoppausalueella 6 ha ja läjitysalueella leviäminen huomioon ottaen 10 ha. Suhteelliseksi ympäristövaikutukseksi ruopattavalla ja läjitysalueella oletetaan aluksi 25 % (vesimassa, pohja ja ilma). Merkityskertoimeksi oletetaan vesialueelle tyypillinen 1.5. Pohjan ekologisen tilan oletetaan palautuvan lineaarisesti 2 vuodessa (palautuminen on aluksi nopeaa, mutta täysi palautuminen voi kestää kauemmin). Ympäristövaikutukseksi tulee jalanjälkiefektin osalta:

$$V = - (0.06 + 0.10) \text{ km}^2 \times 0.25 \times 1.5 \times 0.5 \times 2 \text{ v} = - 0.06 \text{ km}^2 \text{ ekv} \times \text{v}$$

Ruoppaus- ja läjitysopeeraatioon liittyvän samenenan ja häiriöefektin ympäristövaikutusalueeksi oletetaan ruoppausalueella 15 ha ja läjitysalueella 30 ha. Suhteelliseksi ympäristövaikutukseksi oletetaan 30 % (mm. kalojen karkottuminen, mikä tosin ilmenee lisääntyvänä määränä muualla). Merkityskertoimeksi otetaan 1.5 ja vaikutusajaksi operaation kesto 3 kuukautta.

Ympäristövaikutukseksi tulee samenenan ja häiriöefektin osalta:

$$V = - (0.15 + 0.30) \text{ km}^2 \times 0.3 \times 1.5 \times 0.25 \text{ v} = - 0.05 \text{ km}^2 \text{ ekv} \times \text{v}$$

Operaation kokonaisympäristövaikutusarvioksi tulee siten – 0.11 km² ekv x v. Haitta-aineiden osuus on tässä ympäristövaikutusarviossa vähäinen, ne saattavat jossain määrin tehostaa karkotusvaikutusta.

Inhimillisen toiminnan ympäristövaikutus

Yrityksen, organisaation tai vaikkapa kotitalouden normaalin päivittäisen toiminnan vuotuisia ympäristövaikutuksia on usein luontevaa arvioida ekvivalenttinelökilometrissä. Tämä on helppoa, kun vaikutukset ovat likimain lineaarisia. Ongelmaksi voi muodostua joiltakin osin kumulatiivisten vaikutusten ja epälineaarisuuksien käsittely. Asiassa voi harjoittaa samankaltaisia yksinkertaistuksia kuin ilmastonmuutosta koskevissa arviolaskelmissa liitteissä 3 ja 4.

Esimerkkinä on esitetty yhteenveto suurehkon lounaissuomalaisen sataman toiminnan ympäristö-vaikutuksista ja siihen liittyvän merenkulun ympäristövaikutuksista sataman alueella. Kyseinen satama oli joutunut raskaisiin lupaprosesseihin ja seurantaohjelmiin ruoppaustoimintansa takia. Satamien, merenkulun ja vesirakentamisen eri ympäristövaikutuksia on käsitelty seikkaperäisesti lähteessä /9/.

Esimerkki: Lounaissuomalaisen sataman ja siihen liittyvän merenkulkutoiminnan vuotuisten ympäristövaikutusten suuruusluokka-arvioita.

Sataman toiminta

Energiankulutuksen hiilidioksidipäästöt (maksimivaikutus)	- 3,6 km ² ekv
Satamakentät ja väyläalueet, jalanjälkivaikutus	- 2,0 km ² ekv
Ruoppaus- ja läjitystoiminta	- 0,1 km ² ekv

Sataman ja merenkulun yhteisvaikutukset

Laivojen vesihuolto ja jätevedet	- 0,2 km ² ekv
Laivojen jätetuolto	- 0,1 km ² ekv

Merenkulun ympäristövaikutukset sataman alueella

Hiilidioksidipäästöt (maksimivaikutus)	- 18 km ² ekv
Typpioksidi- ja rikkidioksidipäästöt	- 1,0 km ² ekv
Tributyylitinakuormitus (valtamerilaivoista, suomalaisissa epoksimaalit)	- 0,1 km ² ekv
Muut vaikutukset yhteensä (onnettomuusriski, aallot, eroosio jne.)	- 0,2 km ² ekv

Suuruusluokkavertailu (katso taulukko 2.1):

Sataman toiminnan ympäristövaikutus (1500 työpaikkaa)	- 0,004 km ² ekv/työpaikka
Suomen maatalous (50 000 työpaikkaa)	- 0,1 km ² ekv/työpaikka
Suomen metsätalous (50 000 työpaikkaa)	- 0,25 km ² ekv/työpaikka

Analyysin perusteella todettiin, että satama voi parhaiten ja kustannustehokkaimmin pienentää ympäristövaikutuksia panostamalla linjaliikenteen satamatoimintoihin. Jos linjalaivat kykenevät pitämään aiempaa paremmin aikataulunsa, polttoainetta säästyy merellä (laivan polttoaineen kulutus matkayksikköä kohti kasvaa 50 %, jos nopeus nostetaan suunnittelutasolta huipputasolle). Hiilidioksidipäästöt (myös rikki- ja typpioksidipäästöt) pienenevät.

Ympäristötase

Ympäristötaseella tarkoitetaan tässä alueen ympäristön rikkautta ja monimuotoisuutta verrattuna alkuperäiseen tilanteeseen. Vertailukohdaksi voi ottaa vaikkapa ennen teollistumista vallinneen tilanteen. On melko helppo tunnistaa tärkeimpiä ympäristön tilaan vaikuttavia ilmiöitä ja toimintoja. Vaikutusten laajuutta ja voimakkuutta sekä laajuuden ja voimakkuuden muuttumista voi arvioida edellä kehitetyillä menetelmillä.

Taulukossa 2.1 on arvioitu karkeasti Suomen ympäristötasetta ja sen muuttumista. Alueellisia merkityskertoimia ei ole käytetty. Arvion mukaan ympäristötase on lähellä alkuperäistä ja kehityssuunta tällä hetkellä positiivinen.

Laskelmien perusteella on mahdollista tehdä monenlaisia johtopäätöksiä. Metsänhoito, maatalous ja inhimillisen toiminnan aiheuttamat erilaiset häiriötekijät, ekosysteemien pirstaloituminen ja ihmisen aiheuttamat muutokset alueiden vesitaloudessa ovat merkittäviä tekijöitä. Tehdyt toimenpiteet ovat olleet yhteiskunnan kehityksen kannalta välttämättömiä ja tilanne on tältä osin melko vakiintunut.

Ympäristökonfliktien kohteena olevien uusien yhdyskuntien tai teiden ja väylien rakentamisen vaikutukset Suomen ympäristötaseeseen ovat vähäisiä. Jos jossakin ympäristötase heikkenee, toisaalla se taas vahvistuu muun muassa maaseudun autioitumisen ja rehevöitymisen kautta.

Julkisessa keskustelussa voimakkaasti esillä olleilla haitta-aineilla on arvion mukaan vähäinen vaikutus ympäristötaseeseen. Suurempi merkitys on ravinnepäästöillä veteen sekä rikki- ja typpipäästöillä ilmaan. Tältä osin vaikutus on tosin kaksijakoinen. Erityisesti maaympäristössä luonnon rikkauden voidaan ajatella lisääntyneen, kun ravinteita on paremmin saatavilla.

Prosessiteollisuuden vahingossa tapahtuneet päästöt ovat saaneet julkisessa keskustelussa paljon huomiota. Esimerkiksi Naantalin öljynjalostamon öljypäästöt tai Kaukaan tehtaiden jätevesipäästö ovat Suomen luvanvaraisten päästöjen vaikutusten rinnalla vähäisiä ja ympäristötaseen kannalta mitättömiä. Kysymys on paikallisten ihmisten kärsimästä haitasta ja teollisen toiminnan laadusta.

On mahdollista, että ilmastonmuutos näkyy Suomessa keskilämpötilojen nousuna. Talvet ovat olleet lauhoja ja lyhyitä noin 15 vuoden ajan. Luonnossa lämpimät vuodet näkyvät muun muassa monimuotoisuuden lisääntymisenä lintumaailmassa. Ne ovat osatekijänä myös rehevöitymisessä.

Vaikka kasvihuoneilmiön voimistuminen ei taselaskelmassa vielä näy, sillä on potentiaalia horjuttaa Suomen ympäristötasetta paljon enemmän kuin tähän mennessä toteutetuilla inhimillisillä toimenpiteillä yhteensä. Etelä-Suomen havupuumetsät voivat kuolla. Merenpinnan nousun seurauksena maapinta-ala voi alkaa supistua ja Liminganlahden tyyppiset merenrantakosteikot tuhoutua. Muutokset sadannassa voivat heijastua luonnon kannalta keskeiseen vesitalouteen.

Vaikutukset voivat olla myös yllättäviä. Jos esimerkiksi Golf-virta heikkenee tai muuttaa suuntaa, edessä voi olla Suomen osalta ilmaston kylmeneminen. Muun muassa puuraja siirtyisi etelämmäksi ja maanviljely loppuisi. Tässäkin kehityksessä luonnon rikkaus ja

monimuotoisuus kärsisi, eikä edes sadan vuoden siirtymävaiheen jälkeen päästäisi lähelle alkuperäistä tilaa.

Muiden maiden ympäristötaseiden selvittäminen antaisi perspektiiviä myös Suomen taseen arviointiin. Esimerkiksi Aasian väkirikkaissa kehitysmaissa ongelmat ovat toista suuruusluokkaa ja osin toisen tyyppisiä kuin Suomessa. Luonnon kasvava hyödyntämistä ja lähellä luonnontilaa olevan ympäristöalan supistuminen, saastuminen, luonnon vesitalouden järkkyminen, eroosio ja ekosysteemien tuhoutuminen muodostavat vaikeasti hallittavia kokonaisuuksia.

Taselaskelmista on apua etsittäessä kustannustehokkaita keinoja ympäristön tilan parantamiseksi. Rikkipitoisista polttoaineista luopuminen Itämeren laivaliikenteessä tai investoinnit Pietarin jäteveden puhdistamoihin olisivat Suomen ympäristön kannalta tällaisia keinoja. Energian tuotantorakenteen muutoksin tapahtuva ilmastonmuutoksen torjunta olisi myös tehokasta, jos se tapahtuisi kansainvälisin yhteisponnistuksin. Kehitysmaissa tulosten saavuttaminen voi edellyttää toisenlaisia keinoja, kuten esimerkiksi panostusta koulutukseen ja syntyvyyden säännöstelyyn.

Riskien ja uhkien käsittely

Ihmisten mieliä ovat aina askarruttaneet erilaiset uhkakuvat. On havahduttu huomaamaan, että hienoimmatkin teolliset prosessit voivat karata käsistä. Uusiin asioihin, kuten bioteknologiaan tai kehitteillä oleviin kemikaaleihin voi liittyä vaikeasti hahmotettavia ympäristöriskejä.

On tärkeää analysoida erilaisia poikkeustilanteita ja niiden ympäristövaikutuksia. Tällaiset analyysit vahvistavat riskien hallintaa. Toisaalta on hyödyllistä havaita, että perinteisen teollisuuden poikkeustilanteisiin ja onnettomuuksiin liittyvät ympäristöriskit ovat rajallisia. Myös ydinenergian tuotantoon liittyvät ympäristöriskit vaikuttavat rajallisilta. Asiantuntijoiden mukaan nykyaikaisen ydinreaktorin karkaaminen hallinnasta ei missään tilanteessa yllä Tsernobylin ydinonnettomuuden ympäristövaikutusten mittasuhteisiin.

Suuruusluokka-arvion laatiminen tunnistetulle ympäristöriskille on periaatteessa yksinkertaista. Se saadaan kertomalla toteutuneen riskin todennäköisyys realisoituneen riskin ympäristövaikutuksella. Esimerkiksi Suomenlahden tankkeriliikennettä voidaan simuloida ja laskea erityyppisten tankkerihaverien todennäköisyyksiä. Tältä pohjalta voidaan arvioida ympäristövahinkojen tyyppisiä, suuruuksia, todennäköisyyksiä ja torjuntamahdollisuuksia. Näin resurssit ennaltaehkäisyyn ja torjuntaan voidaan kohdentaa ja mitoittaa tarkoituksenmukaisella tavalla.

On kuitenkin syytä pitää mielessä, että varsinkin uusien asioiden kohdalla riskit usein aliarvioidaan eikä kaikkia riskejä osata lainkaan ennakoita /13/. CFC-yhdisteisiin liittyvä otsonikato on yksi yllätyksenä vastaan tullut ympäristöriski, johon toki reagoitiin oikea-aikaisesti. Vastaavasti esimerkiksi geeniteknologian hallitsematon kehitys voi saada yllättäviä muotoja.

Näitä riskejä voi yrittää hallita luokittelemalla uuden teknologian alueita niiden riskipitoisuuden mukaan ja liittämällä teknologia-alueiden kehittämiseen ja käyttöön luokittelun pohjalta sopivia rajoituksia ja varotoimia. Kysymys on hankala, koska tässä yhteydessä joudutaan puuttumaan perinteisiin arvoihin, kuten tieteen ja kilpailun vapauteen. Vastaan tulee myös eettisiä peruskysymyksiä.

OSATEKIJÄT	ARVOLASKELMA	EKOTASE	KOMMENTIT	MUUTOS	KOMMENTIT
Jalanjälkieffektit					
- Metsänhoito	100 000 km ² x 0% - 100 000 km ² x 5%	- 5000 km ²	Jos puolet metsistä on talousmetsiä ja puolet ikemetsiä, vaikutus -0	+50 km ² /v	<ul style="list-style-type: none"> Metsänhoidon menetelmien kehitys Puuston kasvu Metsien suojeleminen Talokohdittaiset ympäristönhoito-ohjelmat lisäävät luonnon rikkautta ja monimuotoisuutta
- Maatalous	10 000 km ² x 0% - 10 000 km ² x 20%	- 2000 km ²	Luonnon rikkaus ja monimuotoisuus vähenee vain maatalousvaltaisilla alueilla	+ 20 km ² /v	
- Tiet ja väylät	-126 000 km x 0,012 km x 0,5-0,3 (16 000 x 0,1 x 0,2)	- - 850 km ²		± 0	
- Kaupunkialueet ja taajamat	6000 km ² x 0,2	- - 1200 km ²	Kaupungissa vaikutus suuri, pientalouksella pieni	- 10 km ² /v	<ul style="list-style-type: none"> Taajama-alue kasvaa mm. maatalamuuton seurauksena Alueet lisääntymässä, ympäristön hoito parantunut
* Muut (teollisuus- ja varastoalueet, sorakuopat, kaatopaikat jne.)	2000 km ² x 0,2	- - 400 km ²		± 0	
* Inhimillisen toiminnan häiriötekijät (moderni osuus), pirstaloituminen, onnettomuudet ja katastrofit	- 307 000 km ² x 1% - 85 000 km ² x 1%	- - 4000 km ²		± 0	
Haitallisten aineiden vaikutus luonnossa (raskasmetallit, ympäristömyrkyt jne.)					
- Maaympäristö	-20 km ² x 5% - 0,3 x 305 000 km ² x 0,1%	- 100 km ²	Stressitekijöitä erittäin vaikeaa arvioida	+ 2 km ² /v	Pääsiöt romahtaneet Luonnossa olevat peittyvät ja hajoavat
- Vesiympäristö	-200 km ² x 2% - 0,1 x 53 000 km ² x 0,2% -0,2 x 32 000 x 0,1%	- 200 km ²	Stressitekijöitä erittäin vaikeaa arvioida	+ 8 km ² /v	Pääsiöt romahtaneet Luonnossa olevat peittyvät ja hajoavat
Rehevytymisen					
- Maaympäristö	+ 0,5 x 305 000 km ² x 10%	+ 10 000 km ²	Ainakin biomassassa on kasvanut	+ 200 km ² /v	Typen määrä vähenevän päin
- Vesiympäristö	-0,2 x 32 000 x 10% - 0,2 x 53 000 x 10%	- 2 000 km ²	Voimakas rehevytymisen ja happikato vähentävät biodiversiteettiä	± 0 km ² /v	Suomenlahden rehevytymisen lisääntyminen sisävesien tila hitaasti paranemassa
Happamoituminen					
- Maaympäristö	-0,1 x 305 000 km ² x 2%	- - 1500 km ²	Vaikea ja epävarma arvio	+10 km ² /v	Happosateet vähentyneet
- Vesiympäristö	-0,2 x 32 000 km ² x 5%	- - 300 km ²		+10 km ² /v	Vesien tilanne paranemassa
Kasvihuoneilmiö					
		+ 0	Keskilämpötilan mahdollinen nousu on toistaiseksi ehkä rikastuttanut Suomen luontoa	± 0	On vaikea sanoa kehittykö ympäristö tässä suhteessa tällä hetkellä hyvään vai huonoon suuntaan
Otsonikato					
		± 0	Selviä vaikutuksia ei havaittavissa luonnossa.	± 0	Otsonikerroksen oheneminen
		- 6000 km ² (-1,5 %)		+ 300 km ² /v (+0,08 %/v)	

Taulukko 2.1: Arviolaskelma Suomen ympäristötaseesta ja sen muuttumisesta.

Ilmastonmuutoksesta ja erityisesti sen suuruudesta ei ole vielä täyttä varmuutta. YK:n ilmastopaneelin kansainväliset tiedemiestahot ovat kuitenkin arvioineet ennusteittensa karkean tason luotettavuuden korkeaksi. Ympäristötuhon potentiaali on valtava. Kasvihuonekaasujen rajoittaminen ei käy käden käänteessä.

Tällaisessa tilanteessa on rationaalista ryhtyä ennakoivaan riskintorjuntaan ja mukauttaa jatkotoimenpideohjelmia ennusteiden tarkentumisen myötä. Jos jäädytään odottamaan täyttä tieteellistä varmuutta, ympäristöriskin realisoitumisesta maksetaan liian korkea hinta. Toisaalta olisi myös perusteltua rahoittaa kriittistä tutkimusta, jottei tiedeinstituuttien manipulaatioon ja sensaatioihin perustuva määrärahasaalustus koituisi yhteiskunnalle liian kalliiksi.

Ehkä suurimmat ympäristöriskit liittyvät sittenkin yhteiskunnallisiin prosesseihin ja ihmiskunnan sosiaaliseen kehitykseen. Vaikka toisesta maailmansodasta on kulunut vasta kuusi vuosikymmentä, olemme täällä Suomessa niin tottuneita viime vuosikymmenten rauhalliseen elämään ja taloudelliseen kehitykseen, ettemme mielellämme käsittele näitä riskejä.

Väestöräjähdyksen yhdistettynä alueelliseen elinehtojen hiipumiseen sisältää sotilaallisen konfliktin siemenen. Terrorismi, fanatismi ja voimakäytön uudet ilmenemismuodot yhdistettynä joukkotuhoteknologian kehitykseen ovat toinen ulottuvuus tätä riskikenttää. Tämä kehityssuunta sisältää huomattavia alueellisia ympäristöriskejä.

Myös kehittyneen kansantalouden romahdus esimerkiksi valtion konkurssin takia voi johtaa ketjureaktioon, jolla on ryöstötalouteen siirtymisen myötä myös ympäristövaikutuksia. Laajaa taloudellista romahdusta mahdollisesti seuraava alueellinen sotilaallinen konflikti aiheuttaa huomattavaa ympäristöuhoa.

Vielä rankempia ympäristöuhkakuvia syntyy monimutkaisten kansainvälisten tapahtumaketjujen skenaariotarkasteluissa. Kun yhdistetään esimerkiksi länsimaiden riippuvuus fossiilisista polttoaineista, ilmastonmuutos ja joukkotuhoteknologian leviäminen, syntyy varsin räjähdysherkkiä kansainvälisen politiikan skenaarioita. Jos maanviljelyn edellytykset maapallon perinteisillä viljantuotantoalueilla tyrehtyvät esimerkiksi hiilidioksidipäästöistä johtuvaan ilmastonmuutokseen, ydinasepelote käy todellisemmaksi ja terrorismi saa kaiku-pohjaa. Suuren sotilaallisen konfliktin riski kasvaa. Maapallon ilmaston lämpenemistä voi seurata ydintalvi.

Fossiilisten polttoaineiden käytön nopea vähentäminen auttaisi tämänkaltaisten riskien hallinnassa monin tavoin.

Arviointimenetelmien käyttö ja rajoitukset

Edellä on esitetty menetelmä ilmiön, toimenpiteen tai toiminnan vaikutuksen arvioimiseksi luonnon rikkauteen ja monimuotoisuuteen. Menetelmä ei ole eksakti, mutta sen avulla on suhteellisen helppo arvioida ympäristövaikutusten suuruusluokkia neliökilometreissä ja vuosissa.

Käsiteltyjen kysymysten arvioinnissa on yleensä käytetty yhden ympäristöasioihin perehtyneen suuruusluokka-analyytikon ja erityisasiantuntijan yhdistelmää. Kysymyksen

luonteeseen ja eri ulottuvuuksiin on perehdytty yhdessä. Sen jälkeen asian suuruusluokasta on tehty laskelma.

Tavoitteena voisi olla, että laskelmia olisi tärkeissä kysymyksissä ainakin viisi (esimerkiksi kolme analytiikkaa ja kaksi asiaa eri näkökulmista lähestyvää erityisasiantuntijaa). Mitä useampia näkökulmia ja perusteltuja suuruusluokkalaskelmia on käytettävissä, sitä parempi kuva asian suuruusluokasta ja siihen liittyvistä epävarmuudesta (laskentaperusteet ja arvioiden hajonta) saadaan.

Toisaalta on tärkeää, että kaikki laskelmien laatijat muodostavat itsenäisesti oman, samoja tuttuja asioita sisältävän peruskehikkonsa ja suhteuttavat arvionsa siihen. Näin näkökulma ei korostu perusteettomasti.

Tässä esiteltyä lähestymistapaa käytettäessä jää tarkastelun ulkopuolelle useita ihmisen kannalta merkittäviä ympäristövaikutustyyppisiä. Tällaisia ovat:

- maisemavaikutukset
- vaikutukset alueiden virkistyskäyttöön
- hajut, melu ja muut ihmisten viihtyvyyteen liittyvät haittatekijät
- vaikutukset ihmisten terveyteen

Nämä asiat on katettu monin tavoin lainsäädännössä. Useat julkishallinnon organisaatiot valvovat ja hallinnoivat edellä mainittuja osa-alueita.

Monesti ajatellaan, ettei luonnonsuojelualueiden perustaminen riitä luonnon monimuotoisuuden ylläpitämiseksi, vaan uhanalaiset lajit ja luontotyypit ovat muutenkin biodiversiteetin kannalta erityisasemassa. Ne voidaan yrittää ottaa tarkastelussa huomioon alueen merkityskertoimen avulla. Tähänkin asiakokonaisuuteen liittyy lainsäädäntöä ja viranomaisvalvontaa, joka paikkaa tarkastelun vajaavaisuuksia.

Itse asiassa lainsäädännössä ja normistossa olisi tärkeää tehdä ero sen suhteen, onko laji uhanalainen maailmanlaajuisesti (kiljuhanhi), onko se uhanalainen vain levinneisyysalueensa ääri rajoilla (valkoselkätikka, meriotakilokki). Levinneisyysalueen reunoilla kantoja voi ilmestyä ja kadota aivan luonnollisista syistä. Erikseen olisi käsiteltävä ne lajit, jotka on luokiteltu uhanalaisiksi hallinnollisella päätöksellä ilman kunnan tietoperustaa lajin esiintymisestä ja levinneisyydestä (liito-orava, meriupokaskuoriainen). Omat ryhmänsä muodostavat lajit, jotka eivät varsinaisesti kuulu Suomen luontoon (pyöriäinen, villiminkki), tai jotka syystä tai toisesta halutaan hävittää (mäntypistiäinen, isorokkovirus).

Pelkästään selkärankaisia, nilviäisiä, äyriäisiä, hyönteisiä ja kasveja on maapallolla arviolta 1 600 000 lajia /29/. Mikro-organismien määrää ei tiedä kukaan. Suomessa on hallinnollisin päätöksin listattu eriasteisesti uhanalaisiksi noin 1 500 lajia.

Luonnonvarojen ehtyminen on myös tekijä, jota tarkastelutapa ei ota huomioon. Esimerkiksi maapallon helposti hyödynnettävät öljy- ja kaasuvarat näyttäisivät olevan ehtymässä tällä vuosisadalla. Toisaalta energia ei ole loppumassa maapallolta. Sen eri muotojen hyödyntämiseksi ei vain ole vielä kehitetty kovin paljon taloudellisesti kilpailukykyistä teknologiaa.

Ympäristövaikutusten arviointiin on kehitetty myös lukuisia muita mittareita, joista on hyvä olla tietoinen. Julkisessa keskustelussa viitataan usein ekologiseen jalanjälkeen. Sen avulla

arvioidaan ihmisen kuluttamien luonnonvarojen määrää suhteessa luonnon kykyyn uusiutua. Energiankulutus ja hiilidioksidipäästöt korostuvat tässäkin mittarissa. Myös materiaalivirtoihin ja tuotteen materiaalitehokkuuteen perustuvia mittareita on yleisesti käytössä. Näitä mittareita on esitelty lähteessä /47/.

Päästöjen ympäristövaikutusten arviointia ympäristölupaprosessin kannalta on kehitelty lähteessä /55/ ja menetelmiä luontovaikutusten arvioimiseksi kaavoitusta, YVA-menettelyä ja Natura-arviointia varten lähteessä /58/. Varsinkin jälkimmäisessä on samansuuntaista ajattelua kuin nyt kehitetyssä mittarissa, mutta asioita ei yritetä suhteuttaa keskenään.

Kestävän kehityksen toteutumista on pyritty mittaamaan erilaisten ekologisten, taloudellisten ja sosiaalisten indikaattorien avulla. Näitä on kuvattu lähteissä /7/ ja /39/.

Täydellistä ympäristövaikutusmittaria ei ole. Lähestymistavan valinta voi olla tarkoitushakuinen. Siksi tuloksiin viitattaessa ja niitä käytettäessä olisi syytä olla selvillä, mistä tarkkaan ottaen on kysymys ja mitä tulos konkreettisesti kertoo reaali maailman kehityksestä.

Ihmisten tuntemuksilla on erittäin suuri vaikutus ympäristöasioiden arvottamisessa. Ne heijastuvat lainsäädäntöön, viranomaistoimintaan ja jopa tuomioistuinten ratkaisuihin. Myöskään tässä kirjassa esitetty lähestymistapa ei ole täysin irti tuntemuksista. Vaikutusarvioihin liittyy epätarkkuutta ja tulkinnanvaraisuutta. Tuntemukset ja arvot vaikuttavat myös asiantuntijoiden arvioihin. Asiaa käsitellään lähemmin seuraavassa luvussa .