

1 Ympäristö Askelissa Tulevaisuuteen

2 *-ympäristö jokapäiväisessä elämässämme eilen, tänään ja huomenna*

3

4

5

6 Mikko Nikinmaa

7 Biologian laitos

8 Turun yliopisto

9

10

11 Sisällysluettelo

12

13	1. Esipuhe	4
14	2. Ympäristöongelmat historiassa	5
15	3. Ympäristön arvo	9
16	4. Globalisaatio	14
17	5. Ilmastonmuutos	18
18	6. Energia	29
19	6.1. Energiantuotannon keinot	29
20	6.2. Liikenne	46
21	7. Ravinnon tuotanto	54
22	7.1. Maatalous (kasvi- ja eläintuotanto)	54
23	7.2. Kalastus ja kalankasvatus	65
24	8. Jätteet	72
25	8.1. Veden puhdistus	73
26	8.2. Roskaantuminen	78
27	8.3. Jätteiden käsittely	80
28	8.4. Ongelmajätteet	80
29	8.5. Kierrätys	84
30	9. Maan käyttö	86
31	10. Itämeri	94
32	11. Makea vesi	104
33	12. Biologinen monimuotoisuus	107
34	12.1 Sukupuutot	110
35	12.2 Vieraslajit	118
36	13. Ympäristön kannalta kestävä tulevaisuus	130
37	14. Lisäluettavaa	134

38

39

40

41

43 1. Esipuhe

44

45 Kaikki toimintamme liittyy ympäristöön, jossa elämme. Tarvitsemme riittävän puhdasta ilmaa
46 hengittääksemme. vettä juodaksemme ja ruokaa syödäksemme. Mikäli emme näitä saa,
47 terveytemme kärsii ja sairastumme ympäristöperäisiin syöpiin ja muihin tauteihin. Näiden perustavaa
48 laatua olevien lähtökohtien lisäksi elinympäristöömme kuuluvat lintujen laulu, perhoset, kukat ja
49 mahdollisuudet viettää vapaa-aikaa luonnon ääressä laineiden liplatusta kuunnellen, kalastaen, uiden
50 tai sieniä ja marjoja poimien.

51

52 Vaikka talouden ratkaisut väistämättä vaikuttavat ympäristöön, siihen liittyvät asiat eivät tunnu
53 olevan lainkaan tärkeitä asioita uutisvirrassa tai päivän politiikassa. Talouselämän ja
54 ympäristöasioiden ajatellaan olevan toisistaan riippumattomia ja usein ristiriidassa toistensa kanssa,
55 vaikka ne ovat saman asian eri puolia, ainakin jos otetaan huomioon muukin kuin juuri
56 tämänhetkinen tilanne. Asioita on lähestyttävä talous ja ympäristö yhteensovittaen, kun esimerkiksi
57 ilmastonmuutos ja saastuminen vaikuttavat siihen, miten lapsemme ja lastenlapsemme voivat elää.

58

59 Kun ympäristöön liittyviä uutisia näkee, on usein hämmästynyt, miten paljon uskomuksia saa lukea ja
60 miten vähän asiaan liittyvää todellista taustatietoutta esitetään. Lisäksi usein esitetään, että
61 asiantuntijoiden mielipiteet jakautuvat uutisen suhteen silloinkin, kun asioihin syvällisesti
62 perehtyneet tutkijat ovat samaa mieltä. Joskus käy niin, että yhtään alan tutkijaa, joka olisi uutisen
63 suhteen erimielinen, ei löydy, jolloin ”toisen näkökulman esittäväksi asiantuntijaksi” otetaan selvästi
64 poikkeavan alan tutkija. Taustatiedon merkityksen suoranainen vähättely yleisellä tasolla näkyy
65 esimerkiksi siinä, että ravitsemusasiantuntijaksi kelpaa hyvin uskomuksien perusteella ilman
66 todellista perehtyneisyyttä ravintoaineiden tarpeeseen, tuotteiden ominaisuuksiin,
67 ruoansulatukseen, ravintoaineiden imeytymiseen ja aineenvaihduntaan.

68 Tämän teoksen tarkoituksena on selvittää, miten ympäristötietous liittyy jokapäiväiseen elämäämme
69 ja tuoda taustatietoa tulevaisuuden ratkaisuihin. Päämääränäni on osoittaa, että ympäristö ja talous
70 ovat saman asian eri näkökulmia ja ratkaisujemme tulee olla kompromisseja: elinkeinoelämä ja
71 ympäristönäkökohtien huomioonottaminen eivät ole ristiriidassa, vaan koska maapallo on rajallinen,
72 kaikkien elinkeinoelämän ratkaisujen on otettava ympäristönäkökohdat huomioon, jotta myös
73 tulevat sukupolvet voivat kulkea elinkelpoisessa maailmassa.

74

75 Ympäristöasioista puhuttaessa tuodaan usein esiin, että yksittäisen ihmisen mahdollisuudet vaikuttaa
76 ympäristön tilaan ovat mitättömät. Tämä ei kuitenkaan pidä täysin paikkaansa. Kuluttajahan valitsee,
77 mitä tuotteita ostaa. Kun puunjalostusteollisuuden päästöt saivat laajaa huomiota Saksassa ja
78 Englannissa 1970-1980-luvuilla ja kuluttajat rupesivat karttamaan sanomalehtiä, jotka oli tehty
79 suuripäästöisissä tehtaissa, rupesivat kaikki lehtitalot hankkimaan paperinsa vähäpäästöisistä
80 tuotantolaitoksista. Kun happosateet tappoivat kalat Pohjois-Euroopan vesistä, ruvettiin yleisesti
81 vaatimaan savukaasujen puhdistusta. Vaatimukset eivät Euroopassa kaikuneet kuuroille korville,
82 vaan makeiden vesien happamoituminen ympäristöongelmana on jokseenkin kokonaan poistunut
83 Euroopasta. Tuskin edes muistamme lyijypitoista polttoainetta. Kun polttoaineen
84 nakutuksenestoaineena käytetty orgaaninen lyijy rupesi liiaksi myrkyttämään tienvarsia, se korvattiin
85 – aluksi Kaliforniassa ja sängen nopeasti sen jälkeen kaikkialla Pohjois-Amerikassa ja Euroopassa.
86 Nämä pari esimerkkiä osoittavat, että me kaikki voimme omilla ratkaisuillamme vaikuttaa maapallon
87 tulevaisuuteen; meidän jokaisen ratkaisut vaikuttavat ympäristömme elinkelpoisuuteen.

88

89 **2. Ympäristöongelmat historiassa**

90

91 Niin kauan kuin ihmismäärä säilyi pienenä, ihmisen vaikutukset ympäristöön pysyivät pienialaisina,
92 mutta niillä saattoi paikallisesti olla suurikin merkitys niin ihmisten kuin eläinten hyvinvoinnille –

93 esimerkkinä Australian ja Amerikan eliöstön kantojen romahtaminen ja sukupuutot siirtolaisuuden
94 alettua.

95

96 Yhtenä suurimmista muinaisista ympäristökatastrofeista pidetään Rooman ja eräiden muiden
97 Rooman valtakunnan suurkaupunkien vesiputkien aiheuttamaa lyijymyrkytystä. Roomalainen
98 sotilasteknikko ja arkkitehti Vitruvius kirjoitti lyijystä tehtyjen akveduktien mukana talousveteen
99 tulevan lyijyn haitoista jo ennen ajanlaskun alkua. Roomalaisten luiden lyijypitoisuus on paljon
100 korkeampi kuin nykyihmisten, mikä viittaa siihen, että heillä on todennäköisesti ollut myös lyijyn
101 aiheuttamia hermostollisia häiriöitä. Akveduktit tehtiin lyijystä, koska sitä oli helppo muovata.

102

103 Keskiajan Euroopassa jätehuoltoa tai viemärointiä ei juuri ollut, ja kaupunkien kadut olivat täynnä
104 ihmisvirtsa ja ulosteita, minkä seurauksena niin loiset kuin sairaudet saattoivat levitä
105 räjähdysmäisesti. Tämä oli yksi syy mustan surman (ruton) leviämiseen (kaupungit olivat myös rotille
106 mitä mainioin elinympäristö). Pohjois-Euroopassa kaupunginisät olivat jopa tyytyväisiä toistuviin
107 kaupunkipaloihin, jotka tuhosivat rottakannat ja paransivat hygieniatasoa. Laajamittaisen
108 viemäroinnin yleistyessä 1800-luvulla puhdistamattomat jätevedet laskettiin ympäröiviin vesistöihin.
109 Tämän seurauksena vesistöt rupesivat rehevöitymään ja jos alajuoksun asujat käyttivät vettä
110 talousvetenään, suolistoperäiset sairaudet kuten kolera levisivät nopeasti. Tilannetta pahensi
111 vesiklosetin käyttöönotto teollisuusmaissa 1800-luvun jälkipuoliskolta alkaen.

112

113 Missä lämmitystä tarvittiin, syntyvät savukaasut ja niiden noki olivat tärkein syy sumuun. Esimerkiksi
114 Lontoon sumut olivat pahimmillaan, kun asuntokohtainen puulämmitys oli vallitseva. Teollistuminen
115 toi mukanaan happaman sateen. Jo 1800-luvun lopulla hiilen poltto Keski-Englannissa aiheutti lohi- ja
116 taimensaaliiden vähenemisen Pohjois-Englannin joissa. Kun hiiltä käyttävien tehtaiden savupiippuja
117 pidennettiin, siirtyi hiilen polttamisessa syntynyt rikkidioksidi Skotlantiin ja Norjaan, missä huonosti
118 puskuroitu tunturivesi happamoitui (rikkidioksidista muodostui veden kanssa rikkihapoketta ja

119 rikkihappoa) ja laajalla alueella kaikki kalat kuolivat. Hapan laskeuma oli 1980-luvun suurimpia
120 ympäristöongelmia Pohjoismaissa. Vallitsevien lounaistuulien takia Englannin ja muun Länsi-
121 Euroopan teollisuuden savukaasut tulivat aluksi erityisesti Norjaan, mutta myöhemmin myös Ruotsiin
122 ja Suomeen. Savukaasut sisälsivät merkittäviä määriä rikin ja typen oksideja ja tuloksena olikin, että
123 sateeseen muodostui paljon rikkihapoketta ja –happoa sekä typpihappoa. Kun Fennoskandian vedet
124 ovat huonosti puskuroituja (sisältävät vain vähän karbonaatteja), hapan laskeuma aiheutti
125 voimakkaita veden pH-muutoksia jopa 4.5:een (neutraalin veden pH on 7). Happamoituminen (pH:n
126 lasku) tappoi aluksi Norjan tunturijärvien lohikalat ja sitten muunkin Fennoskandian pikkujärvien lohi-
127 ja särkikalat sekä ravut. Tärkeänä syynä happamoitumisen tappavaan vaikutukseen oli veden
128 alumiinipitoisuuden nousu. Alumiini on eräs yleisimmistä maankuoren alkuaineista. Se liukenee
129 happamaan, muttei neutraaliin tai emäksiseen veteen. Kolmenarvoisella alumiinilla, joka on erittäin
130 happamassa (pH<5) ympäristössä liukoinen, on vaikutuksia eläinten ionitasapainon säätelyyn.
131 Korkeammassa pH:ssa alumiini on pääasiassa hydroksideina, jotka kiteytyvät eläinten
132 hengityspinnoille ja vaikeuttavat hengitystä. Kun hapan laskeuma tuli maaperään, se liuotti alumiinia.
133 Erittäin alhaisessa pH:ssa alumiini tappoi eläimet suoraan, kun niistä vuoti ioneja ulos. Jos vesi oli
134 vähemmän hapan (pH korkeampi), alumiini kiteytyi kidusten läheisyydessä estäen hapensaannin ja
135 tappaen kalat. Happaman laskeuman aiheuttamat biologiset muutokset toivat ensi kertaa Suomessa
136 yhteen niin perus- kuin soveltavan tutkimuksen rahoittajat ja niin valtion tutkimuslaitoksien kuin
137 yliopistojen tutkijat suuren Hapro-tutkimusohjelman puitteissa. Tutkimusohjelmassa tehtiin paljon
138 kansainvälisestikin korkeatasoista työtä happamasta laskeumasta ja sen biologisista vaikutuksista
139 Suomessa niin metsiin kuin vesistöihin. Voimakkaan tutkimuspanostuksen ja näkyvien vaikutuksien
140 tuloksena ruvettiin edellyttämään rikinpoistoa savukaasuista. Samanaikaisesti ruvettiin käyttämään
141 entistä vähärikkisempiä hiili- ja öljylaatuja. Tämän tuloksena happamoituminen on
142 ympäristöongelmana jokseenkin poistunut Euroopasta ja Pohjois-Amerikasta. Aiemmin
143 happamoituneissa Suomen pikkujärvissä on taas elinvoimaisia kalakantoja. Happamoituminen
144 ongelmana on siirtynyt Kiinaan ja muualle Itä-Aasiaan. Yli puolet Kiinan energiantuotannosta saadaan

145 hiilestä ja voimalaitoksien savukaasut tulevat taivaalle lähes puhdistamattomina. Tämän seurauksena
146 ilmakehän rikki- ja typpioksidi- sekä pienhiukkaskuormat ovat suuria.
147
148 Tuhatyhdeksänsataaluvun ihmisiä tappaneista ympäristökatastrofeista parhaiten selvitetty lienee
149 elohopean aiheuttama Japanin Minamata-katastrofi. Jopa sadat ihmiset kuolivat
150 elohopeamyrkytykseen, kun metallia käsitelleen tehtaan puhdistamattomat jätevedet laskettiin
151 lahteen, jonka vettä ja eliöitä paikalliset asukkaat käyttivät. Tämä onnettomuus muutti elohopean
152 käyttötottumuksia. Muutos näkyi Suomessa esimerkiksi siten, että siemenviljan ”peittäus” (eli
153 kaikkien vieraiden organismien kasvun esto jyvien pinnalla) elohopealla kiellettiin. Luonnoneläimiin
154 voimakkaasti vaikuttaneita ympäristöongelmia on näkynyt ennen kaikkea toisen maailmansodan
155 jälkeen, kun ihmismäärä on kasvanut, teho- ja maatalous alkanut ja teollistuminen edennyt ripeästi.
156 Tehomaatalouteen liittyy DDT:n ja muiden varhaisten hyönteismyrkkujen aiheuttama useiden
157 petolintukantojen romahdus. Sen yksityiskohdat selvitetään maatalouden hyönteistorjunnan
158 yhteydessä.
159
160 Teollistumiseen liittyvät esimerkiksi puunjalostustehtaiden jätevesien aiheuttamat ongelmat.
161 Vielä 1960-luvun lopussa ja 1970-luvun alussa Suomen ja Ruotsin metsäteollisuuden jätevedet
162 vastasivat yli sadan miljoonan ihmisen jätevesikuormaa. Tuolloin esimerkiksi Näsijärvi ja Etelä-Saimaa
163 vaahtosivat ja haisivat. Kalat viihtyivät huonosti puunjalostusteollisuuden jätevesien pilaamissa
164 vesistöissä ja Itämeren alueen hylkeistä suuri osa oli lisääntymiskyvyttömiä. Kun tuolloin
165 teollisuusjohtoa haastateltiin, paperin tuotannon negatiivisille ympäristövaikutuksille ei ollut
166 tehtävissä mitään – puunjalostusteollisuuden kilpailukyky olisi kärsinyt. Kuitenkin 1970-luvulta
167 alkaen, kuten esipuheessa sanoin, aluksi keskieurooppalaiset ja englantilaiset paperin kuluttajat ja
168 muutaman vuoden viiveellä pohjoismaalaisetkin rupesivat vaatimaan vesistöystävällisempää paperia.
169 Tämän tuloksena paperin valmistuksen prosessit ovat muuttuneet niin, että tällä hetkellä
170 ympäristökuorma tuotettua yksikköä kohti on selvästi alle prosentin 1970-lukuun verrattuna.

171 Nykyisin voidaankin lohikaloja menestyksekkäästi istuttaa Näsijärveen ja Itämeren hyljekannat ovat
172 kasvaneet kalastajille riesaksi asti.

173

174 Bensiiniin lisätyn lyijyn alettiin autoliikenteen kasvaessa huomata esiintyvän tienvarsien eliöissä
175 korkeissa – jopa akuutin lyijymyrkytyksen aiheuttavissa – pitoisuuksissa. Tämän havainnon jälkeen
176 ruvettiin enenevässä määrin etsimään korvaavia aineita lyijyn tilalle ”liukastamaan” polttoainetta.
177 Lyijyn käyttö polttoaineessa kiellettiin ensin Kaliforniassa ja myöhemmin Euroopassa. Kiellon jälkeen
178 tienvarsien eliöiden lyijypitoisuus on laskenut jyrkästi ja metalli yleisenä ympäristöongelmana on
179 käytännössä poistunut Länsimaista. Lyijy haitallisena aineena on kuitenkin jälleen noussut otsikoihin.
180 Sitä on pitkään käytetty värien komponenttina ja äskettäin jouduttiin Pohjois-Amerikassa vetämään
181 markkinoilta joukoittain kiinalaisia leikkikaluja, joiden lyijypitoisuus ylitti länsimaissa hyväksytyt
182 normit.

183

184 Positiivisena piirteenä ympäristöongelmien historiassa on, että haluttaessa ne pystytään
185 ratkaisemaan, mutta ratkaisut eivät ole ilmaisia. Joka kerran, kun halutaan tehdä ympäristön
186 kannalta hyödyllinen muutos, joudutaan miettimään, onko saatava hyöty niin suuri, että se kattaa
187 muutoksen aiheuttamat kustannukset.

188

189 **3. Ympäristön arvo**

190

191 Perinteisesti ympäristö ei ole ollut osa talouden ajattelua. Kun esimerkiksi kansantuotteen muutoksia
192 on laskettu bruttokansantuotteen muutoksina, siihen ei ole lainkaan liittynyt kansantuotteen
193 muutoksien aiheuttamia ympäristörasitteita. Näin ollen ”hyötypuolella” näkyy esimerkiksi
194 Talvivaaran kaivoksen tuottaman metallin myynti ja saadut työpaikat, mutta ”haittapuolta”, joka
195 vähentäisi hyödyistä ympäristölle aiheutetut vahingot, ei ole ollut. Esimerkkinä tästä Kiinan
196 kansantuote kasvaa koko ajan 5-10 % vuosivauhtia: tässä kasvussa ei ole mukana lainkaan sitä, että

197 kiinalaisten suurkaupunkien ilma aiheuttaa hoitoa tarvitsevia hengitysongelmia tai sitä, että jokien
198 kalasto on usein saastumisen tuloksena kokonaan kadonnut. (Paremminkin on niin, että saastuminen
199 kasvattaa kansantuotetta, kun sairaanhoidosta tulee paljon lisää taloudellista toimeliaisuutta.) Itse
200 asiassa on sangen yllättävää, että koko bruttokansantuotteen laskeminen on varsin nuori asia, sitä
201 ryhdyttiin tekemään vasta juuri ennen toista maailmansotaa. Kun mikään ympäristöön liittyvä tekijä
202 ei ole bruttokansantuotteen laskemisessa osatekijänä, ei olekaan ihme, että talouselämä ja
203 ympäristöasiat on nähty vastakkaisina eikä taloudessa ole useinkaan yritetty etsiä ratkaisuja, jotka
204 olisivat ympäristön kannalta edullisimpia ja mahdollistaisivat kestävä kehityksen – sen, että
205 maapallo on kelvoinen asuinympäristö myös tuleville sukupolville. Ympäristö on ollut taloudellisessa
206 ajattelussa ilmainen tekijä, josta saadut hyödykkeet ovat olleet pelkästään tuloa
207 kokonaiskansantaloudelle. Talouden laskemisessa tulisikin tapahtua radikaali muutos. Voitaisiin
208 lähteä siitä, että ympäristön hyödyntämisen tulisi näkyä kaikissa laskelmissa ja esimerkiksi
209 luonnonvarojen hyväksikäyttö (öljy, malmit yms.) tulisi korvata muihin
210 ympäristöarvoihin/luonnonvaroihin sijoittamisella niin, ettei ympäristön kokonaisarvo pieneneisi, tai
211 rahastoimalla osa luonnonvarojen myynnistä saatavista tuloista niin, että tulevat sukupolvet voisivat
212 päättää varojen käytöstä. Esimerkki jo tällä hetkellä toimivasta rahastoinnista on Norjan öljyrahasto –
213 öljytuloja on laitettu talteen yli tuhannen miljardin euron edestä. Talouden laskemisen muutos
214 näkyisi ilman muuta aluksi tuotteiden hinnoissa, mutta pitkän päälle ohjaisi investointeja ja
215 tuotantomenetelmiä ympäristöystävälliseen suuntaan. Kestävä kehitys voidaan saavuttaa vain
216 tällaisen ajattelun yleisen hyväksymisen jälkeen. Näin ajateltaessa maiden taloutta kuvaisi
217 bruttokansantuotteen muutoksen sijaan ”tase”, jossa olisi mukana tuotannon lisäksi infrastruktuuri
218 (esimerkiksi maantiet, rautatiet, voimalat, sairaalat ja koulut), luonnonvarat ja aineettomat
219 ympäristöarvot. Kestävä kehitys on mahdollista vain, jos tämän taseen arvo – jossa on mukana
220 valtion velkaantuminen – pysyy ennallaan tai nousee.
221

222 Luonnonvarat voidaan jakaa uusiutumattomiin ja uusiutuviin. Uusiutumattomat luonnonvarat ovat
223 kertakäyttöisiä ja niiden määrä vähenee koko ajan. Uusiutuvat luonnonvarat voivat nimensä
224 mukaisesti palautua. Tässä on kuitenkin merkittävä rajoite. Jos uusiutuvaa luonnonvaraa käytetään
225 enemmän kuin sen uusiutumissykli/kantokyky sallisi, se muuttuu sangen nopeasti
226 katoavaksi/uusiutumattomaksi – näin on käymässä muun muassa joillekin kalakannoille
227 ylikalastuksen tuloksena. Uusiutuvien luonnonvarojen hyväksikäytössä ja suojelussa tulisikin ottaa
228 huomioon luonnonvaran/arvon yleisyys ja kynnsarvo, minkä jälkeen se rupeaa muuttumaan
229 uusiutumattomaksi. Uusiutuvan luonnonvaran kiertokyky on suhteellisen helppoa selvittää, kun
230 kyseessä on yksittäinen laji, mutta muuttuu sitä vaikeammaksi, mitä monimutkaisempi
231 yhteisö/ekosysteemi on. Kun talouden laskemisen pitää ottaa huomioon luonnonvarat ja uusiutuvien
232 luonnonvarojen muuttuminen uusiutumattomiksi, tullaan tilanteeseen, jossa vielä nykyisin täysin
233 erillisinä pidettyjen kauppatieteilijän ja biologin koulutuksen on osittain yhdistyttävä. Tämä lisää
234 haasteita molempien koulutusten suunnittelulle. Se muuttaa toivottavasti myös stereotyyppioita
235 kauppatieteilijöistä makeina pukutyypeinä ja biologeista kumisaappaissa ja villapaidassa suon läpi
236 marssimassa.

237

238 Tietenkään kaikkia ympäristömuuttujia ei voida suojella, vaan joudutaan valitsemaan, mitkä
239 muutokset hyväksytään ja mitä ei. Tämä lähtökohta ei varmastikaan miellytä
240 ympäristöfundamentalisteja, joiden mielestä kaikki muutokset luonnonympäristössä ovat pahasta.
241 Näin ei kuitenkaan välttämättä ole, vaan esimerkiksi ihmisen vaikutuksesta on tullut suuri joukko
242 eliöiden elinympäristöjä, joita ei esiintyisi, jos luonnontila saisi palautua. Suurin osa peltojen linnuista
243 ja hyönteisistä häviäisi, jos Suomen luonto saisi palautua alkuperäiseen tilaansa. Samoin kävisi
244 pääosalle kedoista ja koivumetsistä, joita esiintyisi vain hetken metsäpalojen jälkeen. Vaikka tiettyjen
245 ympäristöarvojen katoaminen ja luonnon monimuotoisuuden yleinen pieneneminen joudutaankin
246 hyväksymään, on tärkeää pystyä määrittelemään, mitkä muutokset ovat sellaisia, joita ei saa
247 tapahtua.

248

249 Niin kauan kuin ympäristömuuttujille ei määritetä rahallista arvoa, niihin suhtaudutaan yleensä
250 välinpitämättömästi. Jostain syystä kaikki ilmainen on vapaasti hyväksikäytettävissä ja sen
251 pilaamiseen liittyviä kustannuksia ei tarvitse ottaa huomioon. Tämä ei valitettavasti liity vain
252 ympäristöön, vaan usein myös kaikki julkiset palvelut kuten koulut, yliopistot, julkinen
253 terveydenhuolto ja vanhustenhoito ovat jotakin, jonka olemassaolon otamme itsestäänselvyytenä
254 emmekä esimerkiksi ajattele, että kaikkien näiden pyörittäminen perustuu maksamiimme veroihin.
255 Jos pyrimme siihen, että maksuja julkisista palveluista (=verot) on vain vähän, ne täytyy hoitaa
256 pääosin yksityisinä palveluina asiaankuuluvine maksuineen. Näin toimitaan Yhdysvalloissa, jossa
257 kaksilapsisen perheen täytyy varautua satojen tuhansien dollareiden säästöillä niihin kustannuksiin,
258 jotka lasten koulutus hyvätasoisissa opinahjoissa ja oma vanhuspalvelu edellyttävät. Hyötypuolella,
259 jota melkein kaikki puheenvuorot korostavat, on alhainen veroaste.

260

261 Ympäristön osatekijöiden arvotus ei voi olla täsmällistä ja muuttumatonta. Onneksi näin ei
262 tarvitsekaan olla. Jotta ne voidaan ottaa taloudellisiin laskelmiin, tarvitaan vain suuntaa antava arvo.
263 Koska eri ihmiset arvostavat luontoa eri tavoin, tulisi ympäristömuuttujien arvotuksesta tehdä
264 kyselyjä laajalle joukolle. Lisäksi ympäristömuuttujien rahallisessa arvossa tulisi ottaa huomioon ne
265 tekijät, jotka voidaan yksiselitteisesti arvottaa – esimerkiksi maapohjan arvo, hyödynnettävissä
266 olevien merenelävien kannat alueella yms. Sen lisäksi, että ympäristön arvot olisivat lähtökohtaisesti
267 osa taloudellisia laskelmia niiden käytöstä ja pilaamisesta tulisi olla maksu (haittaverot), joka
268 käytettäisiin yhteiskunnan pyörittämiseen. Vaikka lukijan karvat heti nousevatkin pystyyn – vai taas
269 uusi maksu – menojen ja tulojen ollessa tasapainossa haittaveron vastapainoksi muita maksuja,
270 esimerkiksi työn verotusta, voisi pienentää. Tällöin maksettavat maksut ohjautuisivat niihin asioihin,
271 jotka häiritsevät elämäämme, kun taas työn tekeminen hyödyttäisi yksilöä aikaisempaa enemmän.
272 Haittaverossa on tietysti se ongelma, että jos aiheutettu haitta pienenee sen ansiosta, että kerättävä
273 vero ohjaa toimintaa, yhteiskunnan saamien tulojen määrä pienenee. Nykymuotoisessa

274 taloudellisessa ajattelussa tämä on ongelma, mutta jos ympäristöarvot ovat mukana
275 talouslaskelmissa, haitan pieneneminen johtaa lisäarvoon siinä ympäristötekijässä, johon haitta
276 kohdistuu. Tällöin muutos on taloudellisestikin neutraali.
277
278 Ihmisluonteelle on tyypillistä se, että maksut mielletään tavallisesti negatiivisiksi, joten niitä pyritään
279 välttämään. Suuri osa talouden ongelmista ympäri maapallon johtuu siitä, että veroja pyritään
280 kiertämään esimerkiksi erilaisten veroparatiisien kautta. Yksinkertaisin ratkaisu tämän estämiseksi
281 olisi, että veroprosentit harmonisoitaisiin maailmanlaajuisesti. Verojen maksaminen ei kuitenkaan
282 ole ollut esteenä talouden menestymiselle. Pohjoismaissa on aina ollut korkea veroprosentti. Lisäksi
283 Pohjoismaille on ollut tyypillistä tuloerojen pienuus, minkä myös on sanottu olevan taloudellista
284 toimeliaisuutta haittaava. Tästä huolimatta – tai melkeinpä sanoisin tämän yhteisvastuullisuuden
285 ansiosta - niistä on kehittynyt yksilön kannalta hyviä asuinpaikkoja. Esimerkiksi Norja, jossa on niin
286 öljyä kuin vesivoimaa, on vauras maa, jossa ihmisten on hyvä olla ja joka on jo noudattanut
287 luonnonvaroista (öljystä) saadun hyödyn rahastointia niin että maan öljyrahaston suuruus, jota
288 tulevat sukupolvet voivat käyttää hyväkseen huonoina aikoina, on jo pyöreästi tuhat miljardia euroa.
289 Norjaa voi hyvin verrata Venezuelaan, jossa on myös sekä öljyä että vesivoimaa. Siellä öljystä saatuja
290 tuloja ei ole rahastoitu ja maa on ollut julkisuudessa pääasiassa köyhän kansan kapinoinnin vuoksi.
291 Maiden eroja ovat muun muassa Venezuelan alhainen ja Norjan korkea veroaste sekä Norjan pienet
292 ja Venezuelan suuret tuloerot. Tietenkin asiaan vaikuttavat monet muutkin tekijät, mutta kärjistetysti
293 voi sanoa, että jos korkea veroaste ja pienet tuloerot haittaisivat taloudellista toimeliaisuutta,
294 Norjalla pitäisi mennä huonosti ja Venezuelalla hyvin.
295
296 Ympäristöön liittyvien verojen lisäksi hyviä ympäristötekoja pitäisi pystyä palkitsemaan. Jotta tähän
297 kuluva raha ei lisäisi verotusta, palkitsemiseen käytettävät varat tulisi siirtää nykyisistä teollisuuden ja
298 maatalouden tuista, joiden tarkoitus jää usein hämärän peittoon. Tärkeäksi tekijäksi koko ympäristön
299 arvottamisessa muodostuvat seuraavat kaksi asiaa. Ensinnäkin, kenen pitäisi maksaa ympäristön

300 käytöstä? Tietysti lähtökohtaisesti ympäristöä käyttävä ja pilaava tuottaja maksaa, mutta viime
301 kädessä kustannus siirtyy tuotteen hankkivalle kuluttajalle, kun tuottaja siirtää kustannukset hintaan.
302 Tässä on merkityksellistä, että ympäristömuuttajat ovat mukana kustannuksissa. Muutenhan
303 tuotteen hinta voi säilyä alhaisena, kun ympäristön pilaamista ei oteta huomioon. Toinen merkittävä
304 kysymys on, ovatko ympäristöön liittyvät kustannukset paikallisia, kansallisia, maiden rajat ylittäviä
305 mutta alueellisia vai globaaleja. Oikeastaan ainut taso, joka ei ole merkittävä, on kansallinen. Melkein
306 kaikki ympäristöasiat, joita käsitellään kansallisesti, ovat joko paikallisia tai kansallisvaltioiden rajat
307 ylittäviä. Vahvojen kansallisvaltioiden aikana olemme vain ottaneet lähtökohdaksi sen, että
308 valtakunnan rajojen sisällä tapahtuvat alueelliset ympäristöhaitat ovat kansallisesti hoidettavia, eikä
309 meidän kuulu puuttua siihen, mitä muissa kansallisvaltioissa tapahtuu. Niin ympäristöasioissa kuin
310 teollisessa toiminnassa tämä kansallisvaltioajattelu on kuitenkin tullut tiensä päähän. Jos voisimme
311 vaikuttaa lähiympäristömme tilaan sillä, että autamme Puolan vedenpuhdistusta, miksi emme tekisi
312 niin – tämän voisi ajatella olevan merkityksellisempää Saaristomeren asukkaalle kuin Sotkamon
313 järiveden metallipitoisuuden nousun estämisen. Yhtä lailla meidän tulisi kantaa huolta enemmän
314 siitä, millä tavalla viljellystä puuvillasta käyttämämme paidat valmistetaan, kuin lähialueillamme
315 kasvatetun viljan pysymisestä geenimuuntelettomana.

316

317 **4. Globalisaatio**

318

319 Ilma- ja merivirtojen mukana kemikaalit leviävät kaikkialle. Grönlannin jääkarhuista voidaan mitata
320 yhdisteitä, jotka on tuotettu New Yorkissa ja Etelämantereen pingviineistä myrkkyjä, jotka on
321 valmistettu Pekingissä. Stratosfäärin otsoniaukon muodostumisessa tärkeimmät kemikaalit, freonit,
322 nousivat kaikkialta jääkaappien, pakastimien ja ilmastointilaitteiden jäähdytysaineista. Ympäristöä
323 pilaavien aineiden leviäminen maiden rajoista riippumatta merkitsee osaltaan sitä, että perinteisten
324 kansallisvaltioiden aika on ohi. Vaikka valtion omat ympäristövaatimukset olisivat tiukat, ilman ja
325 veden saasteiden kulkeminen rajojen yli aiheuttaa pilaantumista, jos jokien, ilma- ja merivirtojen

326 suunnat ovat sellaisia, että saasteet kulkeutuvat rajojen yli. Kaukokulkeutumisen merkitys tuli hyvin
327 näkyviin Euroopan haposadeongelman yhteydessä: ennen kaikkea lohikalojen katoaminen Norjan
328 tunturijärvistä pystyttiin kytkemään Brittein saarten teollisuuden ja voimalaitoksien savukaasuihin.
329 Varhemmin ”Euroopan viemäriksi” kutsuttu Rein kulkee useiden valtioiden kautta ja esimerkiksi
330 Sveitsin lääketeollisuus laski päästönsä ennen huonosti puhdistettuna jokeen. Viime vuosien kuluessa
331 Reinin veden laatu on kansainvälisten sopimuksien ja yhteistyön ansiosta parantunut merkittävästi.
332 Itämeren vedenkirto kulkee itä- ja eteläsuunnasta Suomenlahden pohjukkaan ja sieltä pohjois- ja
333 länsirantaa pitkin Suomenlahtea ja Itämeren etelään. Näin ollen Puolan, Baltian maiden ja Venäjän
334 saasteet ovat omiemme lisäksi rantojemme riesana.

335

336 Kaukokulkeutumisen lisäksi globalisaatioon liittyy monia muitakin suoraan ympäristöön yhdistettäviä
337 piirteitä. Suomesta ja muualta Euroopasta on teollisuustuotanto siirtynyt nopeassa tahdissa
338 halvemman kustannustason alueille. Yleensä tuodaan esiin vain palkkaerot - palkat ovatkin Kiinassa,
339 Intiassa, Bangladeshissä ja Afrikan maissa paljon Suomea tai muuta Eurooppaa alempia. Alhaisiin
340 tuotantokustannuksiin liittyy kuitenkin useita ympäristöön kohdistuvia tekijöitä, joita me
341 eurooppalaiset emme omilla nurkillamme hyväksyisi. Silti olemme valmiita ostamaan tuotteita,
342 joiden valmistuksessa ei piitata asioista, joita me omassa lähipiirissämme edellytämme. Uutiskuvat
343 Pekingin ilmasta nyt ovat pahempia kuin pahimman savusumun aikaan – 40-50 vuotta sitten - Länsi-
344 Euroopan ja Pohjois-Amerikan suurkaupungeista otetut. Kiina on ohittanut Yhdysvallat maailman
345 suurimpana hiilidioksidin tuottajana ja kun savukaasuja ei lainkaan puhdisteta, ilman pienhiukkasten
346 määrä Pekingissä ylittää suurimmillaan tuhansia kertoja Euroopassa hyväksyttävät pitoisuudet.
347 (Energiantuotannon keinoja ja niihin liittyviä ongelmia tarkastellaan tarkemmin myöhemmin).
348 Useisiin Kiinan jokiin tulee sellainen jätevesikuorma, että se aiheuttaa eliöstön kuoleman kuten
349 Suomen puunjalostustehtaiden lähivesissä 1960-1970-luvuilla. Tuolloinhan tehtaiden lähivedet
350 vaahtosivat ja haisivat ja olivat täysin kalattomia. Kun Suomessa sekä Talvivaaran jätevesipäästöt että
351 Harjavallan nikkelionnettomuus 2015 olivat suuria uutisia, niin vastaava jokien saastuminen on Kiinan

352 kaivos- ja metallienkäsittelyalueilla täysin normaali tila. Jokien metallisaasteet koskevat meitä kaikkia,
353 koska tietokoneiden, älypuhelimien ja taulutelevisioiden valmistuksessa tärkeät harvinaiset
354 maametallit tuotetaan ennen muuta – noin 70 %:sti - Kiinassa. Niinpä se, että haluamme
355 mahdollisimman halpoja tietotekniikan tuotteita, onnistuu tällä hetkellä vain Kiinan vesien
356 saastumisen kustannuksella.

357

358 Intiassa on nykyisin yksi maailman suurimmista lääke- ja muun kemian teollisuuden keskittymistä.
359 Kun tehtaiden jätevedet puhdistetaan huonosti tai ei ollenkaan, ovat esimerkiksi tehtaiden lähivesien
360 antibioottipitoisuudet niin korkeita, että lääkekuurilainen saisi päivän lääkeannoksensa juomalla
361 lasillisen teollisuuden pilaaman joen vettä. Vesien pilaantumisen johdosta muun muassa
362 sammakkoeläinten nuijapäissä on yleisesti epämuodostumia. Epämuodostumien vakavuus on niin
363 suuri, ettei moista ole koskaan kuvattu edes Reinin pilaantumisen pahimpina aikoina. Tietenkään
364 jokien raakavettä ei yleisesti juoda, mutta päästöjen seurauksena antibioottiresistenttien bakteerien
365 kirjo ja määrä kasvavat suuresti. Kun vielä bakteerien geenit siirtyvät suhteellisen vaivattomasti
366 lajista toiseen, voivat antibioottiresistenssigeenit siirtyä maaperän bakteereista nopeastikin erilaisiin
367 taudinaiheuttajiin ja sairaaloissa esiintyviin bakteereihin. Globalisaation tuloksena matkailu on
368 lisääntynyt räjähdysmäisesti. Jo tämä sellaisenaan lisää todennäköisyyttä, että antibioottiresistentit
369 bakteerit siirtyvät esimerkiksi Intiasta Suomeen, mutta erityisesti yksi viimeaikainen trendi
370 yhdistyneenä antibioottien esiintymiseen luonnossa kiihdyttää antibioottiresistenttien bakteerien
371 siirtymistä eri puolille maapalloa. Halvan hintatasonsa ansiosta Intiasta on tullut merkittävä
372 terveysturmatkailun kohde: siellä tehdään paljon erilaisia kauneusleikkauksia ja eräät terveysturmatkailun
373 tarjoajat ovat ruvenneet hoitamaan yleisestikin leikkauksia intialaisissa sairaaloissa. Leikkausten
374 yhteydessä on melkoisen todennäköistä, että potilas saa uusia bakteereita. Vaikka ne eivät
375 aiheutakaan mitään oireita suurimmalle osalle ihmisistä, voivat antibioottiresistentit bakteerit levitä
376 Suomen ja muiden maiden sairaaloihin erityisesti, jos Intiassa leikatut potilaat joutuvat jostain syystä
377 sairaalahoitoon näissä maissa. Pelkistetyksi terveysturmatkailun lopputuloksena voi olla

378 antibioottiresistenttien bakteerien leviäminen vedenpuhdistuksen puutteiden seurauksena. Suurena
379 syynä tähän on, että lääkkeiden hinta pyritään minimoimaan. Seurauksena tosin on, että jonkin
380 verran halventuneiden lääkekulujen sijasta terveydenhoidon kustannukset nousevat
381 räjähdysmäisesti antibioottiresistenssin lisääntymisen myötä.

382

383 Globalisaatioon liittyy myös se, että esimerkiksi laivojen romuttaminen tehdään suurimmalta osin
384 halvan hintatason maissa kuten Intiassa ja useissa Afrikan maissa. Euroopassa vaadittavia
385 työsuojelumääräyksiä ei romuttamoissa noudateta. Ympäristön kannalta ennen kaikkea kaksi
386 romutukseen liittyvää tekijää on haitallista. Ensinnäkin romuttamojen jätevesien puhdistus on
387 yleensä heikkoa, minkä seurauksena erityisesti lähiympäristön metallipitoisuudet ovat kohonneet.
388 Toiseksi romutettavan jätteen (sillä sitähan esimerkiksi romutettavat laivat ovat) kuljettaminen
389 maailman merillä lisää sekä haaksirikko- että öljyvahinkoriskejä merkittävästi. Romuttamojen lisäksi
390 erilaisten ongelmajätteiden käsittely on usein ”ulkoistettu” halpamaihin. Tällä hekellä yli puolet
391 maailman elektroniikkajätteestä käsitellään Kiinassa. Jätteenkäsittelyn ”ulkoistaminen” tarkoittaa
392 valitettavan usein sitä, että jätteen vastaanottava taho saa maksun siitä, että jäte saadaan pois
393 perinteisistä teollisuusmaista, muttei käsittele jätettä millään tavoin tai jos käsittelee, niin
394 työntekijöiden olosuhteet ovat niin huonoja, että heistä mitatut myrkkymäärät kohoavat huimiksi.
395 Samoin jätteiden pääsy ympäristöön on esimerkiksi puutteellisen savukaasujen ja jäteveden
396 puhdistuksen takia suuri ongelma. Eurooppalainen ongelmajätteen toimittaja sulkee silmänsä siltä,
397 että jäte pilaa vastaanottavaa ympäristöä. Ongelmajätteen kuljetus aiheuttaa myös merkittäviä
398 riskejä kuljetuksen aikana tapahtuviin onnettomuuksiin joko maalla tai merellä. Näiden tuloksena
399 tapahtuvat myrkylliset päästöt voivat pilata ympäristöä laajallakin alueella.

400

401 Globalisaation uutisointiin on melkein aina liittynyt Euroopan julistaminen auringonlaskun alueeksi,
402 joka on kaikissa suhteissa jäänyt kehityksen jälkeen. Mikäli talouden laskenta ottaisi ympäristön
403 huomioon, näin ei olisi. Kaikissa ympäristömääräyksissä Eurooppa on edelläkävijä. Tämän

404 seurauksena ympäristötekniikan kehittämisessä Eurooppa on selvä ykkönen. Eurooppa on ainut
405 merkittävä talousalue, jossa politiikassakin ajatellaan tulevien sukupolvien tarvitsevan elää
406 kelpoisissa oloissa – samankaltaista eliitin suhtautumista ei Yhdysvaltojen poliittisten ja
407 taloudellisten vaikuttajien enemmistön keskuudessa vielä ole. Kun elinkeinoelämän johto usein
408 puhuu siitä, että Euroopan elinkeinoelämä on vanhakantaista eikä läheskään yhtä joustavaa kuin
409 esimerkiksi Yhdysvalloissa ja valittaa, että täällä ympäristön huomioonottamisen kustannukset
410 säilytetään elinkeinoelämälle, niin tämä vasta on antiikkista ajattelua. Olemme ilman muuta tulleet
411 tilanteeseen, jossa todella suuret innovaatiot tehdään ympäristö – ja sitä kautta tulevat sukupolvet -
412 huomioon ottavassa teknologiassa. Kun maailmaa kulutetaan selvästi sen kantokyvyn ylittävästi, on
413 todella vanhanaikaista asettaa taloudelliset ja ympäristönäkökohdat vastakkain. Niin kutsutut
414 talouden ratkaisut kun sisältävät paljon lainaa, joka on otettu tulevilta sukupolvilta (esimerkiksi
415 tulevat sukupolvet joutuvat maksamaan kaikki ne kustannukset, jotka jonkin kemikaalin poistaminen
416 vaatii ympäristön säilyttämiseksi elinkelpoisena): nämä kustannukset ovat sellaisia, joita
417 ympäristönäkökulmat huomioonottavat ratkaisut pyrkivät sisällyttämään. Lyhyellä aikavälillä tulee
418 tällöin lisää kustannuksia, mutta pitkällä aikavälillä ympäristöinnovaatiot voivat tuoda merkittävän
419 edelläkävijän aseman. Tämä mahdollisuus Euroopalla on; talousalueemme on ympäristöasioissa
420 edellä Pohjois-Amerikkaa ja huomasti edellä tämänhetkisiä halpatuotantomaita. On oikeastaan sääli,
421 että niissä ei ole alun perin rakennettu tuotantoa ottamaan huomioon ne ympäristövaatimukset,
422 joita Euroopassa nyt edellytetään; tällä tavalla tehtynä ympäristön huomioonottamisesta koituvat
423 kustannukset olisivat voineet säilyä siedettävänä. Nykyiset halpatuotantomaat pitävät oikeutenaan
424 saavuttaa länsimaiden elintason, ennen kuin heiltä voidaan edellyttää ympäristön
425 huomioonottamista.

426

427 **5. Ilmastonmuutos**

428

429 Ilmastonmuutos on parin viime vuoden aikana noussut asiaksi, josta on tullut yleisesti hyväksytty
430 ilmiö. Jopa niin, että Pariisin ilmastokokous 2015 saavutti maailmanlaajuisen sovun ja että
431 Ilmastosopimus tuli voimaan loppuvuodesta 2016 – ratifiointi tapahtui ennätysmäisen nopeasti
432 suurimmat saastuttajat Kiina ja USA etunenässä (sopimuksen voimaantulo edellytti, että ratifioinnin
433 oli tehnyt vähintään 55 maata, joiden hiilidioksidintuotanto oli vähintään 55 % maapallon
434 kokonaistuotannosta). Sopimuksessa on mukana lähes 200 valtiota ja sen päämääränä on rajoittaa
435 lämpötilan nousu korkeintaan kahteen, mutta mieluummin 1,5 asteeseen pääasiassa
436 hiilidioksidipäästöjä rajoittamalla. Ennen kaikkea fossiilisten polttoaineiden käyttöä
437 energiantuotannossa pyritään vähentämään. Ympäristösopimuksen toteutumista tarkastellaan viiden
438 vuoden välein. Merkittävin muutos aiempiin ilmastokokouksiin oli Pariisissa se, että
439 ”ilmastoskeptikoiden” lobbausryhmät eivät saaneet juuri lainkaan huomiota tai tukea. Myös
440 aiempien kokousten teollisuusmaat-kehitysmaat vastakkainasettelu oli selvästi vähentynyt.
441 Ristiriidan pieneneminen oli melkoisen ratkaisevaa sopimukseen pääsyn kannalta, koska maailman
442 suurin hiilidioksidin tuottaja Kiina oli jäänyt aikaisemmissa kokouksissa sivuun kaikista päästöjen
443 vähennystavoitteista vedoten asemaansa kehitysmaana, jota ei voida velvoittaa rajoittamaan
444 hiilidioksidin tuotantoaan. Myös toinen suuri fossiilisten polttoaineiden käyttäjä, Intia, saatiin
445 mukaan samoin kuin kaikkein suurin öljyn tuottaja, Saudi-Arabia. Jo ennen ilmastosopimuksen tekoa
446 suurimmat hiilidioksidin tuottajat Kiina ja USA lupasivat vähentää kasvihuonekaasujen päästöä
447 lähivuosisikymmeninä. Niiden lupaukset päästöjen rajoittamisesta uutisoitiin merkittävänä askeleena
448 hiilidioksidipäästöjen hillitsemisessä. Periaatteellisella tasolla näin onkin; ensimmäistä kertaahan
449 maapallon suurimmat hiilidioksidin tuottajat myönsivät, että heidän olisi tehtävä päästöille jotakin.
450 On kuitenkin muistettava, että USA:n esittämät päästöjen rajoitukset tarkoittavat vain sitä, että
451 päästöt henkeä kohden pysyisivät suunnilleen kaksinkertaisina Eurooppaan nähden. Kiinan osalta
452 esitys tarkoittaa, että vuoteen 2030 asti päästöt Eurooppaan nähden suurenisivat – kun ne jo nyt
453 ovat henkeä kohden suuremmat kuin Euroopassa niin vuoteen 2030 mennessä ero olisi ehkä
454 kaksinkertainen. Hiilidioksidipäästöistä on tosin tullut viime aikoina hyviä uutisia: maailmanlaajuisesti

455 päästömäärät ovat nousseet vain minimaalisesti tai kääntyneet jopa laskuun 2014-2015 aikana.

456 Suurin syy tähän on se, että fossiilisten polttoainheiden käytön myötä Kiinan suurkaupunkien
457 ilmanlaatu on heikentynyt suuresti, minkä takia siellä pyritään tuottamaan energiaa enenevässä
458 määrin muuten kuin hiilivoimaloissa.

459

460 Kuitenkaan tällä hetkellä toteutumassa olevat päästövähennykset eivät mallinnusten mukaan riitä
461 siihen, että lämpötilan nousu saadaan pidetyksi alle kahdessa asteessa. Eri valtioiden sitoumukset
462 riittävät tämänhetkisen arvion mukaan estämään lämpötilanousun yli 3-4 asteen. Lisäksi vaikka
463 Yhdysvallat on jo ratifioinut Barack Obaman johdolla Pariisin sopimuksen, konservatiiviset piirit
464 vastustavat edelleen sopimukseen liittyviä muutoksia kuten fossiilisten polttoaineiden käytön
465 vähentämistä energiantuotannossa.

466

467 Maailmanlaajuisestikin konservatiivinen talouselämä on jyrkästi ollut sitä mieltä, ettei
468 ilmastonmuutosta ole tapahtunut. Uutisointi ilmastonmuutoksesta on viime aikoihin asti ollut
469 esimerkki tapauksesta, jossa suurelle yleisölle tarkoitettu media on ylläpitänyt kuvaa, että alan
470 tutkijoiden mielipiteet poikkeaisivat toisistaan selvästi. Monesti tämä on kuitenkin tarkoittanut sitä,
471 että poikkeavan mielipiteen esittäjäksi on haettu muun alan tutkija, joka omasta mielestään pystyy
472 kumoamaan ilmastouutisessa esitetyt asiat. Useimmiten hänen esittämänsä väitteet ovat kuitenkin
473 olleet hyvin ilmastotutkijoiden tiedossa ja ne on otettu huomioon erilaisia arvioita tehtäessä. Lisäksi
474 media on tuonut harvoin esiin sitä, kuinka pieni osa tutkijoista on sitä mieltä, ettei ihminen vaikuta
475 ilmastoon – yksi tai muutama tällainen mielipide ei kaada tiedeyhteisön laajaa konsensusta.

476 Mielenkiintoista on, että nyt kun Pariisin ilmastoneuvotteluissa saavutettiin sopu ja sopimus astui
477 voimaan marraskuun alkupäivinä 2016, kaikki uutisointi Suomessa on jättänyt aiemman
478 ilmastomuutosta kyseenalaistavan näkökulman unholaan.

479

480 Ilmastonmuutos on monessa suhteessa ongelmallinen kokonaisuus. Ensinnäkin se jos mikä on
481 esimerkki globalisaatiosta ja siitä kuinka tämänhetkiset, lyhytnäköiset taloudelliset edut huonontavat
482 selvästi tulevien sukupolvien toimeentuloa. Lisäksi luontaisten muutoksien ja ihmisen vaikutuksen
483 erottaminen toisistaan on erittäin vaikeaa. "Ilmastoskeptikot" ovat usein esittäneet, että se mitä
484 "ilmastouskovaiset" sanovat suurelta osalta ihmisen aiheuttamaksi ilmastomuutokseksi onkin
485 luontaista. Tällainen uutisointi unohtaa kokonaan, että ilmastomuutoksen tutkijat ovat hyvin tietoisia
486 siitä, että maapallon keskimääräinen ja eri alueiden lämpötila on vaihdellut useilla asteilla geologisen
487 historian aikana. Toinen "ilmastoskeptikkojen" yleinen väite on, että "ilmastouskovaisten" esittämät
488 muutosjaksot ovat niin lyhyitä, ettei niiden perusteella voi tehdä mitään johtopäätöksiä. Erityisesti
489 tämä koskee niin kutsuttua jääkiekkomailakuvaajaa, jossa lämpötilan noususta 1900-luvulla tehty
490 kuvaaja näyttää mitatun lämpötilan nousseen jyrkästi teollistumisen alun jälkeen. Merkittävää tässä
491 on, että sen jälkeen kun kuvaaja on esitetty, ilmastotutkijat ovat yleisesti tuoneet esiin sen, että
492 1800-luvun puolivälissä lämpötilat olivat erityisen alhaiset. Lisäksi "ilmastoskeptikot" itse esittävät
493 käytännössä yhteen vuoteen perustuen, kuinka viimeisten viidentoista vuoden aikana lämpötila ei
494 ole noussut lainkaan. Jos lähtövuodeksi otetaan 1998, muutosta ei näytäkään olevan. Tämä johtuu
495 ennen muuta siitä, että vuoden 1998 keskimääräinen lämpötila oli erityisen korkea: jos lähtövuodeksi
496 otetaan 1999, lämpötilan nousu 2000-luvulla on selvä. Siis "ilmastouskovaisten" lyhytaikaiset (sata
497 vuotta) mittausjaksot eivät riitä päätelmien tekoon, mutta "ilmastoskeptikoille" riittää yhden vuoden
498 poikkeavuus, jotta "ilmastouskovaisten" voi osoittaa olevan väärässä.

499

500 Maapallon lämpötila perustuu perimmiltään auringosta tulevaan säteilylämpöön. Tällä perusteella on
501 esitetty, että auringon aktiivisuuden muutokset selittäisivät suuren osan maapallon lämpötilan
502 muutoksista. Kun auringon pitkäaikainen aktiivisuus on ollut korkea käytännössä koko teollistuneen
503 ajan, jotkut ovat esittäneet, että havaittu lämpötilan nousu johtuisi pääosin auringon lisääntyneestä
504 säteilystä. Tämän ajatusmallin mukaan lämpötilan nousu katkeaa, kun auringon aktiivisuus nyt
505 rupeaa pienenemään. Toistaiseksi ei ole mittaustietoa siitä miten paljon auringon aktiivisuuden

506 muutokset sellaisinaan vaikuttavat maapallon lämpötilaan. On esitetty arvioita, että vaikutukset
507 olisivat alle asteen suuruisia, mutta vasta sitten kun mittauksia alhaisen auringon aktiivisuuden ajalta
508 on, nähdään miten paljon auringon aktiivisuuden muutokset näkyvät havaituissa lämpötiloissa.
509
510 Auringon säteilyn lämmittävä vaikutus riippuu siitä, miten suuri osa säteilystä saavuttaa maan pinnan
511 ja miten paljon heijastuu pois. Suurimmalta osalta nousevan hiilidioksidipitoisuuden vaikutuksen
512 arvellaan johtuvan siitä, että se vähentää lämpösäteilyn karkaamista ilmakehästä. Yleisesti ottaen
513 pilvimuodostus ja ilmakehän pienhiukkaset vaikuttavat sekä maan pinnalle saapuvan että karkaavan
514 säteilyn määrään. Säteilyn aallonpituus määrää sen, miten läpäisevää säteily on: mitä lyhyempi
515 aallonpituus, sitä suurempi läpäisevyys. Esimerkkinä tästä on se, että radioaallot kulkevat seinien
516 läpi, mutta pitempiaalton näkyvä valo ei läpäise verhoja. Maan pinnalle tulevan säteilyn
517 aallonpituus on lyhyempi kuin pinnalta pois heijastuvan. Pois heijastuvan säteilyn aallonpituus taas
518 vaihtelee heijastuspinnasta riippuen. Tämän takia pääasiassa vesihöyrystä johtuvan
519 pilvimuodostuksen vaikutukset lämpötilaan voivat olla sekä lämmittäviä että jäähdyttäviä. Silloin kun
520 pilvimuodostukseen liittyy paljon pienhiukkasia, säteilyn pääsy maan pinnalle vähentyy enemmän
521 kuin lämpösäteilyn ulosheijastuminen ja jäähdyttävä vaikutus dominoi. Täten tulivuorenpurkaukset
522 yleensä laskevat lämpötilaa ja esimerkiksi dinosaurusten arvellaan kuolleen sukupuuttoon suuren
523 meteoriitin iskeydyttyä maahan ja muodostuneiden pölypilvien jäähdytettyä maapalloa. Vaaleista
524 pinnoista säteily heijastuu takaisin aallonpituuden juurikaan muuttumatta ja poistuu ilmakehästä sitä
525 lämmittämättä. Mitä tummempi pinta on sitä enemmän se ”imee” lämpöä ja siitä pois heijastuvan
526 säteilyn aallonpituus kasvaa. Tämän takia pohjoisen merijään sulamisella on suurempi vaikutus kuin
527 pelkkä hiilidioksidin nousu aiheuttaisi – sulaneen merijään tilalla näkyvä meri on jäätä huomattavasti
528 tummempaa. Lämpösäteilyn saavuttaman pinnan värin merkityksen näemme selvästi joka kevät
529 lumen sulaessa. Niin kauan kuin tummia päiviä ei ole, lumi sulaa hitaasti, mutta sulaminen kiihtyy kun
530 maan pinta paljastuu.
531

532 Yksittäisen paikan lämpötilan muutokset voivat kuitenkin poiketa hyvinkin paljon keskimääräisestä.
533 Merijään sulaminen voi vaikuttaa merivirtojen voimakkuuteen ja suuntaan. Kun esimerkiksi Suomen
534 lämpötila on lämpimän Golf-virran ansiosta useita asteita korkeampi kuin samoilla leveyspiireillä
535 olevien muiden alueiden, voi yleiseen lämpötilan nousuun liittyvä merivirtojen ominaisuuksien
536 muutos näkyä keskilämpötilan laskemisena Suomessa. Jos näin tapahtuu, ennen muuta talvet
537 kylmenevät ja pitenevät – sen sijaan kesälämpötilat voivat jopa nousta. Ilmastomme muuttuisi tällöin
538 mantereiseen suuntaan. Veden kierto tapahtuu tällä hetkellä siten, että lämmin vesi virtaa meren
539 pinnassa pohjoiseen ja kylmetessään painuu pohjaan virraten pohjavirtauksena etelään nousten
540 lämmitessään jälleen pintaan. Kun jäätiköt esimerkiksi Grönlannissa sulavat, mereen tulee kylmää
541 makeata vettä. Vähäsuolaisen veden tiheys on pienempi kuin suolaisen, joten kylmän veden
542 vajoaminen hidastuu ja veden kierto lämpimien ja kylmien alueiden välillä heikkenee. Tällöin Golf-
543 virtakin hidastuu ja sen lämmittävä vaikutus vähenee. Tämän mahdollisuuden mukaisia muutoksia,
544 esimerkiksi lämpimän pohjoiseen menevän merivirran hidastumista, on jo havaittu.

545
546 Tärkein syy siihen, että ihmisen vaikutus ilmastoon on hyväksytty hitaasti, lienee se, että
547 ilmastovaikutukset kyseenalaistavat perinteisen taloudellisen toiminnan ja fossiilisiin polttoaineisiin
548 perustuvan energiapolitiikan. Ilman muuta on kiistatonta, että ihmisen toiminta on nostanut
549 ilmakehän hiilidioksidipitoisuutta. ”Ilmastoskeptikot” ja konservatiiviset talouspirit ovat kuitenkin sitä
550 mieltä, että tällä ei ole merkittävää lämpötilavaikutusta. Tällaisen johtopäätöksen tekemisessä
551 unohdetaan kuitenkin esimerkiksi sellainen havainto, että lämpötilan muutostrendeistä voidaan
552 paikallistaa ajankohdat, maailmanlaajuinen suuri lama ja toinen maailmansota, jolloin
553 teollisuustuotanto yleisesti vähentyi. Maailmanlaajuisesti on toki tapahtunut merkittävä muutos
554 siinä, mistä tuotettu hiilidioksidi tulee. Euroopan, missä päästörajoitukset ovat selvästi tiukimmat,
555 osuus on vähentynyt merkittävästi, kun taas Kiina on noussut suurimmaksi hiilidioksidin tuottajaksi.
556 Euroopassa ei öljyteollisuuden lobbaus, minkä mielestä ihmisen vaikutukset ilmastoon ovat vähäiset,
557 ole läheskään yhtä voimakasta kuin USA:ssa. Tällä hetkellä suurin hiilidioksidin tuottaja on Kiina ja

558 sitä seuraavat Yhdysvallat ja Euroopan Yhteisö tässä järjestyksessä. Henkeä kohti laskettaessa
559 Australia, Saudi-Arabia, Yhdysvallat ja Kanada muodostavat kyseenalaisen kärkijoukon; niissä
560 tuotetaan jokaista ihmistä kohti yli kaksinkertainen määrä hiidioksidia Eurooppaan verrattuna.
561 Henkeä kohti lasketussa hiilidioksidin tuotannossa Euroopan edelle menevät suurista talousalueista
562 myös Kiina, Japani ja Venäjä.

563

564 Tosiasia on kuitenkin se, että ihmisen toiminta (energiantuotanto, liikenne yms) edustaa vain pientä
565 osaa, tällä hetkellä todennäköisesti alle viidennestä, kokonaishiilidioksidintuotannosta. Tämä
566 viidennes saattaa kuitenkin olla se korsi, joka katkaisee kamelin selkärangan – aiheuttaa päästöjen
567 määrän nousun sellaiseksi, ettei tasapainoa pystytä saavuttamaan. Ihmisen osuus hiilidioksidin
568 tuotannossa ei lisäksi suinkaan rajoitu liikenteeseen, energiantuotantoon ja muihin yleisesti
569 keskustelussa mukaan tuotuihin asioihin. Ajanlaskun alussa 2000 vuotta sitten ihmisiä oli vain pari
570 sataa miljoonaa kun meitä nyt on lähes kahdeksan miljardia – melkein 40-kertainen määrä. Nopeimmin
571 maapallon väkiluku on kasvanut 1900-luvulla, aikana jolloin hiilidioksidin määrä ilmakehässä on
572 kasvanut voimakkaasti. Jokainen meistä tuottaa suunnilleen 500 litraa puhdasta hiilidioksidia
573 vuorokaudessa. Lisäksi kasvanut ihmismäärä tarvitsee aikaisempaa enemmän ravintoa ja kun kaikkialla
574 elintason nousun myötä lihankulutus on kasvanut, esimerkiksi Kiinassa monikymmenkertaistunut,
575 kotieläinten määrä on kasvanut räjähdysmäisesti ihmismäärän kasvaessa. Kehittyneissä maissa myös
576 lemmikkieläinten määrä on lisääntynyt selvästi. Nämä tekijät ovat merkittävä, mutta harvoin mainittu
577 osanen viime aikoina tapahtuneessa ilmakehän hiilidioksidin pitoisuuden kasvussa. Edellä mainittu
578 koskee nimenomaan sitä, että kaikki eläimet tuottavat hiilidioksidia hengityksessään, ei sitä, kuinka
579 käytetty ravinto vaikuttaa ihmisen hiilidioksiditaseeseen.

580

581 Myös kaikki ne tekijät, jotka lisäävät mikroorganismien hengitystä, lisäävät hiilidioksidin tuotantoa.
582 Potentiaalisesti eniten hiilidioksidia voisi kuitenkin vapautua kasvillisuudesta – ehkä 80-90 % kaikesta
583 hiilestä on kasveissa. Näin ollen kaikki ne tekijät, jotka lisäävät kasvillisuudesta vapautuvaa

584 hiilidioksidia, esimerkiksi metsien ja ruohostojen poltto, aiheuttavat ilmastonmuutoksen pahentumista.
585 Suuret metsä- ja ruohostopalot ovatkin merkittävä hiilidioksidin tuottaja: esimerkiksi Indonesian 2015
586 tulipalot tuottivat yhtä paljon hiilidioksidia kuin Saksan teollisuus, energiantuotanto ja liikenne koko
587 kyseisenä vuonna. On myös muistettava, että hiilidioksidin lisäksi muun muassa metaani on
588 merkittävä ilmaston muutosta aiheuttava kaasu. Metaanin vapautumisen merkitys voi kasvaa
589 tulevaisuudessa, koska sitä on paljon kaikissa arktisen alueen soissa ikiroudan alla, mistä sitä rupeaa
590 pääsemään ilmakehään ikiroudan sulaessa. Myös erityisesti kylmäkoneissa käytetyt fluoriyhdisteet
591 (polyfluorinoidut hiilivedyt – HFC) ovat hyvin voimakkaita kasvihuonekaasuja. Lisäksi ne ovat hyvin
592 stabiileja otsoniaukkoa aiheuttaneiden sukulaistensa freonien tavoin. Nyt (2016) on kuitenkin sovittu,
593 että HFC:iden käytöstä maailmanlaajuisesti luovutaan. Niiden leviämisen estäminen tällä hetkellä
594 edellyttää tietysti, että kylmäkoneiden purkaminen tehdään asianmukaisissa käsittelylaitoksissa, joissa
595 kemikaalit otetaan talteen.

596

597 Hiilidioksidin tuotannon kasvu on toinen puoli ongelmaa, jonka ajatellaan johtavan
598 ilmastonmuutokseen. Kohonnut hiilidioksidin tuotanto ei johtaisi lainkaan ilmakehän
599 hiilidioksidipitoisuuden kasvuun, jos samaan aikaan kasvien hiilidioksidia kuluttava ja happea tuottava
600 fotosynteesi lisääntyisi samassa tahdissa. Näin ei kuitenkaan näytä tapahtuvan. Eniten uutisoitu
601 hiilidioksidin kulutusta vähentävä tekijä ovat sademetsien, erityisesti Amazonasin, hakkuut. Nämä
602 vähentävät merkittävästi maalla tapahtuvaa hiilidioksidin kulutusta. Tässä meidän eurooppalaisten
603 tulee kuitenkin muistaa yksi asia. Kun hollantilainen ympäristöaktivisti meni moittimaan Amazonasin
604 sademetsää polttavaa maanomistajaa, tämä vastasi: ”Meillä on tallella 95 % prosenttia metsistämme.
605 Sen sijaan teillä Hollannissa taitaa olla vain viisi prosenttia alkuperäisestä metsäalasta jäljellä.”

606

607 Puun käytön, käyttömuotojen ja kasvun suhde on kaiken kaikkiaan erittäin tärkeä kokonaisuus, mikä
608 on otettava huomioon, kun hiilidioksidin nettomuodostusta käsitellään. Jos puuta käytetään ennen
609 kaikkea energianlähteenä siten, että puun polttamisessa vapautuva hiilidioksidin määrä ylittää

610 samanaikaisessa metsän kasvussa sitoutuvan, ilmastomuutoksen kannalta puun käyttö
611 energianlähteenä pitää rinnastaa öljyn, hiilen ja turpeen käyttöön. Se, että metsänhoitoa pidetään
612 kasvihuoneilmiötä rajoittavana, perustuu täysin siihen, että metsän kasvussa sitoutuva hiili korvaa
613 puun käytössä vapautuvan. Näin ollen puun käytön eri muodot ratkaisevat, mikä merkitys käytöllä on
614 hiilidioksiditasapainoon. Puurakentamisessa käytetty aines ei vapauta hiiltä ympäristöön, jos talo ei
615 pala. Samoin puisten huonekalujen negatiivinen vaikutus hiilitaseeseen on olematon. Mitä pitempi
616 aika hiilen (=hiilidioksidin) vapautumiseen puun käytössä kuluu, sen edullisempi käyttötapa on
617 hiilidioksiditaseen kannalta.

618

619 Uljaat ja näkyvät sademetsät ovat saaneet selvästi eniten huomiota hiilidioksidinieteläistä puhuttaessa.
620 Myös muiden metsien hakkuiden vaikutuksia hiilidioksiditasapainoon on uutisoitu. Paljon vähemmälle
621 huomiolle on jäänyt merien pääasiassa mikroskoopisten levien merkitys fotosynteesissä ja sitä kautta
622 hiilidioksidin poistajina. Arviolta jopa yli 40 % kaikesta fotosynteesistä tapahtuu valtamerien
623 pintavesissä. Kun merien saastumisen arvioidaan pienentäneen valtamerien fotosynteesiä 20 %,
624 vesien saastumisen merkitys maapallon hiilidioksidinkulutuksen vähentäjänä on jopa suurempi kuin
625 sademetsien hakkaamisen. Täten yhtenä tärkeimmistä ilmastomuutoksen aiheuttavista tekijöistä
626 voikin olla ympäristön saastuminen yleensä – ei pelkästään kasvihuonekaasujen päästöt. Tällöin
627 ihmisen vastuuttomuus ympäristöstä on paljon suurimerkityksisempi ilmastomuutoksen synnyssä kuin
628 silloin, jos vain kasvihuonekaasujen päästöistä puhutaan.

629

630 Kolmas merkittävä muutos, mikä on vähentänyt hiilidioksidin sitoutumista, on aavikoituminen. Viime
631 vuosikymmeninä ovat vähätuottoiset aavikot levinneet kaikkialla. Yleisesti ottaen veden kulutus on
632 ollut huomattavasti sadantaa suurempaa. Tätä on vaikea uskoa, kun pääasiallisesti uutisoidaan
633 lauhkealla vyöhykkeellä lisääntyneitä tulvia. Nekin ovat kuitenkin vain osoitus viime aikoina entistä
634 epätasaisemmin jakautuneesta sadannasta. Ilmaston muuttumiseen liittyykin kaikkien sään ääri-
635 ilmiöiden lisääntyminen ja niiden ennustettavuuden vaikeutuminen: tulvat, myrskyt - joukossa paljon

636 tuhoa aiheuttavat hirmumyrskyt, kuivat kaudet ja lämpöaallot esiintyvät eri paikoissa entistä
637 useammin. Erällä kuivilla alueilla kuten Kalifornia ja Israel veden kulutus on huomattavasti veden
638 saantia suurempi. Tämä näkyy selvästi esimerkiksi siinä, että Jordan-joen virtaama ei riitä
639 lähestulkoonkaan estämään Kuolleen Meren kuivumista. Myös kaupungistuminen – betoniviidakkojen
640 rakentaminen – vähentää merkittävästi kasvillisuutta ja sitä kautta hiilidioksidin poistumista
641 ilmakehästä. Vaikka tämänhetkiset pakolaisvirrat eivät liitykään ilmastomuutokseen, elinolojen
642 huononeminen sateen jakautumisen muuttuessa voi hyvinkin johtaa tulevaisuuden kansainvaelluksiin.
643
644 Jotta hiilidioksidipitoisuuden kohoamista voitaisiin estää, yhtenä keinona on ajateltu muodostuvan
645 hiilidioksidin pumppaamista maankuoren sisään – käytännössä kivien huokosiin ja kallioperän
646 aukkoihin. Vaikka hiilidioksidin poistaminen tällä tavoin onkin jo teknisesti mahdollista, se olisi kallista
647 ja nostaisi hiilidioksidia tuottavien laitosten kustannustason sietämättömän korkealle ilman tukia.
648 Koituvien kustannuksien suuruusluokka lienee samaa tasoa kuin se, että muodostuva hiilidioksidi
649 poistettaisiin istuttamalla riittävä määrä puita. Esimerkiksi mahdollisena ilmastomuutoksen
650 estämistoimena on esitetty sitä, että puustoa kasvatetaan toimimaan hiilidioksidinieluna. Kasvanut
651 puu käytetään energiantuotannossa, jossa muodostuva hiilidioksidi pumpataan kallioperään. Tällä
652 tavoin energian tuotanto toimisi ilmastomuutoksen estäjänä poistaen hiilidioksidia sitä enemmän mitä
653 enemmän energiaa tuotetaan. Vaikka periaatteessa ajatus onkin hyvä, se ei vielä ota huomioon paria
654 asiaa: ensinnäkin kaikki energiantuotantoon käytettävien kasvien kasvupinta-ala on pois
655 ravinnontuotannosta ja toiseksi enegiantuotantoon käytettävien kasvien vedentarve vähentää
656 ravinnontuotannon vedensaantia. Veden riittävyys voikin viime kädessä rajoittaa menetelmän
657 leviämistä. Ilmastomuutoksen hillitsemisessä on merkittävää, että viime aikoina eri yritykset ovat
658 kehittäneet innovaatioita, joiden pyrkimys on käyttää hiilidioksidia erilaisten tuotteiden
659 valmistamiseksi. Tämän tyyppinen tuotekehitys olisi hyvinkin tuotantotukien arvoista, koska se
660 mahdollistaisi kestäväen kehityksen.
661

662 Kun hiilidioksidipäästöistä puhutaan, lähes aina kiinnitetään huomiota vain ilmaston lämpenemiseen.
663 Yhtenä merkittävistä asioista on lisäksi jäätikköjen sulaminen ja siihen liittyvä merenpinnan nousu.
664 On toki tärkeää muistaa, että vain jää, joka on kuivalla maalla, aiheuttaa sulaessaan meren pinnan
665 nousun. Pohjoisella pallonpuoliskolla Grönlannin jäätiköt ovat merkittävin tällainen meriveden pintaa
666 kohottava kokonaisuus. Pohjoisen Jäämeren merijää ei vaikuta veden korkeuteen lainkaan.
667 Etelänapamantereen jäätikön sulaminen voi vaikuttaa vedenkorkeuteen pohjoisen pallonpuoliskon
668 muutoksiin verrattuna paljon enemmän. Sielläkin osa jäätiköstä on periaatteessa merijäätä. Meren
669 pinnan kohoaminen voisi vaikuttaa yli miljardin ihmisen elinolosuhteisiin: joidenkin asuinpaikka jäisi
670 kokonaan veden alle ja toisten kärsisi säännöllisen epäsäännöllisistä tulvista erityisesti myrskyjen
671 iskiessä rannikoille.

672

673 Hiilidioksidipitoisuuden suurenemiseen liittyy myös merien happamoituminen, mitä väistämättä
674 tapahtuu, vaikka hiilidioksidin määrän lisääntyminen ei johtaisikaan lämpötilan nousuun. Merien
675 happamoituminen vaikuttaa yksinkin vesieliöiden toimeentuloon, mutta vaikutukset suurenevat, jos
676 happamoituminen tapahtuu yhdessä lämpötilan nousun kanssa. Tällöin eliöt kärsivät kahdesta eri
677 stressistä. Uutisissa ovat olleet erityisesti korallit, joiden toimeentuloa ympäristön lämpeneminen
678 näyttää selvästi häiritsevän. Häiriöitä aiheuttaa myös meriveden happamoituminen. Kalkkikuorien
679 eläinten kuten simpukoiden ja äyriäisten arvellaan kärsivän eniten merien happamoitumisesta, mikä
680 häiritsee niiden kuorien muodostusta voimakkaasti. Jo nykyisin kuoren muodostumisen ongelmia on
681 kuvattu erityisesti arktisten alueiden lajeilla. Ilmastonmuutoksen ja merien happamoitumisen
682 vaikutukset eliöihin riippuvat niiden perinnöllisistä mahdollisuuksista sopeutua vallitseviin oloihin.

683

684 Kaiken kaikkiaan ilmaston muutos on merkittävin yksittäinen uhkatekijä eliöiden toimeentulolle
685 maapallon eri osissa. Tätä näkökulmaa käsitellään myöhemmin sukupuuttoja yksityiskohtaisesti
686 tarkasteltaessa. Ilmastonmuutos on myös noidankehä: ilmaston lämpeneminen ruokkii itseään –
687 jäätikköjen sulaessa maan ja meren pinta tummuu, minkä seurauksena lämpösäteily ei poistu

688 ilmakehästä; ikiroudan sulaessa maaperässä oleva metaani vapautuu tullen merkittäväksi osaksi
689 kasvihuonekaasuja.

690

691 **6. Energia**

692

693 **6.1. Energiantuotannon keinot**

694 Energian tuotannon keinot voidaan jakaa uusiutumattomiin ja uusiutuviin luonnonvaroihin
695 perustuviin. Tämän lisäksi kiinnitetään huomiota energiantuotannon hiilijalanjälkeen, mikä tarkoittaa
696 nettomääräistä hiilidioksidin muodostusta. Energiantuotanto ja ilmastonmuutos liittyvät läheisesti
697 yhteen – kuten ylläolevan perusteellakin on selvää. Uusitumattomiin luonnonvaroihin perustuvia
698 energiantuotannon keinoja ovat fossiilisten polttoaineiden, kivihiihi, öljy ja maakaasu, käyttö sekä
699 ydinvoima, joka perustuu uraanin kaivamiseen. Näiden lisäksi myös turvevoima täytyy lukea
700 uusiutumattomia luonnonvaroja käyttäväksi, koska turpeen uudismuodostus kestää tuhansia vuosia.
701 Itse asiassa turpeen käyttö pitää rinnastaa fossiilisten polttoaineiden käyttöön. Kuten kivihiihi ja öljy,
702 turvekin muodostuu pitkän ajan kuluessa eloperäisestä aineksesta. Tästä johtuen sen polttamisessa
703 vapautuva hiilidioksidi on käytännössä samankaltainen lisä ilmakehän hiilidioksidiin kuin hiilen ja
704 öljyn polttamisessa vapautuva. Lisäksi turpeen käyttöön liittyy se, että usein soiden käsittely lisää
705 metaanin pääsyä ympäristöön, mitä ei tapahdu öljyä ja hiiltä käytettäessä. Ydinvoima poikkeaa
706 muista uusiutumattomia luonnonvaroja käyttävistä energiantuotannon keinoista siinä, ettei se
707 aiheuta hiilidioksidipäästöjä.

708

709 Teollistuminen lähti liikkeelle, kun kivihiihiltä polttamalla saatiin riittävästi energiaa aluksi koneelliseen
710 tekstiiliteollisuuteen mutta myöhemmin muihinkin teollisuuslaitoksiin. Teollistuminen lähti käyntiin
711 Brittein saarilta, jossa hiilikaivokset olivat merkittävä työpaikkojen lähde esimerkiksi Walesissa.
712 Harmaat hiilikaupungit ovat nykyisin lähes kuolleita ja pääsevät otsikoihin vain teini-ikäisten
713 itsemurha-aaltojen tai muiden katastrofien yhteydessä. Hiilen käytön ollessa suurimmillaan Brittein

714 saarien perhosilla osoitettiin teollisuusmelanismin synty: perhosten väri tummeni, jotta ne eivät
715 erottuisi hiilenpölystä tummaksi värjäytyneestä taustastaan. Teollistumisen alkuvaiheet aiheuttivat
716 myös ensimmäiset happosateet – Pohjois-Englannin teollisuus aiheutti Skotlannin vesien
717 happamoitumista. Yksinkertainen ratkaisu ongelman poistamiseksi Skotlannista oli hiiltä käyttävän
718 teollisuuden savupiippujen pidentäminen. Kuten myöhemmin nähtiin, tämä siirsi ongelman
719 Skotlannista pidemmän matkan päähän Norjaan.

720

721 Voidaankin sanoa, että Euroopan ja Pohjois-Amerikan hyvinvointi luotiin suurelta osin kivihieillä.
722 Vasta myöhemmin ovat kivihieiden polton haitat tulleet ilmeisiksi. Tällä hetkellä ne näkyvät selvimmin
723 Kiinassa. Maa on teollistumassa kuten Eurooppa 1800-luvulla. Kun tarvittavan energian määrä on
724 suuri, on Kiinan suurien kaupunkien ilman laatu huonompi kuin Euroopassa koskaan. Kivihieiden
725 poltossa muodostuvan hiilidioksidin lisäksi hiilipölyä on kaikkialla, jos savukaasuja ei puhdisteta.
726 Lisäksi eri alueiden kivihieissä on vaihteleva määrä rikkiä epäpuhtautena. Mitä enemmän rikkiä on,
727 sitä halvempaa hiili yleensä on. Rikkipitoisen hiilen poltossa muodostuvat rikin oksidit aiheuttavat
728 veden kanssa reagoidessaan happaman laskeuman. Kuten ilmaston muutosta käsittelevässä luvussa
729 mainittiin, Kiinassa on ruvettu kiinnittämään huomiota kivihieiden polton aiheuttamiin ilman
730 laadun haittoihin. Kun ilman laadun ongelmat voivat tällä hetkellä aiheuttaa jopa miljoonien
731 kiinalaisten vuosittaisen kuoleman, on muun muassa Pekingin kaupunkialueella kielletty energian
732 tuotanto hiilivoimaloissa. Tämä lienee suurin syy siihen, että Kiina on ratifioinut Pariisin
733 ilmastopöytäkirjan ensimmäisten joukossa.

734

735 Kivihieiden jälkeen tuli seuraavaksi tärkeäksi energian lähteeksi öljy. Tämän hetkinen liikenne, jota
736 käsitellään alla, perustuu melkein kokonaan öljytuotteiden käyttöön. Öljy on pitkään pitänyt niin
737 asunnot, toimistot kuin teollisuuslaitokset lämpiminä. Öljyn ansiosta arabivaltiot ovat rikastuneet.
738 Öljyn saannin takaamisen on katsottu aiheuttaneen useat Lähi-Idän kriisit. Kalastusvaltio Norja
739 rikastui, kun sen rannikkovesiltä ruvettiin löytämään öljyä. Maakaasun ja öljyn vienti Länsi-

740 Eurooppaan on ollut Venäjän talouskasvun perusta 2000-luvulla. Venäjältä Saksaan Itämeren
741 pohjassa kulkeva maakaasuputki on yksi suurimmista viime aikojen fossiilisten polttoaineiden
742 siirtohankkeita. Kiinnostus arktisiin alueisiin on lisääntynyt huomasti, kun Pohjoisen Jäämeren
743 pohjassa arvellaan olevan merkittäviä maakaasu- ja öljykenttiä. Viime aikojen öljyn hinnan lasku on
744 vähentänyt merkittävästi yhtiöiden innostusta osallistua vaikeasti hyödynnettävien arktisten
745 öljykenttien hyväksikäyttöön. Samoin useat sijoittajat ovat ruvenneet luopumaan sellaisten yhtiöiden
746 osakkeista, joiden taseessa hiilen ja öljyn tuotanto ja/tai käyttö on merkitykseltään suuri. Pariisin
747 ilmastopimuksen toteuttaminen olisi kuolinisku fossiilisten polttoaineiden energiakäytölle.

748

749 Fossiilisia polttoaineita ovat siis käytännössä turve, kivihiili, maakaasu ja öljy. Kaikki ne ovat syntyneet
750 eloperäisestä aineksesta, ennen kaikkea kasveista. Turve on näistä tuoreinta; sen muodostumiseen
751 on kaikkiaan kulunut vain muutamia vuosituhsia ja sitä muodostuu suoalueilla koko ajan. Kuitenkin
752 turpeen polttamisessa vapautuva hiilidioksidi on nettolisäys ympäristön hiilidioksidikuormaan. Näin
753 ollen energiantuotannon turpeesta tulisi olla yhtä raskaasti verotettua kuin kivihiili- tai öljypohjaisen
754 energiantuotannon, jos ympäristönäkökohdat olisivat verotuksen perusteena. Turpeen
755 verotuksellista eroa kivihiileen ja öljyyn voidaan perustella Suomessa vain sillä, että toisin kuin muut
756 fossiiliset polttoaineet, se on kotimaista energiaa. Ympäristösyillä ei turvetta voida saada mitenkään
757 paremmaksi energianlähteeksi kuin maakaasu, öljy tai kivihiili. Itse asiassa se voi olla paljon
758 huonompi: turpeennoston yhteydessä soista nousee ilmaan aiempaa enemmän metaania, joka on
759 hiilidioksidia pahempi kasvihuonekaasu.

760

761 Maan pinnalla olevasta turpeesta poiketen kivihiili, maakaasu ja öljy ovat maan uumenissa.
762 Eloperäinen aine muuttuu niiksi, kun paine puristaa ainetta kasaan. Painoyksikköä kohti hiili,
763 maakaasu ja öljy sisältävätkin selvästi enemmän poltettavissa olevaa energiaa kuin turve tai halot. Se,
764 että alun perin suurin osa öljykentistä löydettiin autiomaista, osoittaa, että muinoin Arabian

765 aavikkoalueilla oli paljon kasvillisuutta, joka voi muuttua öljyksi. Viime vuosina öljyä on löytynyt
766 erityisesti merien pohjasta, mannerlaattojen reuna-alueilta.

767

768 Meren pohjan öljynporaukseen liittyy aina se, että pieniä määriä öljyä pääsee veteen. Yksi
769 tärkeimmistä norjalaisen vesistötoksikologian tutkimusaiheista onkin ollut se, vaikuttavatko pienet
770 öljymäärät veden eliöstöön ja jos vaikuttavat, millaisia nämä vaikutukset ovat. Poraussyvyyden
771 kasvaessa kaikkien poraukseen liittyvien osasten täytyy sietää aikaisempaa korkeampia paineita.
772 Tämä lisää valmistuskustannuksia ja oli ehkä yhtenä syynä toistaiseksi kaikkien aikojen suurimpaan
773 öljykatastrofiin, BP:n Deepwater Horizon porauslautan öljyvuotoon, jossa porausventtiilien
774 pettäminen johti siihen, että öljyä pääsi purkautumaan suuria määriä veteen. BP:lle tulleet
775 korvausvaateet ovat kymmeniä miljardeja euroja, mikä osoittaa katastrofin laajuuden.

776

777 Suuret öljymäärät kuljetetaan ennen kaikkea laivoissa. Tärkeimmät kuljetusreitit ovat Arabian
778 niemimaalta Pohjois-Amerikkaan ja Eurooppaan. Kuljetusten suuresta määrästä johtuen haaksirikot
779 ovat väistämättömiä. Kun laivojen koko on suurentunut, öljyvahinkojen potentiaalinen laajuus on
780 kasvanut. Tämän vuoksi vastuulliset öljy-yhtiöt käyttävät tankkereita, joiden kuljetustila on jaettu
781 useihin osastoihin ja joiden pohja koostuu useista päällekkäisistä kerroksista. Molemmat vähentävät
782 haaksirikossa veteen pääsevän öljyn todennäköistä määrää. Kaikesta huolimatta öljytankkereiden
783 haaksirikkoja esiintyy ja kustannusten säästämiseksi jotkut öljyn kuljettajat eivät noudata
784 tankkereiden turvallisuusominaisuuksien viimeaikaisia kohotuksia vaan käyttävät yksirunkoisia
785 laivoja, joissa öljy on vain harvoissa osastoissa. Kaikkein altteimpia reittejä haaksirikoille ovat
786 vilkkaasti liikennöidyt saaristoreitit, jotka ovat jäätyvillä alueilla. Tämä kuvaa hyvin tilannetta Suomen
787 alueella. Toistaiseksi ei Itämerellä kuitenkaan ole ollut suuria öljytankkereiden haaksirikkoja, mikä
788 osoittaa ensinnäkin alueella kulkevien alusten miehistöjen hyvää ammattitaitoa, toiseksi alusten
789 korkeatasoista laatua ja kolmanneksi luotsauksen toimivuutta, mutta myös hyvää onnea.

790

791 Öljyonnettomuuksien uutisoinnissa yleisimmin esiintyvä kuva on öljyn tahrima vesilintu. Linnut
792 pystyvät uimaan kylmettymättä itseään (n. +40°C) paljon viileämmässä vedessä, koska pintajännitys
793 estää veden pääsyn höyhenpeitteen läpi paljaaseen ihoon. Öljy poistaa pintajännityksen, minkä
794 seurauksena höyhenet eivät enää toimi eristeenä ja lintu paleltuu kuoliaaksi sitä nopeammin mitä
795 suurempi lämpötilaero linnun ruumiinlämmön ja veden lämpötilan välillä on. Huomattava on, että
796 trooppistenkin merien veden lämpötila on kymmenisen astetta alhaisempi kuin linnun
797 ruumiinlämpötila. Näkyvien öljylauttojen hajottamiseksi käytetään usein dispersanttiyhdisteitä,
798 minkä ansiosta lintujen ja hylkeiden tahriintumista öljyyn saadaan vähennetyksi ja näkyvät öljylautat
799 häviämään. Pienten öljypisaroiden sekoittuminen veteen lisää kuitenkin huomattavasti pinnan alla
800 olevien eliöiden öljy-yhdisteiden saantia. Kun useat raakaöljyn yhdisteistä ovat myrkyllisiä,
801 öljylauttojen hajottaminen lisää öljyvahingon myrkyllisyyttä suurimmalle osalle merieliöitä. Muutos
802 johtuu nimenomaan öljyn yhdisteistä – dispersiokemikaaleilla ei näytä olevan merkittävää
803 myrkyvaikutusta vedessä mahdollisesti esiintyvissä pitoisuuksissa.

804

805 Koska öljy on eloperäinen tuote, on aikojen kuluessa kehittynyt mikro-organismeja, jotka käyttävät
806 sitä energianlähteenään. Öljyn hajottamisen tehokkuus riippuu lämpötilasta. Mitä korkeampi
807 lämpötila on, sitä enemmän mikrobit kuluttavat energiaa ja käyttävät öljyä ruuakseen. Tästä syystä
808 samansuuruinen öljyvahinko on paljon pitempiaikainen ongelma arktisilla kuin trooppisilla vesillä.
809 Esimerkiksi Alaskan rannikolla haaksirikkoutuneen Exxon Valdezin öljyvahinko on vaikuttanut
810 herkkään arktiseen ekosysteemiin jo yli 20 vuotta.

811

812 Vaikka uutiset kertovatkin vain suurista öljyonnettomuuksista, päivittäin tapahtuu pieniä päästöjä.
813 Harmillisen yleisiä ovat pienet vuodot öljyn porausta aloitettassa ja öljytankkeja täytettäessä. Nämä
814 vahingot on kuitenkin helpompi hyväksyä kuin tahallinen pilssivesien laskeminen mereen. Pilssivedet
815 ovat tyhjentyneiden öljytankkien huuhtelussa vapautuvia vesimassoja, jotka sisältävät jonkin verran
816 veteen sekoittumatonta öljyä. Esimerkiksi Itämerellä on tällaisia täydellisestä piittaamattomuudesta

817 johtuvia öljypäästöjä havaittu ehkä satakunta vuodessa. Niiden sisältämät öljymäärät ovat vain
818 muutamasta kymmenestä satoihin litroiin, mutta päästön pienuus ei paljon lohdata sorsaa, joka
819 tahriutuu ja paleltuu.

820

821 Ennen muuta metaanista muodostuva maakaasu (jossa on lisäksi pieniä määriä etaania, propaania ja
822 butaania) aiheuttaa tuotettua energiayksikköä kohti paljon pienemmän hiilidioksidikuorman kuin
823 kivihiili. Suurelta osin tämän vuoksi useassa paikassa on siirrytty hiilen käytöstä kaasuun. Maakaasu
824 kuljetetaan tavallisesti putkistoissa kaasukentiltä käyttökohteisiinsa. Suurimmat tuottajat ovat
825 Yhdysvallat ja Venäjä. Venäjän maakaasuvarantojen on arveltu olevan jopa neljännes maailman
826 kaikista maakaasuesiintymistä. Suurimmat käyttäjät puolestaan ovat Yhdysvallat, Euroopan Yhteisö ja
827 Venäjä. Maakaasuputkista on viime vuosina ollut paljon uutisia. Ensinnäkin Itämeren pohjalla kulkee
828 nyt Venäjän ja Saksan yhdistävä North Stream putki, jonka tarkoituksena oli osittain korvata Venäjän
829 kaasun kulkeminen Ukrainan läpi menevissä putkissa, kun eri syistä Ukrainan läpi kulkevan kaasun
830 toimitusvarmuus on viime vuosina vähentynyt. Ensimmäisen North Stream putken seuraajaksi on
831 suunniteltu North Stream 2 putkea. Uudeksi maakaasun kulkureitiksi suunniteltu Turkin läpi kulkeva
832 maakaasuputken rakentaminen oli poliittisista syistä aluksi jäädytetty mutta uusista poliittisista syistä
833 johtuen laitettu jälleen liikkeelle. Jos fossiilisten polttoaineiden käyttö Pariisin ilmastopimuksen
834 myötä räjähdysmäisesti vähenee, uusien Eurooppaan Venäjältä tulevien kaasuputkien tarve
835 pienenee merkittävästi. Lisäksi viime aikoina Euroopan energiantuotannon riippuvuutta Venäjän öljy-
836 ja maakaasuvarannoista on poliittisista syistä pyritty pienentämään. Yhtenä keinona tähän on
837 nesteytetyn maakaasun (LNG=liquified natural gas) varastojen rakentaminen. Maakaasu
838 nesteytetään alentamalla lämpötila -160:een. Tuolloin sen tilavuus on vain kuudessadasosa
839 normaalista maakaasusta. LNG-varastoihin maakaasu voidaan tuoda laivoilla miltä maailman
840 tuotantoalueelta tahansa.

841

842 Öljyn ja maakaasun tuotantomahdollisuudet ovat viime aikoina lisääntyneet paljon, kun huokoiseen
843 kiveen liittyneet liuskekaasu ja –öljy on opittu hyödyntämään. Merkittäviä liuskeöljyvarantoja on
844 esimerkiksi USA:ssa ja tämä maailman suurin öljyn käyttäjä on rupeamassa hyödyntämään näitä.
845 Öljyn hinnan heilahtelut kuitenkin vaikuttavat siihen, missä ja minkälaista öljyä kannattaa ruveta
846 hyödyntämään. Tämän vuoksi alhainen öljyn hinta on vaikuttanut intoon hyödyntää sekä
847 liuskekaasu- ja –öljyvarantoja että arktisten vesien pohjassa olevia öljykenttiä. Näitä voi pitää
848 ympäristön kannalta hyödyllisinä asioina. Kaksi esimerkkiä tästä ovat ensinnäkin se, että Shell on
849 luopunut arktisen öljyn etsinnästä ja toiseksi se, että Kanadan arktisilta alueilta Yhdysvaltoihin
850 kulkeva öljyputki jää rakentamatta. Ensimmäinen johtuu ilman muuta öljyn alhaisesta hinnasta,
851 mutta toisessa saattaa olla tärkeällä sijalla presidentti Obaman ympäristötietoisuus. Epäilen
852 kuitenkin, että päätöstä eivät öljylobbaajat yrittäneet estää öljyn alhaisesta hinnasta johtuen. Jos
853 öljyn hinta olisi nykyiseen verrattuna kolminkertainen, putkihankkeen estäminen olisi ilman muuta
854 ollut vaikeampaa. Toisaalta öljyn halpa hinta vähentää kiinnostusta siirtyä muihin energianlähteisiin
855 sekä öljyn poraukseen liittyvien teknisten, mutta kustannuksia aiheuttavien, ratkaisujen
856 kehittämisen, jotka vähentäisivät öljyn pääsyä ympäristöön.

857

858 Uusiutumattomien luonnonvarojen käyttöön perustuu myös ydinvoima. Nykyisissä fissiovoimaloissa
859 käytetään polttoaineena uraania, jonka radioaktiivisessa hajoamisessa vapautuu energiaa. Maapallon
860 hiilidioksidipäästöjen kannalta ydinvoima on hyvä energiantuotannon keino, koska siinä ei muodostu
861 niitä lainkaan. Tällä hetkellä tämä lienee suurin syy siihen, että talouspiirit yleisesti ajavat ydinvoiman
862 lisärakentamista maassamme. Hiilidioksidipäästöjen vähentäminen on tarpeen energiantuotannossa,
863 jotta Euroopan yhteisössä tehdyt sopimukset pystytään täyttämään. Kun ydinvoimala toimii
864 häiriöttä, siitä ympäristöön pääsevä radioaktiivisuus on vähäisempi kuin hiilivoimaloista, joiden
865 savukaasut sisältävät pieniä määriä radioaktiivisuutta. Lisäksi esimerkiksi 1000 kW:n ydinvoimalassa
866 kuluu vain vähän yli sata tonnia uraanimalmia vuodessa: jos sama energiamäärä tuotetaan
867 hiilivoimalassa, tarvitaan useita miljoonia tonneja hiiltä.

868

869 Suurimmat uraanin tuottajat ovat Kanada ja Australia. Uraanikaivokset eivät lainkaan poikkea muista
870 metallikaivoksista. Julkisuudessa yleisesti esiin tuotu kuva siitä, että uraani kaivettaisiin pääosin
871 suuria avolouhoksia käyttäen, ei pidä paikkaansa. Avolouhoksien osuus uraanin tuotannossa on vain
872 viidennes. Tärkein uraanikaivostyyppi on normaali tunnelikaivos, joissa tuotetaan noin kolmannes
873 kaikesta malmista. Suoraan kalliosta uraania voidaan liuottaa 1960-luvulla kehitetyllä ISL-
874 menetelmällä (in situ leaching). Menetelmässä, jonka avulla nykyisin tuotetaan yli 40 % käytettävästä
875 uraanista, uraanimalmia ei louhita vaan malmivyöhykkeeseen syötetään liuotin, ja uraani erotetaan
876 ja saostetaan muodostuneesta liuksesta. Uraania erotetaan hyvinkin köyhästä malmista; Suomessa
877 arvioidaan, että kaupallisesti hyväksikäytettävissä malmiossa pitäisi olla uraania vain promille
878 kiviaineksesta. Niissä voi tällöin olla kuitenkin muita talteenotettavia metalleja.

879

880 Kun uraanikaivokset tai normaalisti toimivat ydinvoimalat eivät ole muusta kaivostoiminnasta tai
881 energiantuotantokeinoista haitallisuudeltaan poikkeavia, tuntuvat ydinvoiman käyttöön liittyvät
882 suuret tunteet kohtuuttomilta. Ydinvoimaan liittyvissä peloissa on varmasti yhtenä suurena tekijänä
883 se, että radioaktiivisuus on ollut ensi sijassa sotilaalliseen käyttöön liittyvää. Ydinpommit, Hiroshima,
884 maapallon täydellinen tuho ydinsodan seurauksena ja syöpien sekä epämuodostumien lisääntyminen
885 ydinkoealueiden lähistön asukkaissa liittyvät yhteen ydinvoiman vastustuksen kanssa. Kiistämättä
886 ydinvoiman tai radioaktiivisuuden käyttöön on liittynyt suuriakin vahinkoja. Kystymissä
887 Neuvostoliitossa tapahtui suuri räjähdys 1957 ydinmateriaalin jälleenkäsittelylaitoksen korkea-
888 aktiivisen jätteen varastossa jäähdytyksen pettämisen seurauksena. Tällöin yli 800 km² alue saastui.
889 Alueella asui lähes 300000 ihmistä. Onnettomuus salattiin aina 1980-luvulle asti. Brittein saarilla
890 Sellafieldin ydinjätteiden käsittelylaitokselta levisi mereen merkittäviä radioaktiivisia päästöjä.
891 Yhdysvalloissa Three Mile Islandin ydinvoimala (Harrisburgissa, Pennsylvaniassa) jouduttiin
892 sulkemaan, kun yksi sen reaktoreista sulki. Onnettomuudessa ei kuitenkaan sattunut henkilövahinkoja
893 ja ympäristöön päässeen radioaktiivisuuden määrä oli vähäinen. Tshernobylin

894 ydinvoimalaonnettomuudessa pääsi ilmakehään huimat määrät radioaktiivista laskeutumaa. Kaikkien
895 aikojen suurin ydinvoimalaonnettomuus johtui sekä ydinvoimalan rakenteeseen että käyttöön
896 liittyvistä ongelmista. Onnettomuuden laajuutta kuvaa se, että vaikka voimala oli Tshernobylin
897 kaupungin lähellä Ukrainassa, laskeuman pelättiin aiheuttavan ongelmia Suomessa asti. Laskeuman
898 suuruutta kuvaa se, että vielä nytkin (30 vuotta onnettomuuden jälkeen) voidaan sen aiheuttamia
899 radioksiivisten metalli-ionien pitoisuuksien muutoksia mitata sienistä, vaikkakin muutokset ovat
900 vähäisiä. Viimeisimpänä merkittävistä ydinvoimalaonnettomuuksista on maanjäristyksestä johtunut
901 Fukushiman onnettomuus Japanissa. Maanjäristyksen aiheuttamien sähköhäiriöiden tuloksena
902 jäähditysveden saatavuus väheni, reaktorin ydinpolttoainesauvat kuumentivat ja reaktori rupesi
903 sulamaan. Radioaktiivisuutta pääsi tällöin niin ilmaan kuin veteen.

904

905 Ydinvoimaloiden radioaktiivisen jätteen loppusijoitusta on myös pidetty merkittävänä
906 ympäristöriskinä. Parhaana vaihtoehtona pidetään ydinjätteen kapselointia inerttiin materiaaliin.
907 Kapseli, josta säteilyä ei pääse ympäristöön, sijoitetaan syvälle stabiiliin kallioperään. Esimerkiksi
908 Suomen peruskallio on säilynyt vakaana jo pari miljardia vuotta, joten syvälle sen uumeniin upotettu
909 radioaktiivinen jätekapseli säilyy todennäköisesti hajoamattomana kyllin kauan, jotta säteily vähenee
910 niin paljon, ettei sillä ole merkittäviä biologisia vaikutuksia. Tietenkään sataprosenttisen varma
911 jätekapseleiden säilymisestä ehjinä vuosituhansien ajan ei voi olla, mutta verrattuna monessa
912 muussa asiassa hyväksymiimme riskeihin, jätekapselista tapahtuvan radioaktiivisen vuodon riski on
913 hyvin vähäinen.

914

915 Ydinenergian tuottamiseen liittyvät pelot yhdistetään pääosin fissiovoimaloihin, joissa energiaa
916 saadaan uraanin hajotessa. Fuusiovoima, jossa energia saataisiin vetyatomien yhdistyessä heliumiksi,
917 aiheuttaisi vain vähän ympäristöhaittoja. Itse asiassa aurinko on jättimäisen suuri fuusiovoiman
918 lähde. Lapsuudestani, noin 50 vuotta sitten, lähtien fuusiovoimalan toteuttaminen on ollut 30
919 vuoden päässä. Ydinfusion vaatiman korkean lämpötilan vuoksi sen hallitseminen, mikä olisi

920 välttämätöntä voimalan toiminnalle. on osoittautunut vaikeaksi. Ydinpommeissa, jotka nykyisin ovat
921 vetypommeja, fuusio saadaan käyntiin pienehkön fissioräjättyksen avulla. Suuri uutisankka oli
922 eräiden amerikkalaistutkijoiden markkinoima ”kylmäfuusio”. Jos kyseessä olisi ollut todellinen fuusio,
923 niin nyt, yli kymmenen vuotta uutisen jälkeen ainakin kokeiluasteella olevia voimaloita olisi
924 toiminnassa.

925

926 Viime aikoina on puhuttu paljon siitä, että ydinvoimaloiden rakentaminen ei enää olisi taloudellisesti
927 kannattavaa. Olkiluotoon rakenteilla oleva ydinvoimala onkin aiheuttanut ranskalaiselle
928 rakentajayhtiölleen miljarditappiot. Kieltämättä se, että yhden ydinvoimalan rakentamiseen kuluu yli
929 kymmenen miljardia euroa, herättää kysymyksen, voisiko yhtä suuren rahasumman käyttö muihin
930 energiantuotannon keinoihin varmistaa saman tai jopa suuremman energiansaannin ilman
931 ydinvoimaan liittyviä pelkoja. Lisäksi useat maat ovat kokonaan lopettamassa ydinvoiman käytön,
932 minkä takia muihin energiantuotantokeinoihin käytetyt kehitysvarat voisivat poikia merkittävän
933 määrän vientituotteita. Tätä ei varmasti tapahdu ydinvoimaloita tehtäessä, koska suomalaisen
934 ydinvoimalateknologian osuus rakentamisessa on vähäistä.

935

936 Uusiutuvien energialähteiden osuus on eniten energiaa kuluttavissa maissa 10-20 %. Useissa pienissä
937 ja vuoristoisissa maissa niiden osuus on kuitenkin kirkkaasti yli puolet kaikesta energiantuotannosta.
938 Tämä johtuu siitä, että niissä sähkö tuotetaan pääasiassa uusiutuvista energialähteistä
939 perinteisimmällä, vesivoimalla. Pienessä mittakaavassa vesivoimaa käytettiin myllyissä jauhon
940 tekemiseen. Tästä pienimuotoisesta vesivoiman käytöstä siirryttiin useilla alueilla keskitettyyn
941 sähkön tuotantoon vesivoimaloita käyttäen. Esimerkiksi Suomessa lähes kaikkiin suuriin jokiin on
942 rakennettu valtakunnan verkkoon sähköä syöttäviä voimaloita. Vesivoimalat rakennettiin
943 maassamme pääosin toisen maailmansodan jälkeen, jolloin teollistuminen oli ripeää. Sähkön
944 tuottamisessa ei pisaraakaan vettä saanut jäädä hyödyntämättä, joten Suomen vesivoimaloihin ei
945 rakennettu kalateitä, joita pitkin lohket olisivat voineet nousta kudulle. Vesien rakentamisessa on

946 menty niin pitkälle, että voimaloiden yläpuolisen veden pintaa säännöstellään. jotta vesivoiman
947 tuotantoon saadaan maksimaalinen (ja tasainen) vesimäärä. Maksimaaliset veden pinnan vaihtelut
948 säännöstelyissä vesistöissä ovat jopa kymmenen metriä. Jo se, että sanaa säännöstely käytetään
949 siitä, että veden pinnan vaihtelu on suuri, osoittaa sen, että kaikki muut veden käyttäjät ovat
950 vesivoiman tuottajiin nähden alisteisia. Lisäksi on ainakin kerrottu, että silloin kun vesisateiden
951 johdosta vettä joudutaan päästämään energiantuotannon ohitse, yhteiskunta korvaa ohijuoksutetun
952 veden voimayhtiölle. Veden pinnan suuret vaihtelut voivat vaikuttaa matalissa vesissä kutevien
953 kalojen poikastuotannon onnistumiseen. Mikäli vesi laskee ennen mätimunien kuoriutumista, koko
954 poikastuotanto estyy. Voimaloiden veden saannin vaimistamiseksi on tehty tekojärviä – suurimpina
955 Lokan ja Porttipahdan altaat, jotka takaavat Kemijoen voimaloiden vedensaannin. Vielä tälläkin
956 hetkellä pohditaan uusien vesialtaiden rakentamista. Perimmäiseksi kysymykseksi tällöin tulee: onko
957 tällä vesivoimalla saatu energia niin edullista, että se kattaa luontoarvojen menetyksen, kun
958 verrataan tilanteeseen, jossa sama energiamäärä tuotetaan muilla keinoin luontoa tuhoamatta?
959 Perinteisen vesivoiman tuotannossa erityisesti lauhkean vyöhykkeen sateiset (lisää
960 energiantuotannossa käytettävissä olevan veden määrää) ja vuoristoiset (suurentaa veden virtauksen
961 korkeuseroa lisäten virtauksen potentiaalienergiaa) alueet ovat tärkeitä. Esimerkkinä tällaisesta on
962 Norja, jonka merkitys vesivoiman tuotannossa on suuri.

963

964 Perinteisen vesivoiman lisäksi vuoroveden, merivirtojen ja aaltojen sisältämää energiaa voidaan
965 käyttää sähkön tuotannossa. Tällä hetkellä näistä on merkittävässä tuotannollisessa käytössä vain
966 vuorovesivoima. Vuoroveden energiamäärä on valtava. Esimerkiksi Iso-Britanniassa on laskettu, että
967 jopa kolmannes tämänhetkisestä sähkönkulutuksesta voitaisiin kattaa vuorovesivoimalla. Meren
968 pinnan korkeus voi vuorovedessä vaihdella useita metrejä, jopa yli kymmenen metriä. Useimmiten
969 vuorovesivoimalla pinnan vaihtelu käytetään hyväksi siten, että nousuvesi vangitaan padon avulla
970 ja veden annetaan virrata sähköä tuottavien turbiinien läpi laskuveden aikaan. Tällä hetkellä suurin
971 toimiva voimala on Etelä-Koreassa, sen jälkeen Ranskassa jo 1966 rakennettu laitos ja pohjois-

972 irlantilainen vuorovesivoimala. Myös Norjassa ja New Yorkin osavaltiossa USA:ssa on suuria
973 vuorovesivoimaloita. Tällä hetkellä vuorovesivoimaloiden hinta on useita miljardeja, mutta niiden
974 tuottama sähkö rupeaa olemaan halvempaa kuin ydinsähkö.

975

976 Sekä merivirta- että aaltovoimalat ovat käytännössä vasta kokeiluasteella, ensimmäiset pienet
977 voimalat ovat toiminnassa. Merivirtavoimaloissa sähköä tuottavat turbiinit upotetaan merivirtoihin ja
978 merivirran liike pyörittää turbiinien propelleja. Propellien pyörimisen energia otetaan talteen. Sähköä
979 tuottavat turbiinit pidetään paikallaan ankkureiden ja poijujen avulla. Aaltojen energian
980 hyödyntäminen perustuu siihen, että aalloissa liikkuvien kellukkeiden liike-energia otetaan talteen.

981 Käytännössä aaltoenergiaan perustuvien voimaloiden on oltava lähellä rannikkoa. Merkittävä
982 ongelma kaikissa merivedessä toimivissa voimaloissa on, että suolavesi aiheuttaa materiaalien
983 korroosiota, minkä vuoksi laitteiden kunnossapito on vaikeaa.

984

985 Aaltoihin varastoitunut energia pohjautuu tuuleen. Ilman virtaukset synnyttävät aallot. Tuulta
986 käytetään paljon suoraan energian tuotannossa. Alavilla mailla tuulimyllyt ovat perinteistä
987 kulttuurimaisemaa – Hollannin tuulimyllyt ovat hyvin tuttuja. Perinteiset tuulimyllyt ja nykyiset
988 tuulienergian vangitsijat ovat täysin erinäköiset. Tuulimyllyjä rakennetaan erityisesti tuulisille
989 rannikoille – useiden tuulimyllyjen muodostamat tuulipuistot, joissa voi olla jopa satoja
990 tuuliturbiineja, ovat nyt merkittäviä rantojen ja rannikkovesien rakennuskohteita. Sangen usein
991 ihmiset vaativat, että fossiilisten polttoaineiden käytöstä siirryttäisiin uusiutuvien energialähteiden
992 käyttöön. Mutta heti kun tuulivoimaloita aiotaan rakentaa joko asunnon, kesämökin tai kalapaikan
993 lähelle, rakentamista vastustetaan jyrkästi. Tuulivoimaloiden haittoiksi on mielletty turbiinien lapojen
994 pyörimisen aiheuttama matala ääni ja lapojen aiheuttamat lintujen ja lepakkojen kuolemat.

995 Periaatteellisella tasolla kaikkia energiantuotannon muotoja käytettäessä tulee harkittavaksi se,
996 mistä energian käytöstä pitäisi säästää, jotta tuotannossa voi siirtyä fossiilisista polttoaineista
997 uusiutuviin energialähteisiin, ydinvoimasta voi luopua ja uusiutuviinkin energialähteisiin

998 perustuvien voimaloiden rakentaminen minimoida. Olemmeko valmiita vähentämään teollisuuden
999 energiankäyttöä ja sitä kautta teollisuuden tarjoamia työpaikkoja, vai lopetammeko sähkösaunojen
1000 käytön, emmekö katso televisiota tai käytä matkapuhelimia ja tietokoneita? Kun elämämme tällä
1001 hetkellä perustuu sähkön käyttöön, on vaikeaa löytää keinoja, joilla sähkön kulutusta voisi vähentää
1002 niin paljon, että voimaloiden rakentamista voisi merkittävästi vähentää. On kuitenkin suuria eroja eri
1003 talousalueiden välillä siinä, miten teollisuustuotannon riippuvuus energiasta on kehittynyt. Viimeisen
1004 parinkymmenen vuoden aikana Ruotsin energiantarve tuotantoyksikköä kohti on puolittunut, kun
1005 taas Suomessa vastaavaa muutosta ei ole tapahtunut. Pariisin ilmastopimus edellyttää
1006 enegiatehokkaiden tuotantomuotojen kehittämistä, millä saralla Ruotsi näyttää olevan meitä selvästi
1007 edellä. Hyvin vanhakantaista ajattelua edustaa suunnitelma antaa energiatukea paljon energiaa
1008 tarvitsevalle teollisuudelle – jos tukea annetaan, sitä pitäisi mielestäni antaa innovaatioille, jotka
1009 vähentävät energiankulutusta tuotantoyksikköä kohti.

1010

1011 Tuulimyllyjen melu on tyypillisesti matalataajuista bassomölinää. Yli 500 metrin päässä melun
1012 voimakkuus on samaa tasoa kuin jääkaapin käyntiäni. Kun tuulipuistojen rakentamisen etäisyyden
1013 asutuksesta edellytetään olevan yli kaksi kilometriä, on vaikea mieltää, että meluhaitat olisivat
1014 merkittäviä. Silloinhan kaupunkiasumisen pitäisi olla jokseenkin mahdotonta, kun katumelun määrä
1015 on yleensä suurempi kuin tuulivoimaloiden aiheuttamana hyväksyty. Tietysti tuulivoimaloiden melu
1016 on jatkuvaa, joten silloin kun öiseen aikaan kellon tikitys kuuluu voimakkaana, tuulivoimalan
1017 turbiinien potkurien ujellus voi aiheuttaa unettomuutta. On myös esitetty, että potkureiden matala
1018 ääni olisi haitallisempaa kuin korkeampitaajuuksinen melu. Tästä ei kuitenkaan ole tieteellisiä
1019 todisteita. Yleensä ei ole mitään todisteita siitä, että tuuliturbiinien äänen vaikutukset
1020 poikkeaisivat minkään muun melun aiheuttamista.

1021

1022 Kun lintujen ja lepakkojen törmäyksiä tuuliturbiinien lapoihin on havaittu, on tietysti tärkeätä, että
1023 tuulivoimaloiden sijoittelu tehdään lintujen ja lepakkojen lentoreitit huomioon ottaen. Kokonaan ei

1024 lintukuolemista päästä eroon. Tosiasiahan on, että kaikki ihmisen rakennelmat aiheuttavat niitä.

1025 Linnut törmäilevät ikkunoihin ja sähkölinjoihin. Tästä huolimatta tuskin vaadimme ikkunattomia

1026 taloja tai sähkölinjojen poistamista.

1027

1028 Tuulivoimalat vievät tietysti tilaa, mutta tässäkin ei voida lähteä siitä, että tilan tarvetta ei olisi –

1029 tilaa vievät kaikki ihmisen toimet – niin asuminen, jätteiden kompostointi kuin vesien puhdistus.

1030 Täten myös asiat, jotka mielletään ympäristönsuojeluksi, ovat hyvinkin tilaa vieviä.

1031

1032 Aurinkovoima on viime aikoina noussut vakavasti otettavaksi energianhankintamuodoksi. Kun

1033 aurinkokennoja on ruvettu tuottamaan enemmän, ne ovat kehittyneet ja niiden hinnat ovat

1034 laskeneet. Tällä hetkellä aurinkovoimalan rakentaminen alkaa olla yhtä edullista kuin saman

1035 energiamäärän tuottavan hiilivoimalan. Aurinkopaneeleja tuotetaan halvalla ennen kaikkea Kiinassa.

1036 Kun Kiina aikanaan liittyi Maailman Kauppajärjestöön, Eurooppa sai vähintään 15 vuoden

1037 siirtymäajan kiinalaisten tuotteiden tullikohtelun yhtenäistämiseen muiden WTO:n jäsenten kanssa.

1038 Siirtymäaikana kiinalaisille tuotteille voitiin asentaa erityistulleja polkumyynnin estämiseksi. Yksi

1039 tuoteryhmistä, joihin erityistulleja on kohdistettu, ovat aurinkopaneelit. Toisin sanoen, uusiutuvan

1040 energiantuotannon lisääntymistä on käytännössä hidastettu kauppapoliittisena keinona oman

1041 aurinkopaneelituotannon ylläpitämiseksi. (Tällä hetkellä WTO:ssa keskustellaan siitä, onko Kiinan

1042 toiminta markkinatalousmaaksi riittävä, jolloin tullit pitäisi poistaa).

1043

1044 Aurinkovoiman yhtenä etuna voi pitää sitä, että energiantuotanto voisi olla yksikkökohtaista (talo,

1045 teollisuuslaitos yms.). Yksikkökohtainen ja keskitetty energiantuotanto on asetettu yleensä

1046 vastakkain ja käytännöllisesti katsoen kaikkialla on lähtökohdaksi otettu keskitetty

1047 energiantuotantojärjestelmä suurine voimaloineen. Aikaisemmin yksittäisten aurinkopaneelien

1048 tuottamaa sähköä ei juurikaan otettu verkkoon, mutta tilanne on viime aikoina muuttunut selvästi.

1049 Useat sähköyhtiöt ottavat pientuottajien sähkön. Jotkut ottavat sähkön verkkoon ilmaiseksi, mutta

1050 toiset maksavat siitä. Aurinkosähkön varastointi ei tällä hetkellä kunnolla onnistu, joten sähkö täytyy
1051 käyttää reaaliaikaisesti. Esimerkiksi Saksassa, jossa aurinkosähkön tuottaminen on
1052 monituhatkertaista Suomeen verrattuna, sähkön syöttö päiväsaikaan voi ylittää sen tarpeen.
1053 Aurinkovoimapuistoja on suunniteltu ja rakenteilla eri puolille maapalloa, mutta niihin liittyy sama
1054 yleinen ongelma – vaikka auringosta saadaan tuotetuksi energiaa kaikkeen käyttöön riittävästi
1055 päiväsaikaan, öinen valaistus ja muut energiantarpeet jäävät täyttämättä. Yksi mahdollisuus energian
1056 varastoinniseksi olisi käyttää päivällä tuotettua aurinkosähköä esimerkiksi korkealla sijaitsevan altaan
1057 täyttämiseen ja tuottaa sähköä antamalla veden virrata altaasta öiseen aikaan.
1058 Aurinkovoimapuistojen ja niihin liitettyjen vesivoimaloiden yhdistelmä on ilman muuta keskitettyä
1059 energiantuotantojärjestelmää. Toinen tuleva mahdollisuus on se, että sähkön varastominen akkuihin
1060 edistyy merkittävästi lähivuoina: akkuteknologian kehittäminen onkin yksi ympäristöystävällisen
1061 energiantuotannon tärkeimmistä tutkimusaiheista.
1062
1063 Yhtenä mahdollisuutena auringon energian hyväksikäytössä olisi käyttää yhteyttämistä. Tällöin
1064 sinilevien, levien tai vihreiden kasvien yhteytyksessä sitoma energia käytettäisiin hyväksi erityisesti
1065 eri tavoin polttamalla. Päämääränä on tietysti kasvattaa energiantuotannon hyötysuhdetta.
1066 Perinteinen puunpoltto edustaa tätä energiantuotantomuotoa primitiivisellä tasolla.
1067
1068 Puunpoltto eri muodoissaan tuottaa erityisesti lämmitysenergiaa. Pääosin kasvien polttamiseen
1069 perustuva energiantuotanto on hajautettua – useimmiten vain yhden tai muutaman talon
1070 lämmitystä. Tietysti kasvien polttamista voitaisiin käyttää suurimittakaavaiseen
1071 energiantuotantoonkin. Itse asiassa jokin aika sitten tiettyjen kasvien kasvatusta energiantuotantoa
1072 varten suosittiin uusiutuvan energiantuotannon muotona. Tällöin auringon energia käytettäisiin
1073 nopeakasvuisen kasvin kasvatukseen ja sitoutunut energia vapautettaisiin polttamalla. Esimerkiksi
1074 nopeakasvuisista puista voidaan tehdä energiahaketta. Toinen yleisesti esitetty mahdollisuus olisi
1075 puunkorjuujätteen ottaminen talteen. Vaikka puun polttamisen ajatellaan olevan

1076 ympäristöystävällistä, muodostuvissa savukaasuissa on paljon myrkyllisiä yhdisteitä, eikä
1077 talokohtaista kaasujen puhdistusta voi tietenkään ajatellakaan. Esimerkiksi Oregonissa, joka
1078 mielletään erääksi ympäristöystävällisen elämisen tyyssijoista, savu leijuu omakotitaaajien päällä.
1079 Lisäksi täytyy muistaa, että puun poltto on hiilineutraalia vain, jos polttamisessa vapautuva
1080 hiilidioksidi käytetään uusien kasvien kasvuun. Puuhun perustuva energiantuotanto näyttää olevan
1081 merkityksellinen vain hyvin harvojen alueiden tulevaisuuden energiantuotantosuunnitelmissa. Jos
1082 näin on, kaikilla alan innovaatioilla ja tehtävillä tuotteilla on vai pienet markkinat aurinko-, tuuli-,
1083 vuorovesi/aalto/mervirtaenergiantuotannon innovaatioihin verrattuna.

1084

1085 Biokaasun tuottaminen energiatarpeen tyydyttämiseksi on yksi vaihtoehto. Biokaasun tuottamisessa
1086 voidaan jätehuolto ja energiantuotanto yhdistää. Niin vesien puhdistamisessa kuin kompostoinnissa
1087 bakteerit tuottavat lämpöä ja ennen muuta metaania. Syntyvä lämpö voidaan hyödyntää
1088 kaukolämpönä – mikä tietysti edellyttää kaukolämpöputkiston rakentamista. Metaani voidaan kerätä
1089 talteen ja käyttää esimerkiksi bussien polttoaineena tai korvaamaan öljyyn perustuva
1090 energiantuotanto. Jätevesien/jätteiden käyttö energiantuotannossa on jo vähentänyt merkittävästi
1091 pääkaupunkiseudun energiantuotannon hiilijalanjälkeä. Bakteerien toiminnan lisäksi myös
1092 esimerkiksi suursikalat tuottavat merkittävässä määrin metaania. Tämäkin voitaisiin ottaa
1093 poistoilmasta talteen. Kysymykseksi tulee tällöin se, kuinka suuret kustannukset metaanin
1094 talteenotosta saa koitua, jotta kuluttajat vielä ostavat tuotetun sianlihan. Rasvapitoisesta
1095 ruuanjätteestä saadaan aikaan biopolttoaineita, joita tehdään myös eri kasveista. Brazilian
1096 autoliikenne perustuu suurelta osin kasveissa tuotettuun etanoliin. Palmuöljystä tehdään yleisesti
1097 biodieseliä – öljypalmun monokulttuuriviljelmät ovat herättäneet ympäristöaktivistien voimakasta
1098 vastustusta. Mielestäni yleinen ongelma useiden yksittäisten asioiden vastustamisessa on se, että
1099 vaikka ne ehkä yksittäisinä ovatkin absoluuttisesti haitallisia, ei usunkaan mietitä, aiheuttaako
1100 vaihtoehtoinen kokonaisuus enemmän haittaa ympäristölle ja ihmisille kuin kokonaisuus, jossa
1101 vastustettu asia on yksi osatekijä. Biopolttoainetta voidaan tehdä myös meikäläisiä puita käyttäen:

1102 metsäteollisuuden uusimpia innovaatioita onkin biodieselin valmistus. Biopolttoaineiden (mm.
1103 etanoli) valmistuksessa käytetään paljon maissia, sokeriruokoa ja vehnää. Tällöin tuleekin
1104 merkittäväksi kysymykseksi ruoka- ja biopolttoainetuotannon vastakkainasettelu: viekö ekotietoisien
1105 suomalaisen autolla ajelu leivän kehitysmaan lapsen suusta.

1106

1107 Lämmitykseen voi käyttää myös geotermistä energiaa. Maapallon sisällä on useiden tuhansien
1108 asteiden lämpötila. Tämän ansiosta ja sen vuoksi, että vuorokautiset ja vuodenaikaiset lämpötilan
1109 vaihtelut eivät tunnu enää yli muutaman metrin syvyydessä, maalämpöpumput ovat viime vuosina
1110 tulleet suosituiksi pientalojen lämmityksessä. Maalämpöpumppujen toiminta vaatii sähkön
1111 saatavuutta pumpun toiminnan mahdollistamiseksi, joten tällä tavoin voidaan muun energian
1112 tarvetta vähentää muttei kokonaan korvata. Maalämpöpumppujen käyttö rajoittuu meillä tällä
1113 hetkellä pientaloihin, mutta geotermistä energiaa voisi hyödyntää myös kerrostalojen muun
1114 lämmitysenergiatarpeen pienentämisessä – Suomen ensimmäinen geotermistä energiaa
1115 kerrostalolämmityksessä käyttävä yksikkö on Espoossa tekeillä. Suuressa mittakaavassa maapallon
1116 sisäosien kuumuutta käytetään lämmitysenergiana erityisesti alueilla, joilla kuumuus tulee lähelle
1117 maan pintaa. Tällainen tilanne on esimerkiksi Islannissa, jossa on paljon kuumia lähteitä ja tulivuoria.
1118 Koko Reykjavikin kaukolämmitys perustuu tämän lämmönlähteen hyväksikäyttöön; itse asiassa
1119 Islannin energiantuotanto on melkein kokonaan geotermiseen energiaan pohjautuva.

1120

1121 Yksi kaikista energiantuotantoon liittyvistä kysymyksistä on se, minkälaista tuotantoa tuetaan ja
1122 miten – vai tuetaanko ollenkaan? Eri tukien voi ajatella vääristävän aitoa energian hinnan
1123 muodostusta. Tällä hetkellä erityisesti tuulivoiman katsotaan saavan liikaa tukea monella eri alueella.
1124 Yhtenä ratkaisuna voisi olla, ettei mitään energiantuotantoa tuettaisi suoraan, vaan tukea
1125 annettaisiin vain tuotantoon liittyvään kehitysohjelmaan. Tämä lähtökohta nopeuttaisi kaikkien
1126 tuotantomuotojen energian hinnan muuttumista sellaiseksi, jossa tuotanto on kannattavaa ilman
1127 tukea ja lisäisi kaikkien panostusta tutkimukseen ja tuotekehitykseen.

1128

1129 6.2. Liikenne

1130 Elämäntyylimme perustuu autoiluun. Yksityisautoilu on mahdollistanut sen, että voimme
1131 aikatauluista riippumatta mennä ostoksille, kesämökille tai kylään. Viitisenkymmentä vuotta sitten,
1132 kotiseudullani, pienessä maalaiskunnassa, kahden linja-autoyhtiön bussit veivät ihmisiä lähitaajamiin
1133 puolen tunnin välein aamusta iltaan. Nyt samassa paikassa kulkee linja-autoja vain, kun on
1134 koulukyytien aika. Kauppakeskusten rakentaminen perustuu kokonaan siihen, että kaukaakin voidaan
1135 tulla ostoksille omaa autoa käyttäen. Kun viime aikoina on ruvettu kantamaan huolta kaupunkien
1136 keskustojen kauppojen kuolemista – keskustojen tyhjenemisestä – on siihen melko yksiselitteinen
1137 syy. Autojen pysäköiminen kauppakeskusten pysäköintialueille ei maksa mitään, kun taas
1138 pysäköiminen keskustojen kauppojen lähellä on aina maksullista. Tällöin ei tarvitse arvata, mihin
1139 ostosmatka tehdään varsinkin, kun nykyisin kauppakeskusten kauppavalikoima on hyvin
1140 monipuolinen. Yksityisautoilu on mahdollistanut senkin, että työntekijä voi asua kaukanakin
1141 työpaikasta eikä asunnon tarvitse sijaita radan lähellä.

1142

1143 Autoistumisen tuoman vapauden vastapainoksi siihen liittyy lukuisia haitallisia piireitä. Ehkä näkyvin
1144 niistä on tämänhetkinen riippuvuus öljystä. Autoliikenteen päästöt ovat merkittävä hiilidioksidin ja
1145 pääasiallinen typen oksidien lähde. Länsi-Euroopan ja Pohjois-Amerikan kaupunkien savusumut olivat
1146 ennen kaikkea autoliikenteen tulos. Bensiinin lisäaineena käytetystä orgaanisesta lyijystä luovuttiin
1147 näillä alueilla 1970-1980-lukujen vaihteessa ja 1980-luvulla katalyysaattorit yleistyivät. Bensiinin lyijy oli
1148 merkittävä ympäristöongelma parin vuosikymmenen ajan. Erityisesti teiden varsien sienien
1149 lyijypitoisuudet olivat vaarallisen korkeita. Sienet kerryttävät metalleja hyvin tehokkaasti – korkeita
1150 lyijypitoisuuksia mitattiin jopa useiden kilometrien päässä vilkkaasti liikennöidyistä teistä.
1151 Lyijymyrkytyksen todennäköisyyden vähentäminen oli suurin syy siihen, että lyijystä bensiinissä
1152 luovuttiin. Lyijy aiheuttaa oireita useissa eri elimistön osissa. Tyypillisimpiä ovat hermostolliset oireet,
1153 esimerkiksi unettomuus, huonomuistisuus, letargisuus ja ärtyisyys, suolisto-oireet ja anemia. Myös

1154 autojen moottorit ovat kehittyneet koko ajan energiatehokkaammiksi ja erilaisia päästöjä vähentäviä
1155 ratkaisuja tulee vuosittain. Kun ympäristöystävällisyys on merkittävä myyntivaltti ja kun
1156 dieselmoottorit ovat olleet erityisesti ympäristötietoisten ihmisten valinta, koska ne kuluttavat
1157 huomattavasti vähemmän polttoainetta ajettua kilometriä kohti kuin bensiinimoottorit, äskettäinen
1158 Volkswagenin dieselmoottoreiden päästömittaushuipaus on erityisen vakava. Ehkä se osoittaa, että
1159 perinteisiä dieselmoottoreita ei enää pystytä kehittämään niin, että ympäristömääräykset
1160 pystyttäisiin täyttämään. Jos näin on, henkilöautojen dieselmoottorit ovat katoava moottorityyppi.
1161 Näyttää siltäkin, että perinteisten bensiinimoottorienkin kulutuksia ovat muutamat valmistajat
1162 kaunistelleet – varmaan osoittaakseen autojen kehittymisen ympäristöystävälliseen suuntaan. Kun
1163 autojen moottorit ovat merkittävä hiilidioksidipäästöjen aiheuttaja, päästöjen vähentämiseksi on
1164 viime aikoina kehitetty sähköautoja ja hybridautoja, jotka ovat normaalin polttomoottoriauton ja
1165 sähköauton yhdistelmä. On odotettavissa, että Pariisin ilmastosopimuksen myötä öljystä
1166 riippumattomien autojen kehittäminen lisääntyy räjähdysmäisesti. Sähköautoista on tietysti
1167 todettava, että ne eivät aiheuta päästöjä vain, jos sähköntuotanto perustuu muuhun kuin fossiilisiin
1168 polttoaineisiin. Jos sähköntuotanto perustuu öljyyn, sähköauto kuluttaa enemmän polttoainetta kuin
1169 normaali polttomoottoriauto, koska sähköä siirrossa voimalasta sähköauton latauspisteeseen tulee
1170 väistämättä hävikkiä. Sähköautojen yleistymiseksi vaadittaisiin ensinnäkin niiden hinnan laskua
1171 samankaltaisten bensiiniautojen tasolle. Suomen kaltaisessa, korkean autoverotuksen maassa tämän
1172 voisi toteuttaa niin, että sähköautojen verotus olisi paljon alhaisempi kuin bensiiniautojen. Tätä voisi
1173 hyvin perustella, jos autovero muutettaisiin luonteeltaan haittaveroksi, jolloin olisi luontevaa, että
1174 sähköautojen kohtelu olisi bensiiniautoja edullisempi. Toiseksi akkuteknologian tulisi kehittyä niin,
1175 että ne kevenisivät, pienenisivät ja autojen kulkumatka yhdellä latauksella pitenisi. Akkujen
1176 keveneminen pidentäisi automaattisesti kulkumatkaa ja pieneminen olisi tärkeää tavaratilan
1177 suurentamiseksi. Kolmanneksi akkujen latauspisteiden tulisi merkittävästi lissäytyä ja akkujen
1178 latausnopeuden kasvaa. Jos esimerkiksi matka vie Helsingistä Ouluun, normaalin auton

1179 tankkaamiseen menee matkan aikana pari minuuttia, mutta nykYTEKNOLOGIALLA useimmat sähköautot
1180 tarvitsevat ainakin yhden, jopa tunteja kestävän välilatauksen.

1181

1182 Kun tämänhetkinen yhteiskuntamme perustuu suurelta osin yksityisautoiluun, teiden rakentaminen
1183 ja ylläpito ovat yksi merkittävistä yhteiskunnan kustannuksista. Tieverkoston rakentamista ja
1184 ylläpitoa on pidetty julkishallinnon tehtävänä sielläkin, missä jokseenkin kaikkea julkista valtaa
1185 pidetään pahana. Toisin kuin rautateiden, sähkölinjojen, tietoverkkojen, puhelin- ja
1186 televisio/radioyhteyksien osalta, tiestön pääosan siirtämistä yksityisten yhtiöiden rahastuskohteeksi
1187 ei ole kai edes ajateltu. Minusta on jossain määrin outoa, että samaan aikaan kun maksamme
1188 ulkomaisessa omistuksessa olevalle yritykselle sähkönsiirrosta koteihimme tai television
1189 katsomisessa siitä, että kuva siirretään studiolta vastaanottiimme, kaikkien veroja käytetään
1190 tiestön ylläpitoon. Sanoessani tämän en suinkaan tarkoita tilanteen muuttamista niin, että teiden
1191 käyttömmekin tekisi tulosta jollekin yhtiölle, vaan sitä, että mielestäni kaikki edellämainitut asiat ovat
1192 sellaisia, että hyvinvointiyhteiskunnan pitää hoitaa ne eikä antaa yritysten voiton takuuksi. Minun on
1193 vaikea ymmärtää, että niiden ulkoistaminen tulisi yhteiskunnalle halvemmaksi, kun sen lisäksi, että
1194 veroissa kerätään rahat toimintojen ylläpitämiseksi, niissä täytyy olla mukana myös yritysten voitot.
1195 Jos ulkoistaminen on yhteiskunnalle halvempaa, se tarkoittaa, ettemme toimi parhaalla mahdollisella
1196 tavalla, kun teemme työtä itsemme eduksi, vaan vain silloin kun toimmemme koituvat yritysten
1197 tuloksen hyväksi. Samalla tavoin minua ihmetyttää se, että erilaisten kilpailutuksien yhteydessä ei
1198 näytetä lainkaan kiinnitettävän huomiota siihen, miten kilpailutetut ratkaisut vaikuttavat tiestöön,
1199 aiheuttavat päästöjä yms. Esimerkiksi useiden kuntien pyykki pestään nykyisin, ei suinkaan
1200 lähipesuloissa, vaan kustannusten säästämiseksi (halvimman tarjouksen tuloksena) Eestissä. Minun
1201 on hyvin hankala nähdä tämän olevan kokonaistaloudellisesti edullisin vaihtoehto. Ympäristön
1202 kannalta ratkaisussa on turhia maantiekuljetusten päästöjä ja teiden kulutusta (joka on tietysti
1203 vähäistä, mutta ilman muuta tarpeetonta). Lisäksi ratkaisussa ei oteta huomioon sitä, että yritys ja

1204 sen työntekijät eivät maksa veroja siihen yhteisöön, jonka pyykkiä pesevät. Tämä summa pitäisi
1205 ehdottomasti lisätä tarjoussummaan, koska raha on yksiselitteisesti pois yhteisön käytöstä.
1206
1207 Tiestö vie tilaa ja sitä kuluu sitä enemmän mitä turvallisemmaksi tie rakennetaan. Eritasoliittymät ja
1208 moottoritiet ovat erityisen tilaa vieviä. Toisaalta joka kerralla, kun esimerkiksi moottoritien
1209 rakentamista vastustetaan, täytyy miettiä mitä asioita laitetaan vastakkain. Esimerkiksi voi ottaa
1210 vaikkapa Turku-Helsinki moottoritien, jonka rakentaminen viivästyi suunnilleen kymmenen vuotta
1211 tielinjalta löydettyjen liito-oravareviirien takia. Liito-oravareviirien suojelu joudutaan tässä
1212 tapauksessa asettamaan vastakkain tuona aikana kuolleiden ja loukkaantuneiden ihmisten
1213 kohtaloihin, jotka moottoritie olisi estänyt. Pelkistetysti voi sanoa, että muutaman liito-oravareviirin
1214 pelastaminen on johtanut joihinkin liikennekuolemiin. Sitä paitsi liito-oravatilanne on esimerkki siitä,
1215 kuinka lajin uhanalaisuus käsitetään täysin väärin, jos ei oteta huomioon lajin kokonaislevinneisyyttä.
1216 Liito-orava on pohjoisen havumetsävyöhykkeen itäinen laji. Ennen Baltian maiden liittymistä
1217 Euroopan Yhteisöön, tätä Venäjällä (erityisesti Siperiassa) yleistä eläintä esiintyi EU:n alueella vain
1218 Suomessa. Täälläkin sen kanta on pienentynyt, vaikkakin on vielä kohtuullinen. Mutta koska lajin
1219 levinneisyys EU:n alueella oli hyvin rajallinen, sen suojelussa on noudatettu äärimmäisiä keinoja
1220 piittaamatta siitä, että Venäjällä liito-orava on yleinen ja Baltian maiden liittyttyä EU:hun sitä esiintyy
1221 Suomen lisäksi myös Virossa ja Latviassa. Jo liito-oravan englanninkielinen nimi "Siberian flying
1222 squirrel" liittyy lajin tärkeimpään esiintymisalueeseen, Siperiaan.
1223
1224 Joukkoliikennettä on pidetty ympäristöystävällisenä liikennevaihtoehtona. Mutta samanaikaisesti kun
1225 halutaan ihmisten asuttavan haja-asutusalueet, säästöjen nimissä poistetaan joukkoliikennetuet.
1226 Tämän seurauksena joukkoliikennettä haja-asutusalueilla ei ainakaan normaalikokoisilla busseilla
1227 kohtuullisilla aikatauluilla voida toteuttaa. Viime aikoina ovat läpilyöneet erittäin halvat pitkien
1228 matkojen bussit. Halpojen pikalinjojen syntyminen on mahdollista vain, jos linjalla on paljon kulkijoita
1229 eikä kuljetusyhtiöllä ole velvollisuutta hoitaa linjoja, joilla on vähän matkustajia. Haja-asutusalueiden

1230 joukkoliikenteelle tarvitaan perinteisestä aikataulullisesta linja-autoliikenteestä poikkevia ratkaisuja,
1231 jos halutaan sekä pitää maaseutu asuttuna että vähentää yksityisautoilua. Tietyissä työtehtävissä on
1232 mahdollista siirtyä enenevässä määrin etätyöhön, mikä vähentää työpaikkaliikennettä, mutta ei poista
1233 tarvetta kauppa- ja muuhun asiointiliikenteeseen. Johtuen siitä, että sekä kaupat että kaikki
1234 asiointipisteet ovat harvemmassa kuin ennen, keskimääräinen autoliikenne on kasvanut. Sen lisäksi,
1235 että autolla kuljetaan pitempiä matkoja, on monin verroin vaivattomampaa kuljettaa ostokset
1236 kotiovelle auton peräkontissa kuin raahata niitä ostoskasseissa julkisessa liikenteessä useita kymmeniä
1237 kilometrejä – tämä asettaa jo sellaisenaan rajoituksen ostettavan tavaran määrälle, minkä vuoksi
1238 kaukana olevaan kauppaan on matkustettava useammin kuin omalla autolla tarvitsee. Yhtenä
1239 mahdollisena ratkaisuna olisi järjestää haja-asutusalueen liikenne kutsutakseina. Lisäksi kauppojen
1240 toimintaan voisivat enenevässä määrin kuulua verkko-ostokset kotiinkuljetuksineen. Näitä keinoja
1241 yhdistämällä pystyttäisiin haja-asutusalueista tekemään nykyistä sopivampia vähäiseen oman auton
1242 käyttöön. Se ei silti poista merkittävää ongelmaa - lähikoulut ja lasten päivähoito puuttuvat kokonaan.
1243 Kun suuruutta ihannoitaessa on viime aikoina pyritty vain isoihin kouluihin, siinä mielestäni
1244 unohdetaan oppilas täysin. Matka-aika kodin ja koulun välillä tulee usein kohtuuttomaksi. Toisen
1245 asteen koulut sijaitsevat jopa niin kaukana kotoa, että oppilas joutuu muuttamaan kouluajaksi pois
1246 kotoa. Tämä osaltaan lisää kokonais kustannuksia ja synnyttää eriarvoisuutta niiden välille, jotka asuvat
1247 lähellä koulua ja kaukana siitä. Lisäksi lisääntyvä koulukyytien määrä lisää päästöjä. Kaiken kaikkiaan
1248 voikin kysyä, onko se, että esimerkiksi lukiossa voi suorittaa enemmän erilaisia kursseja, mikä on
1249 suuren koulun etu, parempi kuin pienempien lähikoulujen kiistämättömät hyödyt pienille yhteisöille ja
1250 niiden asukkaille? Mahtaakohan se edes olla kokonaisuudessaan halvempaa, millä myös suurien
1251 yksiköiden luomista perustellaan. Tietysti kirjoituksessani heijastuvat omat kokemukseni: itse kävin
1252 kouluni suureksi osaksi maaseudun pikkukouluissa, jossa kaikki tunsivat toisensa.

1253

1254 Raideliikenne on sangen ympäristöystävällistä, mutta kannattava henkilöliikenne edellyttää riittävän
1255 kokoisen taajaman. Kuitenkin tavarankuljetukseen junat sopivat paljon paremmin kuin kuorma-autot.

1256 Yhdellä junalla pystyy kuljettamaan jopa kymmenien rekkojen lastin. Kovasti ihmetyttääkin, että
1257 rautatieasemille ei ole yleisesti rakennettu järjestelmiä, jotka helpottaisivat konttien siirtoa junan
1258 vaunusta rekan perävaunuihin. Ympäristön kannalta ajatellen ja myös yritysten kuljetuskustannuksien
1259 kannalta olisi varmaan paras, jos pitkän matkan kuljetukset tehtäisiin rautateitse tai vesitse ja niistä
1260 siirryttäisiin autokuljetuksiin, kun rautatieverkkoa ei enää ole. Pitkällä aikavälillä myös Helsinki-Tallinna
1261 rautatietunneli olisi hyödyllinen, jos se rakennettaisiin yhdessä Baltian Puolaan ja Saksaan yhdistävän
1262 ajanmukaisen radan kanssa. Tämä muuttaisi Suomen pohjoisesta saaresta monipuolisempien
1263 liikenneyhteyksien päässä olevaksi alueeksi ja vähentäisi osaltaan vientikuljetuksien aiheuttamia
1264 päästöjä sekä pienen työntekijäryhmän mahdollisuuksia halvaannuttaa vienti.

1265

1266 Kuten rautatiet, myös laivaliikenne ja muut vesitse tapahtuvat kuljetukset ovat maantiekuljetuksia
1267 paljon ympäristöystävällisempiä. Perinteinen tukkien uitto on päästöjen osalta kaikkein edullisin tapa
1268 kuljettaa puu jalostustehtaisiin. Uiton haittoina ovat ensinnäkin sen vaatima ihmistyövoiman määrä –
1269 sen lisäksi että ihmisiä tarvitaan paljon, heidän pitää kulkea tukkien mukana niiden kaatamispaikalta
1270 aina teollisuuslaitokselle asti. Tukkilaisromantiikka on yksi perinteisistä Suomi-filmien teemoista.
1271 Toiseksi puusta vapautuu vesieliöille haitallisia yhdisteitä, esimerkiksi pihkan komponentteja,
1272 hartsihappoja. Kolmanneksi, uitoissa tapahtuu enemmän puun hävikkiä kuin muissa
1273 kuljetusmuodoissa. Uppotukit voivat aiheuttaa onnettomuuksia osuessaan veneisiin tai tarvella
1274 kalastusvälineet. Virran mukana kulkeneet tukit kerättiin järvissä ja meressä lautoiksi, joita hinaajat
1275 kuljettivat tehtaisiin. Näin muodostettujen tukkilauttojen kulkunopeus on pieni, mutta
1276 energiankulutus niiden siirtämiseksi on mitätön.

1277

1278 Yleisestikin laivojen kulkunopeus on pieni, mutta kuljetetun rahdin tai ihmisten määrä valtava.
1279 Nykyisellään Suomi on käytännössä pohjoinen saari, jonka yhteyksistä ulkomaihin kolme neljänestä
1280 hoidetaan meriliikenteenä. Tämä johtuu siitä, että Suomenniemen maayhteydet Eurooppaan ovat joko
1281 pohjoisessa pitkän ajomatkan päässä tai niiden täytyisi kiertää Venäjän kautta, mistä yhteydet

1282 pääosaan Eurooppaa ovat hitaat ja hankalat. Voimakas riippuvuus merikuljetuksista on aiheuttanut
1283 sen, että pienet työntekijäryhmät pystyvät aiheuttamaan koko kansakunnan toiminnalle kohtuutonta
1284 haittaa.

1285

1286 Viime aikoina on paljon puhuttu laivojen polttoaineen rikkipitoisuuden laskumääräyksen aiheuttavan
1287 merkittäviä lisäkustannuksia suomalaiselle vientiteollisuudelle. Kansainvälinen merenkulkujärjestö
1288 (IMO=International Maritime Organization) on sopinut, että laivapolttoaineen rikkipitoisuus laskettiin
1289 vuoden 2015 alusta Itämerellä, Pohjanmerellä ja Englannin kanaalissa 0.1 prosenttiin. Maailman
1290 merillä yleisesti polttoaineen korkeimman rikkipitoisuuden pitää laskea nykyisestä 3,5 prosentista
1291 vuoden 2020 alkaessa 0,5 prosenttiin. Kun polttoaineen hinta laskee rikkipitoisuuden noustessa, on
1292 rikkidirektiivin ajateltu olevan merkittävä haitallinen kustannustekijä. Näin ajateltaessa unohdetaan,
1293 että koska tiukat määräykset toteutetaan aluksi Itämerellä, suomalainen laivateollisuus saa
1294 merkittävän etulyöntiaseman, kun muuallakin täytyy ruveta noudattamaan normeja, joita Itämerellä
1295 jo toteutetaan. Lisäksi unohdetaan, että autoliikenteen ja energiantuotannon polttoaineiden korkea
1296 rikkipitoisuus aiheutti happosateen, joka tuhosi kala- ja rapukannat useista Pohjois-Euroopan vesistä.
1297 Vaikka tilanne onkin parantunut, lisääntynyt laivaliikenne aiheuttaa merkittävän rikkidioksidikuorman,
1298 joka pystytään haluttaessa välttämään ja samalla olemaan edelläkävijä kaikissa teknologioissa, jotka
1299 liittyvät meriliikeneen päästöjen hallisemiseen.

1300

1301 Yksi laivojen käyttöön liityvä ongelma on erityisesti Antarktiksien lähivesien mutta jossain määrin myös
1302 arktisten vesien alueiden turismi. Pienetkin öljyvahingot, roskaantuminen ja puhdistamattomien
1303 jätevesien pääseminen helposti haavoittuvaan vesiekosysteemiin aiheuttavat ongelmia.
1304 Piittaamattomuus roskista ja rehevöittävästä jätevesistä on luonnehtinut merenkulkua – edelleenkin
1305 suuri osa risteilylaivoista ei suinkaan kerää käymälävesiä tankkeihin, jotka tyhjentäisi satamissa
1306 jätehuollon piiriin päästyään, vaan tyhjentää ihmisperäiset jätteet mereen pois näkyvistä pois mielestä
1307 mentaliteetilla. Kun alusten kuljettama ihmismäärä maapallon merillä on huimasti kasvanut, veteen

1308 tätä kautta pääsevän rehevöittävän aineksen määrä ei enää ole mitätön. Tähän on ilmeisesti tulossa
1309 Itämeren alueella parannus, kun kansainvälisellä sopimuksella kaikki laivojen jätteiden päästäminen
1310 mereen kielletään.
1311
1312 Lentoliikenteen matkustajamäärät ovat kasvaneet enemmän kuin minkään muun liikennemuodon.
1313 Lisäksi lentämisen hinta on laskenut niin, että esimerkiksi Helsingistä Lontooseen pääsee tällä hetkellä
1314 absoluuttisena rahasummana laskettuna (ottamatta huomioon tapahtunutta rahan arvon muutosta)
1315 halvemmalla kuin 50 vuotta sitten. Lentojen aiheuttamat päästöt ovatkin kasvaneet räjähdysmäisesti.
1316 Kun vielä ottaa huomioon, että suurin osa lentomatkailusta on tarpeetonta ja voitaisiin korvata muilla
1317 järjestelyillä, olisi lentokuljetusten kuluttamaa polttoaineen määrää haluttaessa mahdollista vähentää
1318 huomasti. Lisäksi olisi mahdollista muuttaa lentokoneita huomattavasti vähemmän energiaa kuluttaviin
1319 zeppelin-tyyppisiin ilma-aluksiin. Niiden laskeutumisen ja nousun vaatima maapinta-ala olisi myös
1320 nykyisten lentokenttien vaatimaa aluetta huomattavasti pienempi. Katastrofit, jotka johtivat
1321 zeppelinien kehittämisen loppumiseen, räjähdysmäiset vetypalot (zeppeliineissä käytettiin
1322 vetysukkulaa rakennetta keventämässä), voidaan nykyisin välttää, kun pallokaasuna käytetään
1323 räjähtämätöntä heliumia tai argonia. Suurin muutos, mikä ilmatkailussa tapahtuisi nykyisistä
1324 lentokoneista zeppeliineihin siirryttäessä, olisi matkustusnopeuden huomattava hidastuminen -
1325 suunnilleen neljä kertaa hitaammaksi kuin nykylennot. Tulevaisuudessa nopeimmaksi kulkumuodoksi
1326 saattavatkin tulla luotijunat, joiden keskinopeus voi olla jopa 300 kilomatriä tunnissa. Lisäksi
1327 rautatieasemat sijaitsevat yleensä kaupunkien keskustoissa ja ennen junamatkalle lähtöä ei ole
1328 lentomatkoille tyypillistä pitkää odotusaikaa. Kun vielä luotijunat voivat olla yhtä ympäristöystävällisiä
1329 kuin perinteisemmät hitaat junat, ei muutos olisi ympäristönkään kannalta haitallinen vaan
1330 nykytilannetta edullisempi. Kun suurin osa junista on nykyisin sähköjunia, suunta, johon dieseljunista
1331 on edelleen kuljettava, junan aiheuttamat ympäristöhaitat ovat yleiset energiantuotannon haitat.
1332

1333 Vaikka matkustajaliikenne onkin selvästi näkyvin osa nopeaa lentoliikennettä, ovat lentorahtiin
1334 liittyvät kysymykset ympäristön kannalta merkityksellisiä. Kaikki tuoretavaran – esimerkiksi kurkun,
1335 tomaatin, eksoottisten nopeasti pilaantuvien hedelmien, tuoreen kalan ja äyriäisten kuljetus maailman
1336 laidalta toiselle on lentorahdista riippuvaa. Hyvällä syyllä voi kysyä, onko meidän saatava Vietnamissa
1337 kasvatettua kalaa tai etelä-afrikkalaista mangoa. Muutama vuosikymmen sitten kummankaan
1338 saamista ei edes ajateltu. Mielestäni turhia pitkän matkan kuljetuksia, mitkä eivät välttämättä tapahdu
1339 lentorahtina, ovat pulloitetun veden kuljettaminen Ranskasta Australiaan tai thaimaalaisen oluen
1340 tuonti Suomeen. Kysymykseksi koituu myös, onko kalifornialainen tai chileläinen viini niin paljon
1341 italialaista tai espanjalaista parempaa, että kuljetuksen selvästi suurempi energiantarve on perusteltu?
1342 Olen tässä keskittynyt kulutustuote-esimerkkeihin, koska niiden käyttöön voimme itse vaikuttaa ja sitä
1343 kautta kuljetusten energiantarpeeseen.

1344

1345 **7. Ravinnon tuotanto**

1346

1347 **7.1. Maatalous (kasvi- ja eläintuotanto)**

1348 Maatalous on Suomessakin muuttunut perinteisistä perheviljelmistä suurelta osin teolliseksi
1349 toiminnaksi, jossa viljan viljely, maidon tuotanto ja lihan tuotanto eri eläimissä on eriytynyt. Tämä on
1350 tapahtunut samaan aikaan kun maanviljelyväestön osuus väestöstä on laskenut kolmanneksesta
1351 muutamaan prosenttiin. Maatalouden muutoksessa on tyypillistä ollut se, että ensinnäkin tilako'ot
1352 ovat suurentuneet ja toiseksi tilat ovat erikoistuneet. Kun ennen tyypillinen perheviljelmä tuotti niin
1353 viljaa, maitoa, rehua, naudan, sian ja kananlihaa, nykyisin tilat ovat viljatiloja, reutiloja, maitotiloja
1354 tai erikoistuneet yhden tyyppin eläintuotantoon. Kasvinviljelyn ja eläintuotannon
1355 ympäristökysymykset poikkeavat toisistaan, joten käsittelen ne suurelta osin erillisinä. Merkittävä
1356 periaatteellinen kysymys on kuitenkin teho- ja luomumaatalouden ero. Riippumatta siitä, onko
1357 kyseessä kasvin- tai eläintuotanto, saman tuotantomäärän saavuttaminen luomuviljelyllä kuin
1358 tehomaataloudessa vaatii paljon enemmän tilaa. Riippumattomat selvitykset ovat osoittaneet, että

1359 luomutuotannon vaatimat resurssit ja jopa hiilijalanjälki ovat suuremmat kuin tehomaatalouden.

1360 Siispä ekologisesti ajattelevalle kuluttajalle tulee ristiriita – käyttääkö resurssiystävällisemmän

1361 tehomaatalouden tuotteita vai vähemmän vieraita kemikaaleja sisältäviä luomutuotteita? Merkittävä

1362 kysymys on, voitaisiinko nykyinen ihmismäärä ruokkia luomutuotantoon perustuen vai onko se vain

1363 ympäristötietoisille länsimaalaisille suunnattu muoti? Tämä kysymys ei ole pelkästään akateeminen,

1364 vaan pohjautuu koko ihmiskunnan suurenemisen historiaan. Maatalous ilman traktoreita,

1365 maatalouskoneita, keinolannoitteita ja kasvinsuojeluaineita kykeni tuottamaan niin pienen määrän

1366 satoa, että nykyisen ihmismäärän ruokkiminen olisi mahdotonta. Vasta tehomaatalouden ansiosta on

1367 saavutettu tuotantomäärä, joka mahdollistaa nykyisen ihmiskunnan ko'on.

1368

1369 Kasvintuotantoon liittyvä periaatteellinen kysymys on myös se, missä määrin ruokatuotantoon

1370 sopivaa maapinta-alaa tai viljelykasveja käytetäänkin muuhun tarkoitukseen, esimerkiksi

1371 biopolttoaineiden tuotantoon. Tällä hetkellä jopa puolet Pohjois-Amerikan maissista käytetään

1372 etanolin tuotantoon eikä ruuaksi. Näin ollen ekotiedostava, biopolttoainetta käyttävä

1373 eurooppalainen tai amerikkalainen voikin vähentää ruuantuotantoon käytettävissä olevia kasveja ja

1374 aiheuttaa aliravitsemusta köyhillä alueilla.

1375

1376 Maanviljelyyn liittyy kaksi erityistä ympäristöön liittyvää asiaa: lannoitus ja kasvinsuojeluaineet.

1377 Tehomaatalouden ja luomutuotannon ehkäpä suurin ero on, että luomutuotannossa vältetään sekä

1378 keinolannoitusta että kasvinsuojeluaineita, jotka ovat oleellinen osa tehomaataloutta. Maatalouden

1379 lannoituksen seurauksena vedet rehevöityvät, kun lannoitteet valuvat vesistöihin. Jotta vesistöihin

1380 valuvan lannoitteen määrää saataisiin vähennetyksi, on jokien ja järvien reunoille edellytetty

1381 laitettavan suojavyyhykkeet, joissa viljelyä ei saa harjoittaa. Suojavyöhykkeiden kasvien ajatellaan

1382 sitovan ja käyttävän hyväkseen pääosan maatalouden ravinteista ennen kuin ne valuvat vesiin.

1383 Kaikkein eniten ravinteita valuu vesiin, jos lantaa levitetään lumen pinnalle niin kuin varsinkin

1384 varhemmin oli tapana. Tällöin rehevöittävä aines kulkeutuu pääosin lumen sulamisvesien mukana

1385 vesistöihin ja vain pieni osa jää lannoittamaan maaperää. Myös lannoitus sateisina aikoina aiheuttaa
1386 huomattavia rehevöittävän aineksen valumia veteen. Onko sitten luomuviljelyn luonnonlanta
1387 ympäristöystävällisempi kuin tehomaaatalouden teollinen lannoite? Suurelta osin molempien
1388 lannoittavat yhdisteet ovat samoja ja tehomaaatalouden lannoitusmenetelmät aiheuttavat vähemmän
1389 ravinteiden valumista vesistöihin kuin luomuviljelyn. Lannoituslaitteet ovat kehittyneet niin, että tällä
1390 hetkellä pystytään melko tarkasti lannoittamaan yksittäisiä taimia. Kustannuksia ajatellen kaikki
1391 lannoitteet, jotka eivät ole viljelykasvien käytössä, ovat hukkaan heitettyjä. Ympäristön kannalta on
1392 tietysti tärkeätä muistaa, että fosfaatti- ja nitraattilannoitteet, joiden raaka-aineet louhitaan
1393 kallioperästä, ovat käytännössä uusiutumattomia luonnonvaroja kuten muutkin kaivannaiset. Siksi
1394 olisikin tärkeää, että kaikki rehevöittävä jäte – niin eläinten lanta kuin asumisjätevedet –
1395 kierrätettäisiin ja siitä tehtäisiin uusiin lannoituskoneisiin sopivaa lannoitetta. Tällä tavalla
1396 pystyttäisiin eroa tehomaaatalouden ja luomuviljelyn välillä näiltä osin pienentämään. Lannoitteissa
1397 tarvittavan fosfaatin saaminen kaivannaisena on muuttumassa yhä kalliimmaksi, joten jo tästä syystä
1398 rehevöittävän jätteen fosfaatin (ja typen) ottaminen talteen on tulevaisuudessa tärkeätä kestävän
1399 kehityksen kannalta.

1400

1401 Ehkä suurin ero tehomaaatalouden ja luomuviljelyn välillä on kasvinsuojeluaineiden käytössä.

1402 Tehomaaatalouden tuotannon lisäämisessä tärkeä tekijä on ollut, että rikkakasvit tapetaan
1403 herbisideillä, home- ja muut sienet fungisideillä ja tuhohyönteiset insektisideillä. Tuhohyönteisten
1404 laajamittainen myrkyttäminen kasvintuotannon lisäämiseksi alkoi toisen maailmansodan jälkeen.

1405 Silloin tuli muun muassa DDT yleiseen käyttöön. Sitä pidettiin merkittävänä siunauksena
1406 ihmiskunnalle ja DDT:n tuholaismyrkyvaikutuksen keksijä, Paul Hermann Müller, saikin lääketieteen
1407 ja fysiologian Nobel-palkinnon vuonna 1948. Keksintö oli tärkeä, kun ensi kertaa jo vuonna 1874
1408 syntetoidun DDT:n avulla pystyttiin Euroopan horkkasääskiyhdyskunnat tuhoamaan ja näin malaria
1409 saatiin käytännössä katoamaan Euroopasta. DDT:n myrkyllisyys nisäkkäille oli sangen vähäinen,
1410 minkä myös ajateltiin tekevän siitä ideaalisen hyönteismyrkyn: aine tappoi tehokkaasti

1411 selkärangattomia tuholaisia, muttei juurikaan vaikuttanut ihmiseen ja muihin nisäkkäisiin. Vasta
1412 myöhemmin DDT:n ja monien muiden kloorattujen hyönteismyrkkujen (esim. lindaani, dieldriini,
1413 aldrini) haitalliset vaikutukset paljastuivat. Erityisesti petolintukannat rupesivat romahtamaan, kun
1414 rasvaliukoinen DDT ja sen hajoamistuotteet rikastuivat ravintoketjussa ja häiritsivät lintujen
1415 kalsiumaineenvaihduntaa. Tämän seurauksena munankuoret ohenivat ja usein kävi jopa niin, että
1416 emon ruvetessa hautomaan munia ne rikkoutuivat. DDT:n vaikutukset lintuihin toi suuren yleisön
1417 tietoisuuteen Rachel Carlson kirjallaan ”Silent Spring” (Äänetön kevät) vuonna 1962. Tämän kirjan voi
1418 sanoa aloittaneen koko modernin luonnonsuojeluliikkeen. Suomessa DDT:n ja muiden
1419 ympäristömyrkkujen – erityisesti Itämeren PCB-yhdisteiden - vaikutukset näkyivät pahimmillaan
1420 1970-luvun alussa muuttohaukan ja merikotkan hävitessä lähes täydellisesti Suomen luonnosta.
1421 Esimerkiksi vuonna 1972 merikotkat saivat koko Suomessa vain 5 poikasta mutta vuonna 2014 449.
1422 Kun todisteita DDT:n, lindaanin ja dieldriinin sekä muiden kloorattujen hyönteismyrkkujen haitoista
1423 kertyi, ne kiellettiin läntisissä teollisuusmaissa, joiden petolintukannat ovat ilahduttavasti toipuneet.
1424 Herbisideihin liittyvistä uutisista ilman muuta suurin oli se, kun Vietnamin sodassa Yhdysvaltojen
1425 joukot lentoruiskuttivat viidakoita 2,4-D:llä puiden lehdet hävittääkseen, jotta viholliset oli helpompi
1426 havaita. Valitettavasti 2,4-D sisälsi epäpuhtautenaan dioksiinia, jota viidakoissa asuneet
1427 vietnamilaiset saivat päälleen sangen suuria määriä. Dioksiinit eivät ole akuutisti mitenkään erikoisen
1428 tappavia ihmiselle, mutta aiheuttavat yleisesti kehityshäiriöitä (ja kasvaimia).

1429

1430 Kasvinsuojeluaineiden levitysmenetelmät ovat elinaikanani muuttuneet paljon. Lapsuuteni aikaan
1431 niitä levitettiin suunnilleen ilman mitään suojauksia eikä ihmisillä ollut minkäänlaista käsitystä siitä,
1432 että herbisidit ja hyönteismyrkyt olisivat ihmisellekin haitallisia. Täystuhoa, joka oli DDT-valmiste,
1433 pölyteltiin ikkunoille hävittämään karpäsiä ja missä mahdollista, käytettiin lentoruiskutuksia
1434 kasvinsuojeluaineiden levittämiseksi. Sienien ja homeiden kasvu viljan siemenillä estettiin
1435 peittaamalla ne elohopeayhdisteillä. Tällaisen tietämättömyydestä johtuneen piittaamattomuuden
1436 vuoksi tulee mieleen, että osa maanviljelijäväestön syövästä olisi johtunut säännöllisestä

1437 altistumisesta kasvinsuojeluaineille. Viidenkymmenen vuoden takaiseen tilanteeseen verrattuna
1438 kasvinsuojeluaineiden levittäminen on tällä hetkellä paljon kehittyneempää. Nykyisin niiden pääsy
1439 myrkytettävän alueen ulkopuolelle on minimoitu käyttämällä laitteita, joista aine leviää vain
1440 myrkytettävälle kasville.

1441

1442 Herbisidit ovat useimmiten, yllä esitettyä 2,4-D ongelmaa lukuun ottamatta, suhteellisen haitattomia
1443 muille organismeille kuin kasveille, koska ne yleensä vaikuttavat johonkin kasveille ominaiseen
1444 aineenvaihduntareittiin, tärkeimpänä kasvun hormonaalinen säätely. Useat kasvimyrkyt erottavat
1445 heinäkasvit leveälehtisistä, joten myrkyttämällä saadaan juolavehnät hävitetyksi
1446 sokerijuurikasviljelmiltä tai leveälehtiset rikkaruohot kuten ruiskaunokit ohrapelloilta tai golfkenttien
1447 ruohomatoilta. Tosin erään viime aikoina eniten käytetyn kasvimyrkyn, glyfosaatin, on havaittu
1448 vaikuttavan erityisesti vesieläimiin toistaiseksi tuntematomalla mekanismilla. Tutkimuksissa käytetyt
1449 pitoisuudet ovat kuitenkin paljon korkeampia kuin luonnosta mitatut, joten vielä ei pystytä
1450 sanomaan, onko glyfosaatilla myrkyvaikutuksia eläimiin luonnonoloissa.

1451

1452 Sen sijaan hyönteismyrkyt ovat huomattavan myrkyllisiä myös muille kuin kohde-eläimille. Tämä
1453 johtuu ennen muuta siitä, että useimmat myrkyt vaikuttavat hermoimpulssien kulkuun, mikä on
1454 samankaltaista niin hyönteisillä, kaloilla kuin nisäkkäillä. Kun klooria sisältävistä hyönteismyrkyistä
1455 luovuttiin, tärkeimmäksi myrkyryhmäksi tulivat organofosfaatit, joiden tappava pitoisuus poikkeaa
1456 vain vähän vaikuttamattomasta pitoisuudesta. Kun vielä akuutisti myrkyllinen pitoisuus poikkeaa vain
1457 vähän hyönteisten ja ihmisen välillä piti ruveta käyttämään pitkiä karenssiaikoja myrkyttämisen ja
1458 myrkytettyjen kasvustojen käyttämisen välillä. Ihminen, joka osaa lukea, voikin välttää myrkytettyjen
1459 kasvien syömistä riittävän ajan, mutta tämä tuskin toteutuu hyönteisiä syövien päästäisten tai
1460 lintujen osalta. Hyönteissyöjät syövät eniten pahoin myrkyttyneitä, helposti pyydystettävää saalista
1461 ja voivat tämän takia tulla itsekin myrkyttyneiksi. Eräs poikkeus organofosfaattihyönteismyrkkyjen
1462 suunnilleen samasta myrkyllisyydestä niin hyönteisille kuin nisäkkäille on malationi: aine tappaa

1463 hyönteiset metaboliittinsa, malaoksonin, vaikutuksesta. Nisäkkäillä malationi ei muutu
1464 malaoksoniksi, joten myrkkyyvaikutustakaan ei ole.
1465
1466 Kaiken kaikkiaan kasvi- ja hyönteismyrkkyjen käyttö kasvintuotannossa on vuosi vuodelta lisääntynyt.
1467 Kemian teollisuus on koko ajan yrittänyt kehittää uusia hyönteismyrkkyjä. Vaikka yhtenä syynä onkin
1468 pyrkimys kehittää aineita, joiden myrkkyyvaikutus olisi mahdollisimman spesifinen
1469 kohdeorganismeille, syynä on myös se, että hyönteiset rupeavat sangen nopeasti sietämään
1470 myrkkyyä, jolloin pitää pystyä käyttämään uutta ainetta, jotta tuholaisista pääsee eroon. Viime
1471 aikoina on uutisiin noussut neonikotinoidien mahdollinen vaikutus mehiläiskantoihin. Sinänsähän ei
1472 ole suinkaan kummallista, että hyönteismyrkky vaikuttaa mehiläisiin, jotka ovat yhtä lailla hyönteisiä
1473 kuin lajit, joita myrkytyksillä halutaan tappa. Neonikotinoidien tapauksessa onkin kysymys siitä, että
1474 viljelykasvin siemenet käsitellään (peitataan) hyönteismyrkkyllä, joka sitten tappaa kasvavaa tainta
1475 syövät hyönteiset. Suomessa näin on käsitelty varsinkin öljykasvien siemeniä. Käsityksenä on ollut,
1476 että kun rypsi ja rapsi kukkivat, myrkkyyä ei enää kukkien medessä juurikaan ole, joten vaikutuksia
1477 pölyttäjiinkään ei ole. Tämä käsitys on nyt kyseenalaistettu: on saatu sekä tuloksia, joiden mukaan
1478 neonikotinoidipeittoaus vaikuttaa mehiläisiin, että tuloksia, joiden mukaan vaikutuksia ei ole.
1479 Menestyvien pölyttäjäkantojen säilyminen rypsi- ja rapsipeltojen läheisyydessä on välttämätöntä,
1480 koska nämä öljykasvit ovat hyönteispölytteisiä, joten rypsiöljyä saadaan tuotetuksi vain, jos pellon
1481 lähellä on riittävästi mehiläisiä pölyttämään kukat. Tämän riippuvuuden vuoksi ihmetyttääkin, että
1482 neonikotinoidien käyttökieltoa ovat Suomessa vastustaneet erityisesti maatalouspiirit. Jos on
1483 vähänkään perusteita arvella, että rypsin ja rapsin tuotannossa käytettävä hyönteismyrkky vaikuttaa
1484 kasvin pölytykseen ja sitä kautta tuotantoon, luulisi että nimenomaan kasvien tuottajat vaatisivat
1485 myrkyn käytöstä luopumista. Se, että näin ei ole, osoittaa, että kasviöljyn tuotantoon vaikuttavat
1486 tekijät tunnetaan huonosti.
1487

1488 Neonikotinoidit ovat esimerkki kemikaaleista, jotka on kehitetty luonnon hyönteisiä
1489 karkottavista/tappavista molekyyleistä. Tupakan nikotiini on tällainen – tupakkaa eivät
1490 tuhohyönteiset paljon vaivaa. Niinpä kemianteollisuus on kehittänyt nikotiinin synteettisiä
1491 johdannaisia. Merkittävä ”bioprospecting” alue onkin etsiä eliöitä, joiden kemikaalit
1492 karkoittavat/tappavat hyönteisiä. Toistaiseksi biologinen tuholaiistorjunta, jossa hyönteisiä
1493 torjuttaisiin toisia eliöitä käyttäen, ei ole tullut niin tärkeäksi kuin 1970-1980-luvuilla toivottiin.
1494 Kasvihuoneissa käytetään petopunkkeja kirvoja tuhoamaan ja *Bacillus thurengiensis*-bakteerin (Bt)
1495 tuottamat endotoksiinit ovat yleisessä käytössä. Kun Bt endotoksiineja tuottavat geenit on jo
1496 selvitetty, kasveihin – erityisesti puuvillaan mutta myös maissiin – on siirretty näitä hyönteismyrkkyä
1497 tuottavia geenejä, minkä ansiosta muusta myrkyttämisestä on voitu luopua kokonaan.
1498
1499 Puuvillan tuotannossa käytetään kasvinviljelyssä eniten sekä geenimuuntelua että hyönteistorjuntaa.
1500 Kaiken hyönteistorjunnan haittavaikutuksina tuhohyönteisten lisäksi myös hyödylliset hyönteiset
1501 kuten pölyttäjät (esim. mehiläiset ja kimalaiset) kuolevat ja hyönteisiä syövät linnut myrkyttyvät.
1502 Tuskin meille tulee mieleen vetäessämme t-paidan päällemme, että siihen tarvittavan puuvilla on
1503 todennäköisesti tuotettu geenimuunneltuja kasveja käyttäen ja tuotannossa on varmaan kuollut
1504 enemmän lintuja kuin minkään tehomaataloudessa tuotetun jauhun saamisessa. Kunnon
1505 geenimanipulaation vastustajan pitäisikin välttää puuvillaan pukeutumista, koska on melkoisen
1506 varmaa, että tuotannossa (joka tulee pääasiassa Aasiasta) on geenimanipuloituja kasveja. Itse asiassa
1507 puuvillasta voisikin ruveta luopumaan ottamalla puusta kehrättävä lanka käyttöön. Teknisesti tämä
1508 on jo tällä hetkellä mahdollista, mutta ennen kuin tuotanto muuttuu laajamittaiseksi, täytyy
1509 kuluttajien ruveta vaatimaan puuvillakankaan sijasta puukangasta. Tuote on varmaan, ainakin aluksi,
1510 kalliimpaa kuin puuvillatuotteet, mutta olisi yksi palanen suomalaista metsien hyväksikäyttöä – ilman
1511 geenimuuntelua.
1512

1513 Toisaalta voi kysyä, onko geenimanipulaatio niin haitallista, että sitä kannattaa uskonnonomaisesti
1514 vastustaa. Suurin osa haitallisista ilmiöistä ei liity geenimanipulaatioon sinänsä, vaan käytössä oleviin
1515 menetelmiin, jotka useimmiten olisi mahdollista korvata. Periaatteellisella tasolla silloin kun
1516 geenimuuntelu kohdistuu geeneihin, jotka eliössä jo ovat – niitä lisäämällä tai muuttamalla niiden
1517 luonta-aktiivisuutta – se on oikeastaan samaa kuin valintajalostus. Paitsi että kun valintajalostuksessa
1518 voi kulua jopa tuhansia sukupolvia halutun tuloksen saavuttamiseen, geenimuuntelulla muutos
1519 saadaan aikaan sukupolvessa. Tämä jos mikä on geenimuuntelun merkittävä etu. Geenejä voidaan
1520 siirtää myös muista lajeista, esimerkkinä *Bacillus thuringiensis* ”hyönteismyrkkygeenin” siirto
1521 puuvillaan. Tähän voi liittyä riskejä – voidaan muun muassa siirtää allergian aiheuttavia geenejä.
1522 Esimerkiksi yksi ensimmäisistä geenisiirroista oli kalan jäänestoproteiinia koodaavan geenin siirto
1523 perunaan. Jäänestoproteiinit voivat aiheuttaa kala-allergian, joten mikäli tämä geenimuunneltu
1524 peruna olisi tullut markkinoille (mitä se ei tehnyt), olisi kala-allergikon ollut sangen vaikeata
1525 ymmärtää, miksi hän saa oireita perunaa syödessään. Geenimuuntelun ongelmia ovat ainakin
1526 seuraavat. Ensimmäiset ja nykyisinkin halvimmat geenisiirron menetelmät perustuvat siihen, että
1527 siirrettävä geeni ”ammutaan” sattumanvaraiseen paikkaan uudessa genomissa. Kun yli 95 %
1528 genomista ei koodaa mitään proteiinia, on ajateltu, että todennäköisyys jonkun häiriön
1529 aiheuttamiselle on pieni. Nykytietämyksen mukaan kuitenkin genomien ”hiljainen” yli 95 % osa
1530 sisältää geenien säätelyalueita, joten on hyvinkin mahdollista, että sattumanvaraiseen paikkaan
1531 siirretty geeni vaikuttaa joidenkin muiden geenien säätelyyn. Tämänkaltainen ongelma on
1532 menetelmien kehityksen ansiosta mahdollista välttää sijoittaen siirrettävä geeni tarkasti määriteltyyn
1533 paikkaan. Toiseksi, suurimmassa osassa tapauksia siirrettävän geenin mukana siirretään
1534 antibioottiresistenssigeeni. Tällöin vain onnistuneet siirtogeeniset eliöt kasvavat antibiootteja
1535 sisältävässä kasvatusalustassa. Nyt kun antibioottiresistenssin kehittyminen on kasvava ongelma,
1536 siirtogeenisten eliöiden tuottamisessakin pitäisi pyrkiä ongelman leviämistä estämään. Onkin
1537 mahdollista käyttää muita kuin antibioottiresistenssigeenejä erottamaan onnistuneet geenisiirrot
1538 epäonnistuneista. Kolmanneksi, viljelykasveihin siirretyn geenin pelätään siirtyvän muihin

1539 lähialueiden eliöihin. Geenien siirtyminen erityisesti kasvista toiseen onkin mahdollista. Tehdyissä
1540 kartoituksissa tätä ei kuitenkaan ole varmasti havaittu. Lisäksi on pelätty, että geenimuunnellut
1541 organismit olisivat parempia kilpailijoita kuin normaalit eliöt. Tätä on pelätty erityisesti eläimillä, kun
1542 niihin on usein siirretty kasvuhormonigeeni, minkä ansiosta kasvu nopeutuu. On ajateltu, että
1543 eläimet valitsisivat lisääntymiskumppaniksi mieluiten tällaisen nopeasti kasvavan eläimen. Tämän
1544 mahdollisuuden estämiseksi esimerkiksi geenimuunnellut kalat on steriloitu, joten, vaikka ne
1545 karkaisivatkin, muuntogeenin säilyminen populaatiossa estyy, kun geenimuunnellut eläimet eivät voi
1546 saada jälkeläisiä. Sterilointia on käytetty myös geenimuunnelluissa kasveissa. Usein siemenvilja on
1547 steriiliä, minkä johdosta uutta satoa ei voida saada tähkistä kerätyistä siemenistä. Vaikka tätä
1548 pidetäänkin siementen tuotantoyhtiön keinona varmistaa tulonsa, voisi myös ajatella, että tämä on
1549 keino, jolla varmistetaan, ettei geenimuunneltu kasvi voi kontrolloimattomasti levitä.

1550 Geenimuunneltujen kasvien joukossa on toisaalta muun muassa kultainen riisi, joka on lisännyt
1551 riisisatoja ja niiden terveellisyyttä siellä missä se on käytössä. Kultaisen riisin (joka sisältää A
1552 vitamiinia paljon normaalia riisiä enemmän) kehittäjä toimi pyyteettömästi eikä ole halunnut
1553 rahallista korvausta keksinnöstään, vaan kaikki halukkaat saavat käyttää kultaisen riisin siemeniä
1554 viljelemisessään. Riisiä viljeltäessä voidaan myös kasvattaa kaloja, näin saadaan monipuolistetuksi
1555 riisinviljelyn yhteydessä tuotettava ravinto – riisintuotannon ohessa saadaan myös eläinvalkuaista.

1556 Kalat toimivat myös biologisina hyönteistorjujina vähentäen hyönteisten määrää riisiviljelmillä näin
1557 pienentäen hyönteismyrkkyjen tarvetta. Näin ollen luonnon monimuotoisuuden lisääminen
1558 riisinviljelyssä on myös kustannuksia vähentävää.

1559

1560 Vastaava luonnon monimuotoisuuden lisääminen on hyödyttänyt etelä-afrikkalaisia viininviljelijöitä.

1561 Kapkaupungin lähialueiden viinintuotannossa oli ajauduttu pahaan kierteeseen, jossa lisääntyvä
1562 viininviljely vähensi merkittävästi alueen luonnon monimuotoisuutta, muun muassa tuhoeläimiä
1563 syöviä eläinlajeja. Seurauksena oli, että viinilitran tuottamiseen tarvittiin koko ajan lisää
1564 tuholaismyrkkijä. Tästä huolimatta pinta-alaa kohti saavutettu viinin tuotanto väheni.

1565 Ratkaisukeinoksi keksittiin viiniviljelmien tekeminen houkuttelevammaksi tuholaisia syöville
1566 eläinlajeille – haitallisia jyräjyitä syövät täplähuhkajat ja tuohyönteisiä syövät helmikanat ovat
1567 palanneet viiniviljelmille. Tämän tuloksena tuholaismyrkkujen tarve on pienentynyt ja, kiinnostavaa
1568 kyllä, tuotanto pinta-alayksikköä kohti on kasvanut. Lisäksi viinin markkinoinnissa voidaan käyttää
1569 luonnon monimuotoisuuden lisäämistä hyväksi. Etelä-Afrikan viiniviljelijät ovatkin vapaaehtoisesti
1570 lisänneet luonnonsuojelualueiden määrää, jopa niin että osan viiniviljelyalueista on annettu palata
1571 luonnontilaan.

1572

1573 Ehkä riisinviljelyyn kytkeytyvä kalantuotanto ja Etelä-Afrikan viiniviljely voisivat toimia esimerkkeinä
1574 laajemminkin siitä, että kasvinviljelyn kustannustehokkuus ja ympäristöasioiden huomioonottaminen
1575 eivät ole välttämättä vastakkaisia asioita.

1576

1577 Eläintuotannossa on muutos perinteiseen maanviljelyyn ehkä vielä paljon suurempi kuin
1578 kasvintuotannossa. Julkisuudessa ovat olleet paljon niin tehdassikalat kuin suuren mittakaavan
1579 broilerikanalat. Tuhansien eläinten tehtaista on pitkä matka siihen, kun kriisiaikoina
1580 kaupunkiasuntojen takapihoilla pidettiin kotisikaa, joka aikanaan laitettiin lihoiksi, tai pihamaalla
1581 juokseviin kanoihin. Lihansyönnin vastustukseen liittyy perusteettomia väittämiä. Esimerkiksi ajatus
1582 siitä, että brasilialaisen naudan sisäfileen syönti liittyy sademetsien hakkuihin, on perätön.

1583 Eurooppaan tuotava brasilialainen liha on Brasilian ruohostoalueella tuotettua. Jos missä, siellä
1584 lihakarja elää lajinomaisessa ympäristössään. Lisäksi Etelä-Amerikan ruohostoalueen käytössä
1585 lihakarjan tuotantoon ei käytetä aluetta, joka olisi juurikaan varhemmin ollut suurien kasvissyöjien
1586 luontainen reviiri toisin kuin esimerkiksi Pohjois-Amerikan preeria tai Afrikan savanni. Edellinen on
1587 biisonien ja jälkimmäinen eri antilooppilajien luontainen reviiri. Eurooppalainen kuluttaja tulee
1588 edistäneeksi sademetsien hakkuita esimerkiksi kasvissyönnillä – jos se on soijapohjaista. Hakatun
1589 sademetsän tilalle on nimittäin usein tullut soijanviljelyä. (Myös sianlihan tuotanto Euroopassa
1590 edistää sademetsien hakkuita. Sian rehu kun on suurelta osin soijapohjasta.)

1591

1592 Ympäristön kannalta merkityksellistä on lihan tuottamisen vaatima energia. Tuotetun kilon
1593 suhteuttaminen kulutettuun energiaan on ehkä yksiselitteisin mittari siitä, kuinka paljon
1594 ympäristöhaittaa tuotanto aiheuttaa. Tällöin merkittävin ero on vaihto- ja tasalämpöisten eläinten
1595 välillä. Yhden lihakilon tuottamiseen kuluu suunnilleen kymmenkertainen energiamäärä, jos liha
1596 tuotetaan tasalämpöisessä eläimessä vaihtolämpöisen sijasta. Tasalämpöisistä eläimistä vähiten
1597 energiaa kuluu broilerinlihakilon tuottamiseen. Tätä seuraa kaikkiruokaisen sian lihakilon
1598 tuottaminen, ja energeettisesti kalleinta on naudanlihan ja erityisesti lampaanlihan tuottaminen.
1599 Näin ollen ekologisesti kalleinta on käyttää ”punaista” lihaa. Toinen ympäristön kannalta merkittävä
1600 asia on, että lihan tuotannossa useissa paikoissa käytetään steroideja ja antibiootteja, jotta eläinten
1601 lihasmassan kasvu nopeutuu. Ehkä tällöin lihantuotannon lisääntyminen on pieni etu aiheutettuun
1602 haittaan verrattuna.

1603

1604 Lihantuotannon lisäksi tärkeää on, voidaanko eläimistä saada muita hyödykkeitä, esimerkiksi maitoa,
1605 kenkien nahkaa, villaa yms. Muut hyödykkeet vähentävät eroja eri tasalämpöisten eläinten ja vaihto-
1606 ja tasalämpöisten eläinten välillä.

1607

1608 Lihan syönnissä olisi edullista siirtyä enenevässä määrin vaihtolämpöisten eläinten käyttöön
1609 tuotannossa kuluvan energian vähentämiseksi. Fysiologisesti ihminen on kaikkiruokainen ja paras
1610 ravinto on sellaista, jossa on mukana eläinpohjaista ainesta. Tämä johtuu siitä, että eläinpohjainen
1611 aines takaa kasveissa vain vähän esiintyvien molekyylien riittävän saannin. Jotta kasvissyöjäeläimet
1612 varmistavat riittävän tarpeellisten aminohappojen saannin, niiden on syötävä jopa
1613 monikymmenkertainen määrä (grammoina) ruohoravintoaan lihansyöjien riittävään
1614 ravinnonkulutukseen verrattuna.

1615

1616 Vaihtolämpöisten eläinten käytössä tärkeitä ovat mielikuvat: keskimääräisen kuluttajan on paljon
1617 hankalampi oppia syömään hyönteisten toukkia kuin kalaa. Tämän takia siirtyminen
1618 vaihtolämpöisten eläinten käyttöön ravintona sujuisikin parhaiten, jos tasalämpöisten eläinten liha
1619 korvataan kalalla. Tietysti kulinaaristen mielikuvien luomisella on valtava merkityksensä – jos
1620 grillatusta heinäsiirkasta saadaan samanlainen gourmetruoka kuin sammakonreidestä tai
1621 valkosipulivoissa haudutetuista etanoista, niiden ruokakäyttö voi lisääntyä räjähdysmäisesti.

1622

1623 **7.2. Kalastus ja kalankasvatus**

1624 Maailman meret ovat ylikalastettuja. Useille kala- ja äyriäislajeille on joko jo käynyt tai tällä hetkellä
1625 käymässä niin, että ne ovat muuttuneet/muuttumassa uudistuvista uusiutumattomiksi
1626 luonnonvaroiksi. Vaikka alla puhutaan vain lohesta, sardiinista, tonnikalasta ja turskasta,
1627 luonnonkalojen väheneminen kriittiselle rajalle koskee monia muitakin lajeja. Joutuminen kriittiseen
1628 tilaan osoittaa, että eläinkannan hyväksikäyttö on ylittänyt sen lisääntymiskyvyn jo pitkiä aikoja. Kun
1629 ollaan eläinkannan uusiutumiskyvyn rajoilla, kannan elvyttäminen tulee sangen kalliiksi:
1630 taloudellisesti olisi ilman muuta edullisinta käyttää kannasta vain sen verran kuin se pystyy vuosittain
1631 uusiutumaan. Kalastuselinkeinon voimakkaiden painostusryhmien vuoksi näin ei kuitenkaan usein ole
1632 tehty, vaan tutkijoiden arviot kestävän kalastuksen määrästä on kokonaan unohdettu saaliskiintiötä
1633 määrättäessä. Kun lisäksi osa kalastuksesta ei koskaan tule ilmoitetuksi, tilastoidut saaliiden määrät
1634 ovat usein paljon pienemmät kuin saaliiden todelliset määrät. Päätökset, joilla kalastuskiintiöt
1635 selvästi ylittävät kalakantojen uusiutumiskyvyn ovat kuin hölmöläisten peitonjatkaminen.
1636 Yhteiskunta antaa rahallista tukea uusiin entistä tehokkaammin pyydystäviin kalastusaluksiin ja
1637 pyydyksiin, joiden ansiosta kalakanta pystytään aikaisempaa tehokkaammin hävittämään.
1638 Pahimmissa kauhukuvissa kaikkien luonnon merikalojen kannat alittaisivat kriittisen rajan noin 2050.
1639 Näin ei kuitenkaan ilmeisesti ole laita, vaan vain muutamat lajit ovat häviämässä. Lisäksi eräät lajit
1640 näyttävät olevan toipumassa pyyntirajoitusten ja rauhoitettujen lisääntymisalueiden ansiosta. Tämä

1641 osoittaa ilahduttavasti, että useimpien kalojen kannat eivät ole ajautuneet kriittisen rajan
1642 alapuolelle.

1643

1644 Kalakantojen arviointi on tähän asti perustunut pääosin tietoon kantojen aiemmista muutoksista
1645 yhdistettynä pyydystystekniikoiden arvioituun käyttöön. Tämän takia kantojen arviointi useita vuosia
1646 tulevaisuuteen jättää huomiotta yhden ratkaisevan tekijän – miten kalojen elintoiminnat muuttuvat
1647 ja vaikuttavat lisääntymismenestykseen, poikasten kehitykseen ja kasvuun. Kalojen elintoimintojen ja
1648 niiden muutoksien vaikutusten huomioonottaminen kalakantojen arvioinnissa tulee koko ajan
1649 merkityksellisemmäksi, kun arviointien pitää pystyä ottamaan huomioon ilmastonmuutos, merien
1650 happamoituminen, rehevöityminen ja ympäristön kemikalisoituminen. Näiden seurauksena jonkin
1651 lajin kanta voi romahtaa siten, että saalistilastoja käyttävä arviointi on muutoksesta muutaman
1652 vuoden myöhässä. Tällöin kalastus voi aiheuttaa lajin siirtymisen uusiutumattomien luonnonvarojen
1653 joukkoon ennen kuin saaliskiintiöt ehtivät reagoida.

1654

1655 Kalakantojen pieneneminen on johtanut pyydystäjien välisiin kiistoihin. Tällaisia ei olisi, jos kannat
1656 olisivat säilyneet hyvin kestävän kalastuksen sallivalla tasolla. Esimerkkinä tästä on Itämeren lohen
1657 kalastus. Kalastusta on viime vuosina pyritty rajoittamaan avomerialueella, jotta kalojen nousu
1658 kutujokiin lisääntyisi. Koska lohi on ollut merikalastajien tärkeä saalis, lohen ajoverkkopyydystyksen
1659 kieltäminen on iskenyt kalastajien elinkeinon voimakkaasti. Samaan aikaan on kuitenkin esimerkiksi
1660 Tornionjokeen nousseiden lohien määrä selvästi kasvanut ja joen poikastuotannonkin on arvioitu
1661 parantuneen merkittävästi. Jokikalastus on pääosin harrastuskalastusta, mutta sen arvo (myös
1662 paikallisille asukkaille) on sangen korkea. Itämeren lohen kantojen romahtaminen lähelle tilaa, josta
1663 ne eivät olisi voineet elpyä, aiheuttaa kustannuksia ja on ilman muuta aiheuttanut ristiriitoja
1664 ammattikalastajien ja harrastevirvelijöiden välille. Tällaiset ristiriidat olisi voitu välttää, jos
1665 lohikantojen ei koskaan olisi annettu romahtaa. (Yhtenä syynä romahdukseen oli tosin Itämeren
1666 pilaantuminen, jota ei olisi kalastuksen säätelyllä voinut muuttaa – mutta tästä enemmän

1667 myöhemmässä Itämeriluvussa). Lohikantojen voimakas pieneneminen alkoi pohjoisten jokien
1668 voimalaitosten rakentamisen myötä toisen maailmansodan jälkeen. Tuolloin Suomi teollistui
1669 nopeasti eikä päättäjien mielestä vettä voinut päästää riittävästi kalateihin sähköntuotannon ohi,
1670 jotta lohikannat olisivat padotuissa joissa säilyneet elinvoimaisina. Suomessa päädyttiin siihen, että
1671 voimalaitosyhtiöiden piti istuttaa tietty määrä lohia kantojen ylläpitämiseksi. Istutettujen lohien
1672 säilyminen hengissä kutukypsyyteen asti ei kuitenkaan ole läheskään yhtä todennäköistä kuin
1673 luonnonlohien, joten kannat pienenivät jyrkästi istutuksista huolimatta. Syyt, joiden takia
1674 istutuspoikaset selviävät luonnonoloissa huonommin kuin villit, tunnetaan edelleen huonosti. Yhtenä
1675 syynä näyttää olevan se, että istutuspoikaset eivät luonnonpoikasten tavoin osaa reagoida
1676 saalistajiin. Lohenpoikasten saalistajat syövätkin itsensä paksuiksi istutuspaikkojen läheisyydessä
1677 ennen kuin istukkaat ovat hajaantuneet. Lisäksi viljelylaitoksien poikaset ovat kasvaneet liian hyvissä
1678 olosuhteissa: ruokaa ja happea on aina riittävästi tarjolla eikä koskaan tarvitse pelätä mitään, minkä
1679 vuoksi koskaan ei tarvitse uida pakoon ja energiankulutus säilyy vähäisenä. Kun viljellyissä kaloissa
1680 pulska kala on hyvä kala, vaikka pulska kala ei välttämättä selviydy luonnossa yhtä hyvin kuin jonkin
1681 verran stressattu, laihempi kala, voivat istukkaiden liian hyvät oltavat aiheuttaa selviytymisvaikeuksia
1682 myöhemmin. Lohikantojen pienenemisen toisena syynä on se, että saaliskiintiöt on määritelty
1683 pitkään poliittisin perustein piittaamatta paljonkaan kalataloustutkijoiden paljon pienemmistä
1684 suosituksista. Nyt on sitten nähty hyvä esimerkki siitä, mikä on seurauksena, kun uusiutuvan
1685 luonnonvaran hoidossa ei tieteellisiä perusteita noudateta. Itämeren lohi on myös esimerkki
1686 luonnonvarasta, jonka hoito edellyttää yli valtionrajojen ulottuvaa yhteistyötä. Se, etteivät poliittiset
1687 saaliskiintiöt ole noudattaneet tieteellisiä suosituksia, on osittain johtunut siitä, että useiden
1688 valtioiden päätöksenteossa on lähdetty vain siitä, että omien kalastajien saaliit maksimoidaan. Kun
1689 tähän liitetään vielä se, että eri paikoissa saaliiden määrä ilmoitetaan eri tarkkuudella, voi
1690 pyydystettävien lohien määrä olla paljon suurempi kuin mitä kanta kestää.
1691

1692 Niin tonnikala- kuin turskakannat ovat romahtaneet maailman merillä. Tiedyt tonnikalalajit ovat
1693 tulleet niin uhanalaisiksi, että niiden pyynti ja käyttö ravinnossa on kokonaan kielletty. Kiellon
1694 valvomiseksi on esimerkiksi Kanadan poliisissa DNA-asiantuntijoita, jotka ottavat näytteitä uivien
1695 kalatehtaiden tonnikalamurskasta. Suurilla kalastusyhtiöillä on nimittäin nykyisin aluksia, jotka
1696 pyydystävät ja käsittelevät kalan purkitetuksi lopputuotteeksi ja pyrkivät näin piilottamaan saaliissa
1697 mahdollisesti olevat (tai niihin tahallisesti pyydystetyt) kielletyt kalat. Kalastuskiellon alaiset lajit
1698 voidaan kuitenkin nykyisin tunnistaa DNA-sormenjälkiensä perusteella. Jotta uivat kalastustehtaat
1699 välttäisivät kiinnijäämisen laittomien saaliidensa kanssa, ne eivät tule sellaisten maiden aluevesille,
1700 joissa DNA-testausta tehdään. Maailman merillähän ei käytännössä ole lainkaan lakeja, kun lakien
1701 täytäntöönpanovaltuudet rajoittuvat kansallisvaltioiden aluevesirajoihin. Varsinainen tonnikala on jo
1702 kokonaan hävinnyt Välimerestä, missä myös sardiinista on tullut niin harvinainen, että esimerkiksi
1703 Espanjan suuri kalastuslaivasto etsii saalistaan yhä laajemmalla alueelta Atlantia. Espanjan ja
1704 Portugalin kalastuselinkeino on saanut merkittävää EU-tukea, kasvanut ja tullut ehkä Euroopan
1705 suurimmaksi merien ryöstökälastajaksi. Ne ja muun Euroopan laivat ovat pienentäneet turskakantoja
1706 huomasti, jopa niin, että turskana myytävä kala on osittain vähempiarvoisia turskakaloja.
1707
1708 Turskan kalastus on johtanut lähes valtioiden väliseen sotaan. Islannin ja Yhdistyneiden
1709 Kuningaskuntien välille tuli riitaa siitä, missä niiden laivat saivat kalastaa. Niinpä pahimmillaan
1710 kalastusalukset troolasivat turskaa sotalaivojen suojeluksessa. Osasyynä kriisin muodostumiseen oli se,
1711 että Islanti julisti oman kaupallisesti hyödynnettävän vesialueensa, jota muut eivät saaneet käyttää,
1712 ulottuvan paljon laajemmalle vesialueelle kuin Yhdistyneet Kuningaskunnat oli valmis hyväksymään.
1713 Pohjimmiltaan syynä voi kuitenkin sanoa olevan turskakantojen pienenemisen: jos kalaa olisi ollut
1714 riittävästi, sen pyydystämisestä ei olisi tullut kiistaa. Turskan kulkeminen kutualueilleen perustuu
1715 pieniin lämpötilaeroihin kalan käyttämien virtausten ja ympäröivän veden välillä. Tähän voi
1716 ilmastonmuutos vaikuttaa. Lisäksi eri turskakantojen lämpötilasiedon geneettinen tausta on erilainen,

1717 mikä voi johtaa siihen, että ilmastomuutoksen myötä turskan levinneisyys muuttuu muutenkin kuin
1718 kalastuksen takia.
1719
1720 Edellä on puhuttu vain merikaloista, koska ylivoimaisesti suurin osa vedestä on meressä. Sisävesiä on
1721 vain prosentin verran kaikesta vedestä. Tällä hetkellä jäätiköissäkin on suurempi vesimäärä kuin
1722 sisävesissä. Tärkeimmät joista pyydystettävät saaliskalat, Atlantin ja Tyynenmeren lohiet, eivät
1723 nekään ole, kuten yllä olevan perusteellakin on selvää, pelkästään makean veden kaloja, vaan
1724 kasvavat pääosin meressä ja tulevat jokiin vain lisääntymään. Tällä hetkellä Suomessa kalastetaan
1725 sisävesikalasta ammattimaisesti merkittävästi vain muikkua. Suurin osa sisävesikalastusta on
1726 harrastuskalastusta, mikä nykyinsäädännöllä aiheuttaa ongelmia yleistenkin saaliskalojen
1727 saamisessa kauppaan erityisesti sisävesien lähellä mutta myös rannikolla. Vaikka harrastuskalastaja
1728 saisikin saalista niin, että siitä hyvin riittäisi kaupassa myytäväksi, kauppa ei saa myydä
1729 harrastuskalastajan saalista vaan vain ammattikalastuksen tuotosta. Kun Suomen ammattikalastajien
1730 määrä (joka sisältää kaikki ammattikalastajiksi rekisteröityneet, ei pelkästään päätoimisia
1731 ammattikalastajia) on vain pari tuhatta, läheskään joka paikkaan ei riitä tuoretta kalaa. Lisäksi
1732 luonnonkalan ongelmana on se, että tasaista saatavuutta ei voi taata, mikä poikkeaa täysin
1733 kasvatetun kalan saatavuudesta. Tämä ero on johtanut siihen, että nykyisin kasvatettu lohi on
1734 halvinta kalaa, johon verrattuna lapsuuteni aikainen halpa ruoka, ahven, on mielettömän kallista.
1735 Pahimmillaan ahvenfileen hinta on samaa luokkaa kuin tarjouksessa olevan naudan sisäfileen.
1736
1737 Vaikka kalanviljely oikeastaan kuuluisi muun eläintuotannon yhteyteen, käsittelen sen tässä yhdessä
1738 kalastuksen kanssa. Kalanviljely on ollut uutisissa pääasiassa sen vuoksi, että kalojen ruokinta
1739 aiheuttaa rehevöitymistä. Kalanviljelylaitoksien aiheuttama rehevöityminen on kuitenkin varsin
1740 paikallista ja se on noussut otsikoihin Suomessa pääasiassa siitä syystä, että usein rannikkoalueen
1741 verkkokassikasvatus on kalleimmalla kesämökkialueella. Ongelmaa on pyritty ratkaisemaan seuraavin
1742 keinoin: Rehuja on kehitetty niin, että ne käytetään mahdollisimman tehokkaasti hyväksi, jolloin

1743 veteen joutuvien ravinteiden määrä pienenee. Viljelylaitoksien sijainninhjauksella pyritään
1744 ohjaamaan niiden sijoittumista siten, että laitokset olisivat virtaisilla paikoilla, jolloin rehevöittävä
1745 aines poistuisi nopeasti niiden läheisyydestä. Koska käyttämättä jäänyt rehu ja kalojen ulosteet
1746 vaipuvat pohjaan, on myös viljelylaitosten pohjiin kehitetty kiinteän aineksen keräysjärjestelmiä.
1747 Lähes kokonaan kalanviljelyn aiheuttama rehevöityminen voidaan estää vain, jos laitokset sijoitetaan
1748 maalle, jolloin kaikki takaisin mereen tai järviin joutuva vesi voidaan johtaa puhdistuksen kautta.
1749 Tällöin suurin osa fosforista saadaan talteen, mutta typpeä pääsee kuitenkin veteen. Rehevöitymisen
1750 lisäksi kalanviljelyyn liittyy loisien ja sairauksien torjunnassa käytettävien lääkkeiden pääseminen
1751 ympäristöön. Esimerkiksi merkittävin lohien ulkoloinen, lohitäi, on äyriäinen, joka pidetään kurissa
1752 norjalaisissa kalankasvattamoissa lääkityksen avulla. Lääkitys, joka pitää lohitäin kurissa, tappaa
1753 muutkin äyriäiset: norjalaiset ekotoksikologit selvittävätkin tällä hetkellä, kuinka paljon loislääkkeet
1754 tappavat hummereita ja häiritsevät niiden kehitystä.
1755
1756 Kalanviljelyn rehevöittävä vaikutus johtuu siitä, että suuri määrä kaloja on pienessä tilassa. Tällöin
1757 niiden ruokkiminen ja ulosteet aiheuttavat väistämättä suurempia vaikutuksia kuin näkyy
1758 luonnonkalojen paljon laajemmalle ulottuvasta jätekuormasta. Kalanviljelyssä tulee kuitenkin
1759 pohjimmiltaan kysymykseksi se, hyväksymmekö mieluummin luonnonkalojen ylikalastuksen, useiden
1760 lajien kuolemisen sukupuuttoon ja ihmispopulaation ravinnonpuutteen kuin alueellisen
1761 rehevöitymisen. Tässä on kuitenkin vielä tällä hetkellä yksi tärkeä näkökohta. Suuri osa viljellyistä
1762 kaloista on petokaloja, jotka kasvavat hyvin vain kalajauhohojaisilla rehuilla. Jotta käytettävä
1763 kalajauho saadaan, on rehukalat kalastettava. Tällöin kalastuspaine maailman vesillä ei yhtään
1764 vähene viljelyn vaikutuksesta – ainut tapahtuva muutos on se, että saaliiksi kelpaa mikä tahansa laji.
1765 Ainoastaan silloin, kun rehuissa pystytään käyttämään enenevässä määrin kasvipohjaisia tuotteita,
1766 saadaan vesielävien pyydystystä vähennetyksi. Tällainen merkittävä rehuinnovaatio onkin äskettäin
1767 tullut markkinoille. Rehussa suuri osa rasvasta on peräisin rypsiöljystä.
1768

1769 Suomessa ruokakalanviljely alkoi merkittävässä määrin 1960-luvulla ja lisääntyi nopesti kulta-
1770 aikoihinsa 1970-luvun lopulla ja 1980-luvun alkupuolella. Ruokakalana ylivoimaisesti tärkein viljelylaji
1771 on ollut kirjolohi. Tätä pienempiä määriä on varsinkin viime vuosina viljelty nieriää ja siikaa. Lisäksi
1772 aivan viime aikoina on saatu kuhan viljely onnistumaan. Parissa paikassa kasvatetaan sampea, jota
1773 tuotetaan ennen kaikkea mätinsä, kaviaarin, vuoksi. Kotimaiselle kalanviljelylle rupesi kuitenkin
1774 tulemaan kilpailua ennen kaikkea kasvatetun norjalaisen lohen myynnin lisääntyessä. Tällä hetkellä
1775 tuotu norjalainen lohi onkin halvinta saatavilla olevaa kalaa, joskin aivan viime aikoina sen hinta on
1776 noussut voimakkaasti. Sen lisäksi meille tuodaan jopa viljeltyä vietnamilaista pangasius-kalaa. Tässä
1777 ainakin minulle herää kysymys, voiko olla ekologisesti kestävää tuoda ”tuoretta” kalaa lentorahtina
1778 toiselta puolelta maapalloa. Lohen lisäksi Norjassa viljellään nykyisin sangen suuria määriä turskaa ja
1779 eri kampeloita, ennen kaikkea ruijanpallasta. Norjan lisäksi merkittävin viljellyn ruokakalan
1780 yksittäinen tuottaja on Chile, missä kasvatetaan varsinkin kirjolohta. Sekä Norjan että Chilen
1781 ruokakalan viljelyssä on Suomeen verrattuna yksi merkittävä etu: vuonot, joissa kala kasvatetaan,
1782 ovat syviä ja niissä on voimakas veden kierto. Tämän takia Suomen kaltaista kalanviljelyn
1783 rehevöitymisiongelmaa ei merkittävässä määrin esiinny.

1784

1785 Vaikka suomalainen kuluttaja tulee tekemisiin pääasiassa viljellyn lohen ja kirjolohen kanssa, kaikkein
1786 eniten maailmanlaajuisesti taidetaan kuitenkin viljellä karpia. Karpin kulutuksessa on joulun aikana
1787 piikki, se kun kuuluu perinteisesti katoliseen joulupöytään. Sen viljely on sangen helppoa, koska kalan
1788 ympäristövaatimukset ovat vähäiset. Toisin kuin lohikalat se elää melkein missä lammikossa tahansa,
1789 kun se tarvitsee vain vähän happea. Paljon viljelty trooppinen sisävesikala tilapia on samanlainen
1790 lähes kaikkia oloja sietävä otus. Myöskään Vietnamin ja muun Kaakkois-Aasian yleinen viljelykala,
1791 pangasius, ei vaadi veden laadulta juuri mitään, joten sitä voidaan kasvattaa väkirikkaiden alueiden
1792 läpi virtaavissa joissa. Merikaloista viljellään lohen ja turskan lisäksi esimerkiksi hammasahvenia.
1793 Välimeren maissa, erityisesti Espanjassa, viljellään paljon *Sparus aurata*-lajia. Viime aikoina on

1794 ruvettu onnistumaan sellaisten lajien viljelyssä, joiden luonnonkannat ovat romahtaneet: niinpä
1795 tietyissä laitoksissa viljellään tonnikalaa (*Thunnus thynnus*) ja belugaa - kitasampea (*Huso huso*).

1796

1797 **8. Jätteet**

1798

1799 Me kehittyneiden maiden ihmiset tuotamme tällä hetkellä huimat määrät jätettä ja itse asiassa koko
1800 tuotantoketju on viritetty siihen, että laitteiden korjaamisen sijasta hankitaan uusi. Useimmiten
1801 pienienkin vikojen korjauskustannukset lähestyvät uuden laitteen hankintakustannuksia. Tällöin ei
1802 missään tapauksessa yksityistaloudellisesti kannata korjata kodin laitteita useita kertoja vaan aina
1803 kun laite menee rikki, hankitaan uusi. Tällä hetkellä kertakäyttötalouden ääriesimerkkejä ovat
1804 tulostimet, joiden hankintahinta tarjouksissa on usein alle laitteeseen myöhemmin tarvittavan
1805 värikasetin hinnan. Tällöin tulostimen käyttäjä joutuu aina kun tulostusväri loppuu miettimään,
1806 kannattaako hankkia uusi värikasetti vai kokonaan uusi tulostin. Kertakäyttökulutus ei missään
1807 nimessä voi olla ekologisesti kestävää taloutta. Tässä luvussa tarkastellaan jätteiden joutumista
1808 ympäristöön, käsittelyn eri muotoja, sitä miten tuottamamme jätteet vaikuttavat ympäristöön ja
1809 mitä hyvää kierrätystalous voisi tuoda kestäväen kehityksen kannalta. Kierrätyksessäkin joutuu
1810 kuitenkin aina miettimään, mitkä kierrätykset ovat mielekkäitä ja miten ne kannattaa tehdä.

1811

1812 Jätteiden muodostuminen ei ollut ongelma niin kauan kuin ihmisten määrä oli vähäinen ja kulutus
1813 pientä. Lisäksi tuolloin haitallisia kemikaaleja käytettiin vähän. Silloin eri eliöt käsittelivät kaiken
1814 ympäristöön joutuneen ihmisen tuottaman aineksen. Voidaankin sanoa, että luonnolla on kyky sietää
1815 ja puhdistaa jätteitä, jos niiden määrä ei nouse liialliseksi ja jos ne eivät poikkea suuresti luonnon
1816 omista yhdisteistä, minkä ansiosta niiden käsittelyyn eliöillä on aineenvaihduntareitit. Tästä
1817 idyllisestä tilanteesta siirryttiin pois vasta toisen maailmansodan jälkeen ihmismäärän kasvaessa ja
1818 maailman kemikalisoituessa (josta yksi osa on öljyn käytön huima kasvu).

1819

1820 **8.1. Veden puhdistus**

1821 Alun perin käytännöllisesti katsoen kaikki jätteet joutuivat veteen ja muodostuneet jätevedet
1822 johdettiin putkia pitkin pois näkyvistä. Kun asutuksen lähivedet rupesivat näyttämään pilaantuneilta,
1823 jätevesiputkia pidennettiin niin, että likaantuminen ei enää näkynyt. Tilanne on tällainen valitettavan
1824 suuressa osassa maapalloa edelleen. Euroopassa edellytettäviä vdenpuhdistusmenetelmiä ei vaadita
1825 useimmilla maapallon alueilla. Jopa Yhdysvaltojen vedenpuhdistusmääräykset ovat selvästi Euroopan
1826 Yhteisöä löyhempiä. Vesiin, piiloon näkyvistä, on aikojen kuluessa upotettu myös erilaisia
1827 myrkkytynnyreitä, suurimpana kokonaisuutena eri valtioiden, erityisesti Saksan, Neuvostoliiton ja
1828 Japanin, toisen maailmansodan jälkeen ”hävittämät” kemiallisia aseita sisältävät tynnyrit. Kukaan ei
1829 tällä hetkellä tiedä tarkalleen, missä esimerkiksi Itämereen upotetut myrkkytynnyrit ovat.

1830

1831 Jätevesien puhdistuksen voi sanoa alkaneen 1970-luvulla. Sitä ennen niin asutuksen kuin teollisuuden
1832 jätevedet kulkeutuivat puhdistamattomina vesistöihin. Kun Suomen ja Ruotsin
1833 puunjalostusteollisuuden jätevesikuorma vastasi noin sadan miljoonan ihmisen aiheuttamia päästöjä,
1834 ei ole ihme, että paperitehtaiden lähivedet olivat 1960- ja -70-luvuilla haisevaa soppaa, missä mikään
1835 ei elänyt. Nykyisin Pohjoismaiden puunjalostusteollisuuden vedet puhdistetaan varsin hyvin ja veden
1836 käytön osalta teollisuus on päässyt melkein suljettuun kiertoon. Lisäksi tehtaiden prosessit ovat
1837 vuosien kuluessa muuttuneet paljon vähemmän haitallisiksi kuin ennen vanhaan: 1960-70-luvuilla
1838 käytetystä kloorivalkaisusta paperin valmistuksessa on kokonaan luovuttu. Tämän tuloksena
1839 polykloorattujen bifenyyliden (PCBt) syntyminen ja pääsy veteen on kokonaan loppunut. PCBt olivat
1840 haitallisin veteen pääsevä ympäristömyrkkiryhmä 40-50 vuotta sitten. Pohjaan vajonnut jäte on
1841 kuitenkin edelleen siellä ja hajoaa vain hitaasti, minkä vuoksi erilaisia ympäristömykkyjä tulee
1842 pohjasedimenteistä vieläkin esiin ja pohjasedimenttien happea kuluttava aines aiheuttaa ns. sisäistä
1843 kuormitusta, minkä seurauksena vesien puhdistuminen esiteollisen ajan tasolle veisi kymmeniä
1844 vuosia, vaikka jätevesien päästöt nyt kokonaan loppuisivat. Kuitenkin veden puhdistuksen hyödyt

1845 näkyvät kaikkialla, missä veden laatu oli päässyt huonoksi. Esimerkiksi Thames-joessa taimenet uivat
1846 ylävirtaan ja Tampereen keskustan rannoilla onkimiehet saavat hyviä saaliita.

1847

1848 Juomavedellä ja muuten puhtaalla vedellä on suuri ero. Juomavedessä ei saa olla mitään elävää;
1849 alkueläimet, bakteerit ja yksisoluiset levät tapettiin aikaisemmin klooraamalla vesi. Putkistoissa oleva
1850 kloori tappaa kaiken, minkä takia esimerkiksi akvaariokalojen vesi pitää ”vanhentaa” ennen kuin
1851 sinne kalan laittaa, muuten eläin kuolee. Kun vesi ”vanhenee” eli seisoo muutamia päiviä, siitä
1852 haihtuu riittävästi klooria, jotta kala pysyy hengissä. Kloorikaasun käyttö juomaveden
1853 desinfioimisessa on viime aikoina vähentynyt parista syystä: kloorikaasu sellaisenaan on sangen
1854 myrkyllistä ja sitä sisältävä vesi maistuu pahalta; kloorauksen tuloksena pintavesien humusaineista,
1855 joita Suomen vesissä on paljon, syntyy mutageenisia ja syöpää mahdollisesti aiheuttavia orgaanisia
1856 kloorattuja yhdisteitä. Veden käsittelyssä onkin paljon siirrytty käyttämään otsonointia tai
1857 ultraviolettilokäsittelyä. Molemmat tappavat eliöitä tehokkaasti, mutta molempiin liittyy se
1858 ogelma, että ne eivät voi pitää pitkien putkiverkkojen vettä täysin vapaana bakteereista. Tämän
1859 vuoksi vesilaitokset käyttävät yleisesti kloramiinipulseja veden käsittelyssä. Kloramiineja muodostuu
1860 kloorikaasua (tai hypokloriittia) ja ammoniakkia (tai ammoniumkloridia) veteen yhdessä syötettäessä.
1861 Kloramiini on sangen stabiili ja tappaa tehokkaasti vesijohtoverkkojen organismit. Kun se lisäksi on
1862 hajutonta ja mautonta, lisääminen vesijohtoverkoston ei näy muuten kuin siinä, että myös se
1863 tappaa akvaarioiden kalat.

1864

1865 Talousveden ottamot käyttävät joko pinta- tai pohjavettä sekä jonkin verran keinopohjavettä.
1866 Suomessa pohjaveden käyttö on yleisempää kuin pintaveden vaikkakin esimerkiksi Helsingin seudun
1867 vesi on Päijänteen vettä eli pintavettä. Pohjavedessä ei juurikaan ole bakteereja ja muita pieneliöitä,
1868 joten se vaatii vain vähän käsittelyä juomavedeksi. Samaan pyritään keinopohjavettä tehtäessä.
1869 Keinopohjavesi tehdään johtamalla pintavesi yleensä hiekkamaan läpi niin, että hiekka/moreeni
1870 suodattaa siitä epäpuhtaudet bakteerit, levät ja alkueläimet mukaan lukien. Tällä hetkellä kaikkien

1871 Suomen taajamien vesijohtoveden laatu on niin hyvä, että viime aikojen pullotetun veden ostobuumi
1872 hämmästyttää – usein vesijohtoveden laatu on ainakin yhtä hyvä jollei parempikin kuin pullotetun
1873 veden. Lisäksi kraanavettä voi laskea suoraan lasiin, kun taas pullotettu vesi kuljetetaan ensin
1874 valmistuspaikalta kuorma-autoilla yleensä muovipulloissa kauppoihin, joista kuluttajat niitä ostavat.
1875 Kumpihan mahtaa olla ekologisesti kestävämpää ja kuluttajallekin edullisempää?
1876
1877 Eliöiden kannalta jokseenkin kaikki luonnonvedet ovat vesijohtovettä parempia. Niihin ei ole
1878 tarkoituksellisesti lisätty myrkyjä, joiden päämääränä on tappaa vedestä kaikki elollinen. Kuitenkin
1879 asutus- ja teollisuusjätevesissä on merkittävä määrä eliöille haitallisia aineita, joiden pääsemistä
1880 vesistöihin vedenpuhdistuksella vähennetään. Kokonaan sitä ei onnistuta estämään, mutta kunnon
1881 vedenpuhdistuksen ansiosta useimpia saasteita joutuu vesiin vain murto-osa jätevedessä olevasta
1882 määrästä. Suurin yksittäinen päästötyyppi ovat rehevöittävät aineet, fosfaatit ja nitraatit (sekä muut
1883 tyyppiyhdisteet). Niitä tulee ennen kaikkea ihmisten ja eläinten virtsasta ja ulosteista sekä
1884 maatalouden lannoitteista. Ravinteiden joutuminen vesiin on pääsyytä vesistöjen sinileväkukintoihin.
1885 (Sanaan sinileväkukinta sisältyy pari virhettä; ensinnäkin sinilevät eivät ole leviä vaan prokaryootteja,
1886 syanobakteereja, joilla ei ole tumaa; toiseksi kukinta tarkoittaa massaesiintymää eikä todellista
1887 kukintaa). Ruovikkoisten rantojen ja limoittuneiden kallioiden sekä erilaisten viherlevien
1888 lisääntyminen vedessä ovat myös osoitusta vesistöjen rehevöitymisestä. Rehevöityneiden vesien
1889 eliöyhteisöt poikkeavat selvästi vähäravinteisten vesistöjen eliöyhteisöistä, joten yhteisön
1890 koostumuksen ja muutoksien perusteella pystytään vesistön tilaa ja sen kehitystä arvioimaan.
1891 Rehevöitymisessä on yksi mielenkiintoinen suomalainen erityispiirre. Kun nykyisin taajamien vesi
1892 puhdistetaan sangen hyvin ja kun kesämökeiltä yhä enenevässä määrin edellytetään samat
1893 mukavuudet kuin pääasunnolta, WC, lämmin vesi ym., lisääntyy asumisen aiheuttama rehevöittävä
1894 kuorma ihmisten lähtiessä kesämökeilleen, koska vedenpuhdistus niissä ei perinteisesti ole ollut yhtä
1895 laadukasta kuin taajamissa tai on puuttunut kokonaan. Tätä taustaa vasten on jätevesiasetus, joka
1896 edellyttää kunnon vedenpuhdistusta myös haja-asutusalueiden yksittäisiltä kiinteistöiltä, sangen

1897 perusteltu. Se ei kuitenkaan ottanut alkuperäisessä muodossaan huomioon paria seikkaa. Kiinteistön
1898 vesistöä kuormittava vaikutus riippuu sen etäisyydestä lähimpään jokeen, lampeen tai järveen. Jos
1899 kiinteistö on kaukana vesistöistä, jäteveden rehevöittävä vaikutus näkyy korkeintaan lähiseudun
1900 maaperässä. Toinen kuormitukseen vaikuttava tekijä on muodostuvan jäteveden määrä. On toki eri
1901 asia, jos normaalin WC:n sijasta on kuivakäymälä ja vesijohto puuttuu. Koska jätevedenkäsittely
1902 koskee joka tapauksessa yksittäisiä kiinteistöjä, olisi hyvinkin mahdollista suunnitella puhdistustarve
1903 ja vaadittava laitteisto yksikkökohtaisesti.

1904

1905 Yllä on jo pariin kertaan tullut esiin WC. WC on suurin yksittäinen kotitalouksien rehevöittävän
1906 aineksen lähde. Koska vielä kukaan typen poisto vedenpuhdistuksessa ei onnistu täydellisesti,
1907 rehevöitymisen vähentäminen onnistuisi kuivakäymälöitä lisäämällä. Toistaiseksi ne soveltuvat
1908 kunnolla vain yksittäisiin kiinteistöihin. Maailmanlaajuisesti käymälöitä tarvittaisiin miljoonia ja tarve
1909 on suureksi osaksi toimivan vesijohto- ja viemärijärjestelmän ulkopuolella, joten ympäristön
1910 pilaantumista vähentävillä kuivakäymälöillä on merkittävä vientipotentiaali.

1911

1912 Ensimmäinen vaihe jäteveden puhdistuksessa on karkea suodatus, jolla jätevedestä poistetaan
1913 suuret roskat kuten paperit, muovit ja puunkappaleet. Vesi jatkaa matkaansa esiselkeytykseen, jossa
1914 kaikki vettä painavimmat roskat vaipuvat pohjaan ja voidaan poistaa esiselkeytysaltaiden pohjan
1915 kautta. Joko esiselkeytyksessä tai jopa ennen sitä säädetään veden pH pääpuhdistusvaiheen eliöstölle
1916 sopivaksi. Puhdistuksen päävaiheessa altaiden aerobiset tai anaerobiset bakteerit (tai molemmat)
1917 ”syövät” jäteveden orgaanisen aineksen ja muodostavat (selkeytysaltaissa) pohjaan vaipuvaa
1918 aktiivilietettä. Bakteerien ja muiden pieneliöiden määrän maksimoimiseksi altaiden pinta-ala
1919 tehdään mahdollisimman suureksi. Aerobinen aktiivilietemenetelmä on yleisin Suomessa käytössä
1920 olevista puhdistusmenetelmistä. Kun vedenpuhdistuslaitoksen näkee, aerobisen aktiivilietettä
1921 muodostavan altaan (ilmastusaltaan) tunnistaa siitä, että pinnan yläpuolella pyörivät hienoa
1922 vesisuihkua levittävät suuttimet (näin saadaan vesi ilmastetuksi). Muodostuva aktiiviliete kerätään

1923 talteen ja käytetään esimerkiksi biokaasun ja lämmön tuottamisessa, peltojen lannoituksessa,
1924 lannoitteiden raaka-aineena tai viherrakentamisessa. Huonoimpana vaihtoehtona aktiivilietteen
1925 lopullisessa käytössä on kuljetus kaatopaikoille. Jätevesilietteen käyttämistä lannoituksessa on
1926 ruvettu rajoittamaan kahdesta syystä: Ensinnäkin liete sisältää kaikkia ihmisperäisiä bakteereja, mistä
1927 syystä jätevesilietteellä lannoitetut vihannekset voivat aiheuttaa mahatauteja. Toiseksi, jätevesiliete
1928 sisältää kaikkia ympäristömyrkyjä. Esimerkiksi lietteen metallipitoisuudet ovat yleensä hyvin
1929 korkeita. Riippumatta aktiivilietteen lopullisesta käyttötarkoituksesta se yleensä kuivataan, jolloin
1930 lietteen massa vähenee jopa alle kymmenekseen alkuperäisestä.

1931

1932 Jäteveden käsittelyn seuraava vaihe on tiettyjen molekyylien saostaminen ennen puhdistetun veden
1933 päästämistä jokiin tai muihin vesistöihin. Useat fosfaatit ja rautayhdisteet eivät juurikaan liukene
1934 veteen, joten ne saadaan poistetuksi viimeistään saostamalla. Jäteveden puhdistuksella saadaan
1935 vähennetyksi jäteveden aiheuttamaa hapenkulutusta ja fosfaatin määrää yli 80 %, mutta typen
1936 yhdisteiden määrää (kokonaistyyppi) vain alle puolet.

1937

1938 Kun sinilevät pystyvät ottamaan tarvitsemansa typen suoraan ilmakehän tyyppikaasusta,
1939 jätevedenpuhdistus vaikuttaa periaattessa enemmän näihin ravinteiden lisääntymisestä hyötyviin
1940 organismeihin kuin esimerkiksi kalliorantojen limoittumista aiheuttaviin viherleviin.

1941 Vedenpuhdistuksen bakteerit pystyvät käyttämään ravintonaan suurinta osaa hiiltä sisältävistä
1942 yhdisteistä. Vedenpuhdistus pystyy kuitenkin poistamaan huonosti erilaisia lääkeaineita kuten muun
1943 muassa antibiootteja. Lääkeaineet yritetään tehdä sellaisiksi, että ne säilyisivät muuttumattomina
1944 vesiliuoksissa (jollaisia ruuansulatuselimistömme nesteet ovat) haluttuun vaikutuskohtaan.

1945 Antibiootit ovat suoraan haitallisia vedenpuhdistukselle, koska ne tappavat bakteereita, joiden
1946 toimintaan biologinen vedenpuhdistus suurimmalta osin perustuu. Biologisessa vedenpuhdistuksessa
1947 käytetään myös puhdistusaltaita, joissa bakteerien lisäksi kasvit kuluttavat orgaanista ainesta.

1948 Joitakin kasveja käytetään erityisesti bioremeditaatiossa, jossa kasvi ottaa haitallista kemikaalia ja

1949 sitten se leikataan, jolloin kasveihin päätyneet haitta-aine saadaan pois kierrosta. Bioremeditaatiolla
1950 saadaan vedestä pois ennen muuta metalleja, joiden poistaminen muuten on vaikeaa. Kaikki
1951 biologinen vedenpuhdistus riippuu lämpötilasta, joten se toimii huonosti talvisaikaan, jos puhdistusta
1952 ei voi tehdä sisälämpötilassa.

1953

1954 **8.2. Roskaantuminen**

1955 Kun kulkee rannoilla ja puistoissa, hämmästy siitä, kuinka paljon roskaa on vain heitetty pitkin ja
1956 poikin. Usein ihmetteleekin sitä, roskaavatko ihmiset kotejaan samalla tavoin kuin puistoja ja rantoja.
1957 Jos jotakin syödään, heitetäänkö käärepaperi kotonakin lattialle kuten puistossa? Eikö yhtään välitetä
1958 siitä, sotkeeko syömään oppiva lapsi koko keittiön? Näin pitäisi olla, jos roskaaminen tapahtuu yhtä
1959 lailla kotona kuin rannoilla. Jos ajatellaan roskaantumisesta yhteiskunnalle aiheutuvia kustannuksia,
1960 ei tarvitse muuta kuin miettiä, kuinka suuren osan ajastaan taajamien puistotyöntekijät joutuvat
1961 kuluttamaan roskien siivoamiseen. Yleisten tilojen roskaantuminen ei ole ihme, kun katselee joitakin
1962 pihoja – on kummallista, että piha voi olla kuin kaatopaikka. Yllä olevat kysymykseni sisätilojen
1963 roskaamisesta taitavatkin saada vastaukseksi, että roskaamista tapahtuu kaikkialla. Romuautojen
1964 annetaan ruostua metsänreunassa ja pyörät sekä jääkaapit heitetään jokiin.

1965

1966 Roskaantumisen ääri-ilmiö ovat laajat jätekertymät erityisesti Tyynellä Merellä (Tyynen Meren
1967 jätepyörre) mutta myös Atlantilla ja Intian Valtamerellä. Nämä jopa tuhansia neliökilometrejä laajat
1968 jätekasautumat, jotka ovat ennen kaikkea muovia (suunnilleen 90 %:sti), syntyvät pääasiassa
1969 rannikoilta tulevien roskien kulkeutuessa merivirtojen mukana pyörteeseen. Vähäisessä määrin myös
1970 laivoista mereen heitettävät roskat vaikuttavat jätepyörteen muodostumiseen. Ympäristöön
1971 joutuneet muovit rikkoutuvat vähitellen aina vain pienemmiksi palasiksi. Vaikka tavallisimpia
1972 muoveja ei hajota juuri mikään (muovia syövä bakteeri on tosin kuvattu muutamia vuosia sitten),
1973 auringon säteily haurastuttaa ja hajottaa niitä vähitellen. Viimeisessä vaiheessa pienet kappaleet,
1974 mikromuovit (microplastics) ovat vesien lisäksi myös maaperän pilaajia. Suurimmat ongelmat, mitkä

1975 roskamuoveista aiheutuvat, ovat että ne estävät eläinten hengityksen ja tukkivat suoliston estäen
1976 ravinnon imeytymisen. Esimerkiksi planktonia syövät linnut, kilpikonnat ja merinisäkkäät luulevat
1977 mikromuovien olevan planktonia ja syövät muovipartikkeleita kohtalokkain seurauksin. Tällä hetkellä
1978 arvellaan jopa useiden satojen tuhansien merilintujen kuolevan vuosittain suolistoon kertyneen
1979 muovin tukittua ruuansulatuskanavan. Ongelma on merkittävä myös eläinplanktonille, joiden
1980 hengitys- ja ruuansulatuselimistöön mikromuovit joutuvat.

1981

1982 Roskaantumiseen liittyy läheisesti tuotteiden ylipakkaus. Pahimmillaan esimerkiksi keksipaketin
1983 sisällä ovat aluksi kaikki keksit muovipakkauksessa ja kun sen repii auki, jokainen yksittäinen keksi on
1984 omassa muovissaan. Ylipakkaaminen on usein liitetty elintason nousuun; mitä suurempi
1985 bruttokansantuote sitä suurempi pakkausmateriaalien määrä. Tähän liittyy väijäämättä lisääntyvä
1986 roskaantuminen. Elintasoon on myös liittynyt runsas muovikassien käyttö. Kukapa meistä ei olisi
1987 ainakin joskus laittanut ruokakaupan kassahihnalle muovikassin? Muovikassien turha hankinta on
1988 aika helppoa välttää pitämällä aina mukana kangaskasseja, joihin ostokset voi pakata. Lisäksi usein
1989 voisi muovikassin sijasta ottaa paperikassin – tässä suhteessa kaupat ovat varsinkin varhemmin
1990 ohjanneet muovikassien käyttöön, niiden hinta on ollut alhaisempi kuin paperikassien. Hinnoittelun
1991 muutos siten, että paperikassi maksaisi selvästi vähemmän (esim. 50 c) kuin muovikassi (esim. 5 €),
1992 varmasti johtaisi siirtymiseen muovikasseista paperikasseihin. Kaupan kassalla ostetun kassin hinnan
1993 tulee olla tuntuva, jotta se saa kuluttajat muistamaan, että ostoskassi on paras pitää mukana.

1994 Muovikassit eivät välttämättä ole täysin kertakäyttöisiä: usein kauppakassiksi ostettua kassia
1995 käytetään roskapussina. Tällöin sen käyttö korvaa kaupasta ostetun muovisen roskapussin.

1996 Paperikassit eivät sovi kovin hyvin tähän tarkoitukseen, koska jätteet ovat usein märkiä ja näin
1997 rikkovat paperin. Kaupoissa pistää silmään se, että nykyisin hedelmät ja vihannekset laitetaan
1998 muovipusseihin; yhtä lailla ne voisi laittaa paperipusseihin. Näin olikin ennen muinoin – silloin kun
1999 itse olin nuori. Muutos muovipusseista paperipusseihin olisi muutos uusiutumattoman (muovithan
2000 ovat öljypohjaisia) sijasta uusiutuvan luonnonvaran käyttöön.

2001

2002 **8.3. Jätteiden käsittely**

2003 Suomessa on perinteisesti laitettu kaikki roskat kaatopaikoille. Niihin ovat joutuneet niin kaikki
2004 palava kuin erilaiset metallit. Laajat kaatopaikat ovat mahdollisia vain Suomen kaltaisessa harvaan
2005 asutussa maassa. Useimmissa muissa paikoissa polttokelpoiset jätteet poltetaan. Käytännöllisesti
2006 katsoen kaikki nykyisin käytettävät muovit voidaan polttaa ilman muita merkittäviä päästöjä kuin
2007 hiilidioksidi ja vesi. Koska Suomessa tarvitaan lämmitystä, jätteiden polttolaitokset voisivat olla
2008 vaihtoehto fossiilisia polttoaineita tai jopa puuta käyttäville lämpövoimaloille. Tällöin puu säästyisi
2009 käytettäväksi muihin tarkoituksiin ja jäte, jota ei enää olla muuten käyttämässä, lämmittäisi
2010 asuntomme talvella. Lisäksi jätteiden polton antama lämpöenergia säästäisi fossiilisten polttaineiden
2011 ostamiseen kuluva valuuttaa.

2012

2013 Tällä hetkellä meiltä toivotaan jätteiden lajittelua niin että jokaista jätetyyppiä varten olisi sekä
2014 yksittäisillä kotitalouksilla että kaikissa jätteiden keräyspisteissä omat astiansa, joihin tulisi vain
2015 tietyn tyyppinen jäte. Vaikka tarkoitus onkin hyvä, näyttää siltä, ettei lajittelu kunnolla onnistu vaan
2016 tuloksena on epämääräinen roskaantumisen lisääntyminen. Tämän takia voisikin ajatella, että
2017 jätteidenkäsittelylaitokset toteuttaisivat lajittelun. Kun laitokset ovat riittävän suuria, niissä voisi olla
2018 koneellisen lajittelun tekeviä yksiköitä – ajateltavissa olisivat robottipohjaiset jätteen lajittelijat,
2019 joiden lajittelutulos olisi melko varmasti tasalaatuisempaa kuin nykyinen kotitalouksien tekemä
2020 lajittelu.

2021

2022 **8.4. Ongelmajätteet**

2023 Ongelmajätteitä ovat kaikki hitaasti hajoavat ja myrkylliset aineet. Tämän määritelmän mukaisesti
2024 ongelmajätteitä ovat useat metallit, orgaaniset metalliyhdisteet kuten tributyyliini ja
2025 metyylielohopea, aromaattisen renkaan sisältävät orgaaniset yhdisteet, fenolit, liuottimet ja maalit
2026 jne. Lisäksi ongelmajätteiksi voi luokitella käytetyn ydinvoimaloiden polttoaineen, jonka

2027 loppusijoitusta kalloperään on käsitelty aiemmin. Ongelmajätelaitosten sijoittamisessa näkyy
2028 useimpien ympäristötekojen ongelma: kaikkien mielestä ongelmajätteiden käsittely on tärkeää,
2029 mutta missään tapauksessa ongelmajätelaitosta ei saa sijoittaa lähelle omaa asuinpaikkaa. Samalla
2030 tavoin me itse emme tietenkään pilaa lähivesiämme, vaan sen tekee maatalous tai kalanviljely.
2031 Ympäristönsuojelu on tärkeätä, kunhan se ei aiheuta vaivaa tai kustannuksia meille itsellemme.
2032
2033 Kotitalouksien ongelmajätteitä ovat esimerkiksi maalijätteet, liuottimet, alkaliparistot ja akut sekä
2034 energiansäästölamput. Kun hehkulampuista jouduttiin siirtymään pois, tilalle tulivat ensi vaiheessa
2035 energiansäästölamput. Niiden sisällä on elohopeaa, joka on yksi myrkyllisimmistä metalleista. Itse
2036 asiassa koko hehkulampuista pois siirtyminen ei Suomen oloissa edusta oikeastaan lainkaan edes
2037 energiansäästöä, millä hehkulamppujen käytön lopettamista on perusteltu. Hehkulamppujen suurin
2038 ongelmahan on se, että valon lisäksi niissä muodostuu paljon lämpöä, jonka ajatellaan menevän
2039 hukkaan. Kuitenkin kun täällä tarvitaan valaistusta, tarvitaan yleensä myös lämmitystä. Siitä syystä
2040 se, mikä Etelä-Euroopassa on hukkalämpöä, vähensi Suomessa vain muun lämmityksen tarvetta.
2041 Tästä syystä olisi ollut järkevää hidastaa hehkulampuista luopumista vain parilla vuodella siihen, että
2042 ylimenovaiheen ongelmajätelamppuja ei olisi lainkaan tarvittu vaan hehkulampuista olisi heti siirrytty
2043 LED-valoihin. LED-lamput ovat niin paljon hehkulamppuja kestävämpiä, että paljon korkeammasta
2044 hankintahinnasta huolimatta niiden käyttö tulee hehkulamppujen käyttöä edullisemmaksi. Se, että
2045 elohopeaa sisältäviä lamppuja on nyt paljon käytössä, johtaa varmaan elohopeasaasteen
2046 lisääntymiseen. En oikein jaksa uskoa siihen, että ne aina päätyisivät ongelmajätteeksi. Elohopeaa
2047 joutuu ympäristöön ihmisen toimien tuloksena nykyisin myös siksi, että kullon (ja hopean)
2048 erottamisessa malmeista käytetään tavallisesti elohopeaa. Tämä on johtanut kalakuolemiin muun
2049 muassa Tonavalla ja Amazonasin alueella. Lisäksi brasilialaiset kultakaivostyöntekijät kärsivät yleisesti
2050 elohopean aiheuttamista vakavistakin terveyshäiriöistä.
2051

2052 Alkaliparistojen keräys jätepisteisiin tuntuu onnistuvan suhteellisen hyvin, mikä johtuu ennen kaikkea
2053 siitä, että keräyspisteitä on paljon ja ne ovat muiden normaalien päiväreittien varrella kuten
2054 kaupoissa. Sen sijaan maalien, liuottimien ja akkujen kerääminen, joka perustuu kiertävän
2055 ongelmajäteauton kulkuun tai harvojen keräyspisteiden käyttöön, ei ole läheskään yhtä onnistunutta.
2056 Ongelmajäteauton suhteen tämä johtuu ennen kaikkea siitä, että niiden aikataulut edellyttävät
2057 useimmiten sen, että työssä käyvät ihmiset sovittavat kulkemisensa auton saapumisen mukaan.
2058 Ongelmajätteen keräyspisteet taas ovat usein pahasti syrjässä ihmisten normaaleilta kulkureiteiltä.
2059
2060 Suurimmat haitat, jotka ongelmajätteistä koituvat, ovat maaperän saastumisesta johtuvia. Isoin
2061 yksittäinen maaperän saastumista mahdollisesti aiheuttava tekijä on pois näkyvistä piilotetut
2062 polttoainetankit, joita on vanhoilla huoltoasemilla ja 1960-1970-luvuilla öljykeskuslämmitykseen
2063 siirtyneillä kotitalouksilla. Tuolloin rakennettujen talojen polttoöljysäiliöt sijoitettiin maan alle. Nyt ne
2064 alkavat olla siinä iässä, että vuotoja esiintyy. Vuodon huomaaminen voi kestää pitkäänkin, minkä
2065 tuloksena suurikin maa-alue voi tulla öljyn saastuttamaksi. Toinen maaperää saastuttava kokonaisuus
2066 on ollut sahojen ja puunkyllästämöjen kloorifenolikertymät. Kyllästettyä puuta on käytetty
2067 esimerkiksi sähkö- ja puhelinpylväissä, ratapölkyissä ja erilaisissa talojen puurakenteissa (terassit,
2068 parvekkeet yms). Suurin uutisoitu kloorifenoliongelma havaittiin Kärkölässä, Etelä-Hämeessä, jossa
2069 pohjaveden huomattiin olevan kloorifenolin saastuttamaa 1980-luvun lopussa. Mitatut pitoisuudet
2070 olivat tuhansia kertoja suosituksia korkeampia ja pohjavesi on voinut olla pilaantunutta vuosia.
2071 Kloorifenolien pilaama maaperä voidaan puhdistaa mikro-organismeja käyttäen. Tiedetyt bakteerit
2072 pystyvät käyttämään kloorifenoleja ravintonaan. Pienessä mittakaavassa kyllästetyn puun
2073 polttaminen takassa on ongelma. Muodostuvat savukaasut ovat hyvin myrkyllisiä, mikä ei tietenkään
2074 ole savulle altistuvien naapureiden kannalta hyvä asia.
2075
2076 Orgaaniset tinayhdisteet ovat erityisesti vesien ja vesien pohjasedimenttien ongelmajätteitä, mutta
2077 niitä voi esiintyä myös maaperässä. Niitä käytettiin ennen veneiden ja laivojen myrkkymaaleissa

2078 estämään eliöiden tarttuminen ja kasvu alusten pohjissa. Pohjien eliöt saattavat hidastaa alusten
2079 kulkua jopa yli kymmenen prosenttia ja lisätä polttoaineen kulutusta saman verran. Orgaanisista
2080 tinayhdisteistä veneiden ja laivojen pohjamaaleissa ruvettiin luopumaan, kun venesatamien lähellä
2081 olevien viljelmien osterinaaraat rupesivat maskulinisoitumaan – niille kehittyi valepenis eivätkä ne
2082 enää kyenneet lisääntymään. Koska tributyyliini ja trifenyylitina hajoavat hapekkaassa vedessä
2083 muutamassa viikossa tai korkeintaan muutamassa kuukaudessa, ajateltiin, että niistä aiheutuvat
2084 ongelmat häviäisivät enintään parissa vuodessa. Sen takia yllätys onkin ollut suuri, kun kemikaaleja
2085 löytyy vieläkin, yli kaksikymmentä vuotta sen jälkeen kun niiden käyttö Euroopan veneissä on
2086 kielletty (muualla kiellot ovat tulleet voimaan myöhemmin ja maailmanlaajuinen käyttökielto
2087 laivoissa vain muutama vuosi sitten), ja haitallisia vaikutuksia esiintyy. Syynä tähän on, että
2088 hapettomissa oloissa, jollaisia pohjasedimentit ovat muutamaa pintamillimetriä lukuun ottamatta,
2089 orgaaniset tinayhdisteet säilyvät hajoamatta vuosia tai jopa vuosikymmeniä. Orgaaniset tinayhdisteet
2090 ovat aikamoinen ympäristöongelma Suomessa, kun ennen laivojen pohjia maalattiin korjaustelakoilla
2091 ja kun myrkkymaaleja vaipui matalien väylien ja satama-altaiden pohjaan. Esimerkiksi Turun
2092 laivaväylät täytyy pitää kunnossa ruoppaamalla. Ruoppausmassa läjitetään Airiston alueen
2093 meriveteen. Ruopatun pohjasedimentin tributyyliinipitoisuus on niin korkea, että mielestäni sitä ei
2094 missään tapauksessa voisi laittaa ympäristöä pilaamaan. Laimentumisenkin huomioon ottaen
2095 pitoisuudet ovat riittäviä aiheuttamaan vaikutuksia herkimmissä kaloissa ja äyriäisissä.

2096

2097 Ongelmajätteiden käsittelyssä on otettava huomioon, että useat niistä kuten jotkut metallit olisivat
2098 merkittäviä raaka-aineita uudelleenkäytettynä. Lisäksi ongelmajätteiden käsittelylaitoksissa voidaan
2099 ottaa koneista haitalliset aineet talteen paremmin kuin muuten. Esimerkiksi CFC-yhdisteet, joita
2100 edelleen on vanhoissa kylmäkoneissa ja ilmastointilaitteissa ja jotka olivat tärkein otsonikadon
2101 aiheuttaja, saadaan ongelmajätelaitoksissa hyvin talteen. Näin ne eivät pääse stratosfääriin
2102 aiheuttamaan otsonikatoa. Otsonikato onkin viime vuosina ruvennut vähenemään. Mutta CFC-
2103 yhdisteet hajoavat hitaasti, joten vaikka niiden käyttö on jo vuosia ollut kokonaan kielletty (käytön

2104 rajoittaminen alkoi 1987 Montrealin sopimuksessa), otsoniaukon Antarktiksella ja arktisilta
2105 alueilta arvellaan pääosin katoavan 2020-2030-luvuilla. Kuitenkin, vaikka ympäristön toipuminen
2106 onkin hidasta, otsoniaukko ympäristöongelmana on katoamassa muun muassa asianmukaisten
2107 ongelmajätelaitosten toiminnan ansiosta.

2108

2109 **8.5. Kierrätys**

2110 Tämänhetkinen kertakäyttötalous ja kierrätystalous eivät ole oikein yhteensopivia. Kun tulostimen
2111 värikasetti on kalliimpi kuin tulostin, koneen mennessä rikki sitä tuskin korjataan vaan heitetään pois.
2112 Vaikka tulostimet ovat ääriesimerkki, kotitalouden koneiden korjaus on tullut niin kalliiksi, ettei sitä
2113 kannata tehdä. Jos koneen valmistaisi sen varaosista korjaustyön hinnalla, arvo olisi moninkertaisesti
2114 korkeampi kuin mitä vastaavasta laitteesta ostettaessa tarvitsee maksaa. Vaikka laitteiden
2115 korjaaminen ei varsinaisesti olekaan kierrätystä, korjaaminen maksimoi laitteen käyttöikä vähentäen
2116 sitä kautta luonnonvarojen kulutusta, mikä kierrätyksen päämääränäkin on.

2117

2118 Vaikka kierrätys on taas viime aikoina noussut muoti-ilmiöksi, tosiasia on, että se unohtui pitkään
2119 elintason noustessa. Esimerkki tästä on se, että vasta äskettäin on kankaan kierrätys ja
2120 uudelleenkäyttö ruvennut tulemaan takaisin. Silloin kun olin lapsi, lumput (eli kuluneet vaatteet ja
2121 kankaat) vietiin kierrätykseen, jos niistä ei tehty räsymattoja. Mitä korkeammaksi tulotaso on
2122 noussut, sitä vähemmän on yleensä käytetty ”muiden vanhoja vaatteita”. Tähän on jossain määrin
2123 ruvennut tulemaan muutosta, kun kirpputorilöydöt ovat tulleet hyväksyttäväksi. Mutta – käsi
2124 sydämelle – varmaan melkein jokaisella meistä on kaappien piiloissa vähän käytettyjä vaatteita, joita
2125 hyvin voisi kierrättää.

2126

2127 Suomen kierrätyksen helmi on ollut pullojen palautus. Missään muualla maailmassa ei ole ollut yhtä
2128 onnistunutta järjestelmää. Palautuspulloista jopa yli 95 % on tullut uudelleen käyttöön. Vaikka
2129 palautuspullojärjestelmässä onkin puutteensa, mm. siinä, miten pienyrittäjät ovat saaneet tulla

2130 siihen mukaan, on se toimivin tähänastisista kierrätysjärjestelmistä, kun pesun jälkeen pullot
2131 täytetään uudestaan samalla tuotteella. Tähän verrattuna alumiinitölkkien palautus ei ole läheskään
2132 yhtä ympäristöystävällistä, kun siinä pystytään keräämään vain raaka-aine, alumiini, talteen.
2133
2134 Toinen kierrätyksen muoto, joka on toiminut kiitettävästi, on paperinkeräys. Keräysastiat täyttyvät
2135 säännöllisesti tuoden jatkuvan raaka-ainevirran uusiopaperitehtaille. Myös tölkkien ja pahvien keräys
2136 toimii kohtuullisesti, mutta jo siinä on ongelmana, että keräyspisteitä ei ole riittävästi – niitä ei ole
2137 siten, että ne sattuisivat käyttäjien kulkureittien varrelle. Tölkkeihin liittyy myös se kummallisuus,
2138 että viime aikoina on aiemmin täysin kierrätettävästä materiaalista tehtyihin tölkkeihin lisätty
2139 muovikorkeja. Tämän ei parhaalla tahdollakaan voi sanoa olevan ympäristöystävällistä, vaikka miten
2140 pakkauksissa selitetään, että kierrätys edelleen onnistuu kunhan muovikorkin poistaa. Vuoden 2016
2141 alusta muuttui pakkausmateriaalien (kartongit, tölkit ja muovit) käsittelyvelvollisuus kunnilta niitä
2142 levittäville yrityksille (=kaupat). Tämän voi kuvitella lisäävän keräyspisteitä näille materiaaleille.
2143 Mutta jos näin ei käy, kuluttaja voi ruveta aktiivisesti ajamaan keräyspisteiden saamista.
2144 Kauppakäynnin yhteydessä voi jättää kassalle muovi- tai tölkkiläjiä sanoen, että nykysäädosten
2145 mukaan näistä huolehtiminen on teidän tehtävänne. Ehkä vähän ajan kuluttua keräyspiste
2146 materiaaleille löytyy.
2147
2148 Muutamassa asiassa kierrätysmaksut ovat osa kustannuksia. Esimerkiksi auton renkaita ostettaessa
2149 kierrätysmaksu kuuluu laskuun. Kierrätysmaksulla katetaan kierrätyksen kustannukset. Renkaista
2150 tehdään rouhetta, mitä käytetään esimerkiksi teiden pohjustamiseen, asfaltin osana, meluvalleihin ja
2151 räjäytysmattoihin. Renkaiden kierrätys on hyvin onnistunutta; vuosittain tuotetusta 50000 tonnin
2152 rangasjätteestä lähes kaikki tulee uusiokäyttöön. Tämä johtuu todennäköisesti siitä, että kierrätys on
2153 kytketty uusien renkaiden hankkimiseen.
2154

2155 Se, että kodinkoneita myyvät liikkeet on nykyainsäädännössä veloitettu vastaanottamaan vanhat
2156 laitteet lisää kiistatta niidenkin palautusta. Kuitenkaan vielä ei ole palautuksen jälkeistä hyötykäyttöä
2157 saatu sille tasolle missä se voisi olla. Käytännössähän on niin, että jos kaikki metalli, mikä eri laitteissa
2158 on, saataisiin uusiokäyttöön, melkein kaikki metallitarve tulisi tällä tyydytetyksi ja kaivostoimintaa
2159 tarvittaisiin vain pienissä määrin. En edes usko, että metallien uusiokäyttö olisi kalliimpaa kuin
2160 kaivostoiminta ja metallien jalostus. Kierrätetyissä laitteissahan metalli on valmiiksi puhtaaksi
2161 jalostettuna, joten keräyksen, lajittelun ja uusiomuotoon saattamisen kustannukset saavat olla samat
2162 kun kaivostoiminnan ja metallien jalostuksen. Suurin muutos, jota metallien uusiokäyttöön perustuva
2163 talous vaatisi, olisi nimenomaan ajattelutavan muutos – meidän pitäisi siirtyä ympäristöä huomioon
2164 ottamattomasta kertakäyttötaloudesta kestävään kehitykseen. Kun olemme yhä enenevässä määrin
2165 riippuvaisia tietotekniikasta ja esimerkiksi kosketusnäytöt tarvitsevat harvinaisia maametalleja, joista
2166 jo nyt on ollut pulaa, metallien kierrätys ja uusiokäyttö olisi erityisen tärkeää tietotekniikan
2167 jatkokehityksen kannalta. Tällä hetkellä taitaakin olla niin, että useista koodista löytyy vanhoja
2168 kannettavia puhelimia tai tietokoneita, joiden materiaalien uusiokäyttö olisi hyödyllistä. Tietysti
2169 säilytys kotona on parempi kuin heitto kaatopaikoille tai ympäristöön, mistä laitteiden sisältämät
2170 metallit (ja polybromatut fenolit, joita tietotekniikan laitteissa on piirilevyjen palonestoyhdisteinä)
2171 päätyisivät maaperään ja vesistöihin.

2172

2173 **9. Maan käyttö**

2174

2175 Ihmismäärän kasvaessa asutukseen ja sen yhteyteen kuuluviin liikenneväyliin, kauppakeskuksiin yms.
2176 käytettävä maa-alue kasvaa huimasti. Samaten ihmisten ruokkimiseen tarvittavan maanviljelymaan
2177 osuus kokonaisuudesta väistämättä kasvaa. Toisaalta ilman ihmisen aktiivista toimintaa melkein
2178 kaikki Suomen ja muun Euroopan pellot muuttuisivat metsiksi. Tämä hävittäisi suuren osan
2179 biotoopeista, joita useat eliöt hyödyntävät, ja näin vähentäisi alueen biodiversiteettiä.
2180 Väestötiheyden merkityksen metsän ja viljellyn maan osuuksien määrääjänä näkee hyvin, jos vertaa

2181 Englantia ja Suomea. Englannissa (mukana ei tietenkään ole Walesia ja Skotlantia) asuu Suomeen
2182 verrattuna yli kymmenkertainen ihmismäärä noin puolessa pinta-alassa. Tämän takia, kun
2183 lentokoneesta katsoo, miltä Englanti näyttää, näkee vain peltoja ja asutusta. Metsät ovat vain
2184 pikkuisia länttejä siellä täällä. Kun taas Suomen yläpuolella lentää, kaikki tuntuu olevan metsää –
2185 pellot ja asutus ovat vain pieniä länttejä (Suomen yllä lentäessä kiinnittää huomion myös vesistöjen
2186 suureen määrään – turhaan maamme ei sanota tuhansien järvien maaksi).

2187

2188 Oikeastaan tärkein maan käytön osatekijä on sen suunnittelu, kaavoitus. Tämä toimii nykyisin sangen
2189 hyvin pienessä mittakaavassa suurimmassa osassa teollistuneita länsimaita, mutta maan käytön
2190 suunnittelu tulisi saada globaaliksi. Se voisi olla YK:n tärkeimpiä tehtäviä. Tämänkaltaiseen
2191 muutokseen ihmiskunta ei kuitenkaan todennäköisesti ole valmis, kun moisen ajatellaan olevan
2192 kamalaa ylikansallista päätökentekoa, jossa ulkopuoliset tahot sanelisivat, miten meidän tulee
2193 maamme käyttää. Ilmastopuimukseenkin pääseminen oli hyvin vaikeaa ja se on kuitenkin helppoa
2194 globaaleista maankäytön periaatteista päättämisen rinnalla. Jotta maankäyttöä pystyttäisiin
2195 globaalisti suunnittelemaan, täytyisi kaikkien osapuolien nähdä heille suunnitellun maankäytön
2196 hyödyt tai suunnitelmien tulisi sisältää kompensatiot, jos katsotaan olevan tärkeää pitää alue
2197 taloudellisen toiminnan ulkopuolella. Luonnonsuojelualueiden perustaminen aiheuttaa kiivasta
2198 vastustusta jo kansallisvaltioiden sisällä, joten ylikansallisten ongelmien esiintulo ei ole mikään
2199 yllätys. Suomen kansallisessa mittakaavassa esimerkiksi äskettäinen soidensuojeluohjelman kohtalo
2200 osoittaa, kuinka hankalia alueiden suojelupäätökset ovat. Kaikki maankäyttöön liittyvät ratkaisut
2201 helpottuvat, jos ympäristöarvot ovat aina osana taloudellisen toiminnan kustannuksia ja tuloja.

2202 Näyttää nimittäin siltä, että sana ”pakkolunastus” on useiden henkilöiden mielestä kauhein kirosana,
2203 jota kielessämme on. Yhteiskunnan oikeus lunastaa maa-alueita on kuitenkin tuiki tarpeellinen osa
2204 maankäytön suunnittelua. Mikäli ympäristöarvot eri muodoissaan mielletäisiin taloudellisen
2205 toiminnan osatekijöiksi, yhteiskunnan tarpeet hankkia maa-alueita eri tarkoituksiin, ei ainoastaan
2206 luonnonsuojelualueiksi vaan esimerkiksi myös liikenneväyliin, vedenpuhdistamoihin, voimalaitoksiin,

2207 kouluihin ja sairaaloihin, helpottuisivat. Ennen kaikkea erot suhtautumisessa eri tyyppisiin
2208 yhteiskunnan maahankintoihin poistuisivat – nykytilanteessa tuntuu siltä, että pakkolunastus maa-
2209 alueen saamiseksi tienrakennukseen on paljon hyväksyttävämpää kuin maan hankkiminen
2210 luonnonsuojelualueeksi.
2211
2212 Tärkeä maankäytön kysymys on, miten taajamat rakennetaan. Mitä suurempi osa niistä on
2213 kerrostaloja sitä vähemmän ne vievät tilaa ja tila on enenevässä määrin rajallinen tekijä ihmismäärän
2214 kasvaessa. Taajamat vaikuttavat voimakkaasti lämpötilaan, ne ovat yleensä selvästi lämpimämpiä
2215 kuin luonnonympäristö. Tämän on esitetty aiheuttavan mitattua lämpötilan nousua, kun aikaisempaa
2216 useampi sään mittausasema on taajamissa. Ilmastomuutoksen tutkijat ovat kuitenkin töissään
2217 ottaneet vaikutuksen huomioon. Myös sadeveden virtaukset taajamien asfalttialueilla ovat
2218 voimakkaampia kuin luonnonympäristössä, kun vesi ei pääse imeytymään maaperään. Jotta nämä
2219 taajamiin liittyvät ongelmat voidaan minimoida, on asutuksen lomaan suunniteltava riittävästi
2220 viheralueita, jotka toimivat myös ilman puhdistajina.
2221
2222 Kaikki energiantuotantolaitokset, jätteidenkäsittelylaitokset, vedenpuhdistamot ja kaatopaikat vievät
2223 tilaa, ja niiden sijainnin suunnittelu on ilman muuta tärkeä osatekijä taajamien rakentamisessa.
2224 Mielestäni kaatopaikkojen rakentamista ja käyttöä tulisi välttää ja sen sijaan käyttää polttokelpoinen
2225 jäte lämmöntuotantoon. Polttolaitokset jätteiden käsittelyssä kaatopaikkojen sijaan ovatkin normi
2226 kaikkialla, missä väentiheys on Suomea suurempi.
2227
2228 Maan käyttö luonnonsuojelualueeksi on helpoimmin tehtävissä siellä missä väentiheys on alhainen ja
2229 valtio omistaa suuren osan maasta. Niinpä Suomessa luonnonsuojelualueita on paljon enemmän
2230 Lapissa kuin Etelä-Suomessa. Koska Etelä-Suomen luonnontilaiset biotoopit ovat hyvin harvinaisia,
2231 niiden suojelu on ensiarvoisen tarpeellista. Kun lisäksi melkein kaikki maa on yksityisessä
2232 omistuksessa, ei vapaaehtoisuus luonnonsuojelualueiden perustamisessa ole riittävää, vaikka viime

2233 vuosina maanomistajien suhtautuminen luonnonsuojelualueisiin onkin muuttunut paljon
2234 aikaisempaa positiivisemmaksi. Kokonaisuuden suojelu voi jäädä puutteelliseksi, vaikka melkein
2235 kaikki maanomistajat suhtautuisivat suopeasti alueen saattamiseen luonnonsuojelualueeksi, jos
2236 jonkun mielestä suojeluun ei ole syytä ryhtyä. Yksi luonnonsuojelualueiden kynnyskysymyksiä on,
2237 missä määrin siellä voi olla erilaisia toimintoja. Osittain tämä riippuu siitä, minkä tyyppistä
2238 ympäristöä suojellaan. Jos Suomen oloissa ei sallita minkäänlaista alueen käsittelyä, lopputuloksena
2239 on kuivilla alueilla mäntymetsä ja kosteilla alueilla kuusikko. Kaikki pellot metsittyvät ja lehtipuita
2240 esiintyy vain eteläisimmässä osassa maata. Jopa koivikot rajoittuisivat vain paikkoihin, joissa on ollut
2241 metsäpaloja. Koivikot kasvavat tyyppillisesti ensin ja korvautuvat vähitellen havupuilla. Hyvän
2242 esimerkin siitä, miten kasvien suksessio etenee antavat metsittyvät pellot ja hakkuuaukeat. Ensi
2243 vaiheessa niillä esiintyy heinikoita ja horsmaa. Koivut pystyvät kasvamaan silloinkin ja vähitellen
2244 aukea muuttuu tiheäksi koivikoksi, josta vähitellen – vuosikymmenien kuluessa - vain jotkut puut
2245 pystyvät kasvamaan lopulliseen kokoonsa ja koivumetsä harvenee. Koivumetsän harvetessa siellä
2246 alkaa enenevässä määrin kasvaa havupuita, jotka korvaavat hitaasti koivun. Koivumetsien
2247 muuttuminen havumetsiksi tapahtuu vuosisatojen kuluessa. Esimerkiksi Itä-Suomen koivumetsät
2248 ovat vuosisatoja sitten tapahtuneen kaskiviljelyn tulos.

2249

2250 Jotta maiseman monimuotoisuus saadaan säilytetyksi, tulee heinikoita niittää ja metsiä harventaa.

2251 Sangen tehokas keino säilyttää kedot ja harvat lehtimetsät on lehmien ja lampaiden laidunnus
2252 metsiköissä. Niin kukkaketojen kuin monipuolisen perhos- ja muun hyönteislajiston esiintymisen
2253 edellytys on täten maisemanhoito. Niittämisen ja vesomisen tarve luonnonsuojelualueiden hoidossa
2254 onkin huomattu hyvin ja nykyisin maisemanhoitotalkoot ovat oleellinen osa
2255 luonnonsuojeluyhdistysten toimintaa.

2256

2257 Tällainen toiminta luonnonsuojelualueilla on yleisesti hyväksyttyä. Mielipiteet rupeavat
2258 jakaantumaan, kun pohditaan mitä muuta niissä voi tehdä. Ovatko esimerkiksi marjojen ja kukkien

2259 poimiminen, sienestys, kalastus ja metsästys hyväksyttäviä? Ensimmäiseksi täytyy tuoda esiin se, että
2260 jokamiehen oikeus, johon olemme tottuneet, on olemassa vain täällä Pohjolassa. Kaikkihan me
2261 olemme kuulleet tarinoita saksalaisista, jotka käyttävät oikeutta väärin ja poimivat mansikoita talon
2262 pihalta tai ampuvat hirviä jokamiehen oikeuteen vedoten. Se, että jokamiehen oikeudet eivät ole
2263 selviä ulkomaalaisille, johtuu paljolti siitä, että heille kerrotaan suunnilleen vain metsissä liikkujan
2264 saavan käyttää sen antimia hyväkseen. Kun vastaavaa jokamiehen oikeutta ei matkailijan kotimaassa
2265 ole, on ihmisten hankala tietää, mikä on jokamiehen oikeuden perusteella hyväksyttävää luonnon
2266 antimien käyttöä. Jokamiehen oikeus on mahdollista vain harvaan asutuilla alueilla. Luonnon
2267 antimien hyväksikäyttö luonnonsuojelualueillakin on mahdollista vain, jos niiden kävijämäärä on
2268 vähäinen. Jos alueella vierailee suuri joukko ihmisiä, jopa liikkumisen pitää rajoittua ennalta
2269 määritellyille reiteille. Tällöin marjojen, kukkien ja sienten keräystäkään ei voi hyväksyä. Lisäksi syy,
2270 minkä takia alue on suojeltu, vaikuttaa ilman muuta sen käyttöön. Jos suojelukohteena on
2271 perinnemaisema, tulisi siellä harrastaa hevosajokauden maanviljelyä ja maisemassa pitäisi olla avo-
2272 oja ja lehmihakoja. Jos taas tarkoituksena on säilyttää jokin tai joitakin kasvi- tai eläinlajeja, tai
2273 luonnonbiotooppeja, tietenkään ei saa harrastaa mitään ihmistoimia, jotka häiritsisivät suojelun
2274 kohdetta. Aina suojelukohdetta perustettaessa tuleekin päättää ja kirjata, millaisia toimenpiteitä
2275 alueella saa tehdä.

2276

2277 Maan käytön suunnittelussa on mietittävä, miten teollisuus, asutus, kauppa, koulut,
2278 terveydenhuolto, jätteiden käsittely ja liikenne sijoitetaan. Eri tehtävien sijoittelu ei voi tapahtua
2279 toisistaan riippumatta. Viime aikoina on erityisen paljon keskusteltu toisaalta kauppakeskusten
2280 sijoittelusta ja toisaalta kaupunkien keskustojen tyhjenemisestä. Merkittäväksi ongelmaksi on
2281 ruvennut muodostumaan se, että asumuksen lähellä ei ole minkäänlaisia palveluita. Kun samaan
2282 aikaan julkinen liikenne on koko ajan vähentynyt, niin autoton talous on vaikeuksissa ja yksilön
2283 mahdollisuudet pienentää omaa fossiilisten polttoaineiden kulutustaan vähenevät. Kun lisäksi
2284 päiväkotien, koulujen ja terveydenhoidon tärkeimpänä kriteerinä tuntuvat olevan suuruuden tuomat

2285 edut, tulee helposti suuria etäisyyksiä minkä tahansa palvelun saamiseksi asioissa, jotka kaipaavat
2286 henkilökohtaista kontaktia. Kun lapsena voin mennä alakouluun kävellen, ihmetyttää, mikä
2287 opetuksen lisäarvo voidaan saavuttaa sillä, että pienten koulujen sijasta lapset tungetaan
2288 kasvottomiin suuriin kouluihin. Samoin tällä hetkellä säästöjen nimissä terveysasemat ovat niin
2289 kaukana, että niitä akuutisti tarvittaessa täytyy kuormittaa ympäristöä kulkemalla pitkä matka joko
2290 omalla autolla tai taksilla. Minusta saavutettavat säästötkin ovat kyseenalaisia, kun yhteiskunta
2291 korvaa suurimman osan akuuttiin sairaanhoitoon liittyvistä taksikuluista. Jossain määrin merkillistä
2292 on sekin, että viitisenkymmentä vuotta sitten lääkäreiden määrä henkeä kohden oli suunnilleen
2293 puolet nykyisestä, mutta silloin ei tarvinnut viikkotolkulla edeltä käsin tietää sairastuvansa muun kuin
2294 päivystysajan saadakseen. Myös kauppojen keskittyminen johtaa usein siihen, että ympäristöä
2295 kuormittava kulkeminen autoilla lisääntyy ja eläkeläisten ja muiden pääosin julkisesta liikenteestä
2296 riippuvaisten ihmisten mahdollisuudet kauppapalveluihin pienenevät.

2297

2298 Yhtenä merkittävimmistä ympäristöön vaikuttavista maan käytön muodoista on kaivostoiminta.
2299 Tästä määrätään kaivoslaissa. Mielestäni kaivoslainsäädäntö on hyvä esimerkki siitä, minkä vuoksi
2300 kaikkien ympäristöön liittyvien tekijöiden tulisi olla osa talouden kokonaisuutta eikä, kuten nykyisin
2301 on valitettavan usein laita, ympäristön huomioonottoa pitäisi asettaa elinkeinotoiminnalle
2302 vastakkaiseksi. Suomen lainsäädäntö on kohtuullisen suojea niin malminetsinnälle kuin
2303 kaivostoiminnan aloittamiselle. Useat ulkomaiset yhtiöt ovat tämän huomanneetkin ja ovat innolla
2304 tulleet Suomeen malminetsintään. Kaivoslaki toteaa muun muassa: ”Jokaisella on toisenkin alueella
2305 oikeus kaivosmineraalien löytämiseksi tehdä geologisia mittauksia ja havaintoja sekä ottaa vähäisiä
2306 näytteitä, jos toimenpiteistä ei aiheudu vahinkoa eikä vähäistä suurempaa haittaa tai häiriötä”. Näin
2307 ollen malminetsintä on vahvempi kuin normaali jokamiehenoikeus – emmehän saa ilman lupaa
2308 kalastaa toisen alueella ilman hänen lupaansa, mutta malminetsinnässä tarvitsemiamme näytteitä
2309 voimme ottaa. Kaivosten perustaminen puolestaan asettaa ympäristön ja kaivosluvan saamisen
2310 vastakkain. Kaivoslupaa ei tarvitse myöntää, vaikka luvan saamisen edellytykset muuten täytyisivät,

2311 jos on odotettavissa, että kaivostoiminta ”aiheuttaa huomattavia vahingollisia ympäristövaikutuksia”.

2312 Tämä lähtökohta asettaa ympäristöarvot kaivostoimintaan nähden alisteiseksi, mielestäni ympäristön

2313 tulevaisuuden kannalta pitäisi toimia päivästä. Kaivoksen rakentamista suunnittelevan tahon pitäisi

2314 pystyä osoittamaan, että toiminta ei aiheuta huomattavia ympäristövaikutuksia. Jos tämä olisi

2315 suunnittelun ehtona, on sangen todennäköistä, ettei Talvivaaran kaltaista ympäristökatastrofia olisi

2316 voinut tapahtua. Tällöinhän luvan saaminen olisi edellyttänyt, että edeltä käsin olisi viranomaiselle

2317 selvitetty mahdolliset ympäristöriskit ja keinot riskien toteutumisen estämiseksi. Muutenkin näyttää

2318 siltä, että maankäyttö kaivannaisten saamiseen on erityisen suojeltu, sanotaanhan laissa kaivosluvan

2319 haltijan velvollisuudeksi pitää huoli siitä, että ”kaivostoiminnasta ei aiheudu huomattavaa haittaa

2320 yleiselle tai yksityiselle edulle eikä kaivostoiminnan kokonaiskustannukset huomioon ottaen

2321 kohtuudella vältettävissä olevaa yleisen tai yksityisen edun loukkausta”. Tämän lauseenhan voi lukea

2322 niin, että jos yleistä tai yksityistä etua loukataan niin paljon, että sen korvaaminen vaarantaisi

2323 kaivostoiminnan jatkumisen, vastuu ei enää ole kaivostoiminnan harjoittajalla vaan yhteiskunnalla.

2324 Ympäristön huomioonottavassa maankäytön suunnittelussa kaivostoiminta on erittäin

2325 merkityksellistä, koska pitoisuuden kasvaessa kaikki metallit muuttuvat myrkyllisiksi. Kaivokset voivat

2326 olla ympäristöriski ja täysin kuollut ympäristö kymmeniä tai jopa satoja vuosia louhinnan loppumisen

2327 jälkeen korkean metallipitoisuuden vuoksi. Sinänsähän esimerkiksi Talvivaaran kaivoksessa ajateltiin

2328 käytettävän varsin uutta ympäristöystävällistä metallin rikastusmenetelmää. Vastaavantyyppistä

2329 menetelmää on aiemmin käytetty toisille metallimalmeille esimerkiksi Chilessä ja Australiassa.

2330 Menetelmän soveltuvuutta sateisiin, kylmiin ja lumisiin oloihin ei kuitenkaan ollut riittävästi testattu.

2331 Tämä puute osoittautuikin ratkaisevaksi, kun ympäristöriskit toteutuivat. Talvivaaran metallipitoisen

2332 jäteveden karkaaminen ympäristöön ei ole ainutkertaista, vaan myrkyllisiä, metallipitoisia jätevesiä

2333 pääsee aina silloin tällöin ympäristöön eri puolilla maapalloa. Viimeaikaisia esimerkkejä ovat

2334 esimerkiksi Coloradojoen värjäytyminen syksyllä 2015 hylätyn kultakaivoksen jätevesien

2335 purkautuessa sinne Yhdysvaltojen Ympäristöviraston ”tarkastuksen” yhteydessä, Tonavan ja sen

2336 eräiden sivujokien saastuminen pari vuotta sitten kultakaivoksien jätevedestä (jossa oli hyvin paljon

2337 elohopeaa mutta myös syanidia, mikä tappaa kaiken elollisen hyvinkin alhaisissa pitoisuuksissa).

2338 Myös muutamien meikäläisten kultakaivosten jätevesien on havaittu aiheuttavan haittoja kaivoksen

2339 alapuolisissa vesistöissä.

2340

2341 Vaikka kaivostoiminta ja muu metallien käsittely lisääkin ympäristön metallipitoisuuksia, on niitä

2342 luonnostaan ympäristössä jonkin verran yleensä positiivisina metalli-ioneina mutta joskus myös

2343 varsinaisena varauksemattomana metallina. Yleisimmät elollisessa luonnossa esiintyvät metallit

2344 (metalli-ionit) ovat natrium ja kalium, joita molempia eliöiden elimistö tarvitsee. Näiden metalli-

2345 ionien riittävä saanti on välttämätöntä mm. normaalin hermotoiminnan turvaamiseksi. Liian

2346 vähäinen natriumin saanti voi aiheuttaa esimerkiksi kontrolloimatonta lihasten supistelua. Suureksi

2347 osaksi tämän takia porot ovat talvinen riesa suolatuilla tiellä: ne nuolevat tieltä tarvitsemaansa

2348 suolaa. Teiden suolaus voi kuitenkin johtaa pohjaveden suolapitoisuuden nousuun. Suomessa

2349 tällaista on havaittu erityisesti Etelä-Suomessa, mutta täälläkään suolapitoisuuden kasvun ei arvioida

2350 aiheuttavan terveysriskejä ihmiselle. Suolaisen sulamisveden on kuitenkin osoitettu vaikuttavan

2351 sammakon nuijapäiden uintikäyttäytymiseen. Suolakaivokset, joissa ennen muuta natriumkloridia

2352 kaivettiin, olivat merkittävimpiä kaivostyyppisiä muinaisessa Roomassa. Sinnehan laitettiin

2353 vihollisvangit ja epämiellyttävät orjat vuorisuolaa kaivamaan. Nykyisin suuri osa suolan tuotannosta

2354 perustuu veden haihduttamiseen merivesialtaista ja jäljelle jäävän suolan keräämiseen. Natriumin ja

2355 kaliumin lisäksi elimistö tarvitsee kalsiumia, magnesiumia ja pieniä määriä rautaa, kuparia ja sinkkiä.

2356 Kalsium on toisaalta tärkeä osa luuta ja toisaalta yksi merkittävimmistä aineista solun sisäisessä

2357 viestinnässä. Raudan pääasiallinen tarve on hemiyhdisteissä, erityisesti happea kuljettavassa

2358 hemoglobiinissa. Magnesium, kupari ja sinkki ovat lukuisien entsyymien tai niiden kofaktoreiden osa.

2359 Entsyymit mahdollistavat kehon kemiallisten reaktioiden ja täten elimistömme toiminnan. Näin ollen

2360 niiden toimintaan osallistuvien metallien saanti pienissä määrin on välttämätöntä, mutta suuret

2361 määrät aiheuttavat merkittäviä myrkkyyvaikutuksia. Esimerkiksi kuparipitoisuuden nousu Harjavallan

2362 kuparisulattamon alueella vaikutti varhemmin huomattavasti alueen kirjosiippo- ja

2363 tiaispopulaatioihin. Viime vuosina tilanne on parantunut paljon savukaasujen tehostuneen
2364 puhdistuksen ansiosta.
2365
2366 Useat metallit voivat esiintyä eri varaustason ioneina. Esimerkiksi kupari voi olla yhden tai
2367 kahdenarvoinen kationi ja rauta kahden tai kolmenarvoinen. Vanadiini esiintyy kolmen, viiden ja
2368 kuudenarvoisena (esiintyen tällöin pääasiassa V_2O_3 ja V_2O_5 oksideina ja VO_4^{3-} ionina; vanadiini ei
2369 esiinny lainkaan vapaana metallina tai metalli-ionina). Yleensä metallit esiintyvät alemmalla
2370 varaustasolla pelkistävässä olosuhteissa (kuten vähähappiset olot) ja voivat tällöin toimia hapettavina
2371 (oksidatiivisina).
2372
2373 Maankäytön liitty yksi anekdoottinen esimerkki, joka osoittaa, että hyvää tarkoittavat teot voivat
2374 kääntyä ajan kuluessa haitoiksi. Bangladeshiin kaivettiin miljoonia kaivoja pääosin Yhdistyneiden
2375 Kansakuntien tuella 1960-luvulta alkaen. Kaivojen rakentaminen paransi väestön terveydentilaa
2376 aluksi merkittävästi, kun pilaantuneen veden aiheuttamilta suolistotaudeilta vältyttiin. Myöhemmin –
2377 jopa 20 vuoden viiveellä – arseenin haitalliset vaikutukset (mm. eräiden syöpien yleistyminen)
2378 rupesivat kuitenkin tulemaan esiin, kun kaivojen veden arseenipitoisuus oli myrkyllisen korkea.
2379 Veden korkea arseenipitoisuus johtuu todennäköisesti siitä, että se huuhtoo
2380 rautasulfidisedimenttejä, joissa arseenia esiintyy paljon.

2381

2382 **10. Itämeri**

2383

2384 Itämeri eri muodoissaan on geologisesti todella nuori – vain suunnilleen 15000 vuotta.
2385 Ensimmäisessä vaiheessaan se oli Baltian Jääjärvi, joka muodostui, kun jääkauden mannerjäätikkö
2386 rupesi sulamaan. Baltian Jääjärven vesi oli tietysti makeaa sulamisvettä. Kun jäätikkö sulii nykyisen
2387 Vänern-järven länsipuolelta, syntyi yhteys Atlanttiiin ja murtovesiallas rupesi muodostumaan –
2388 11500-10000 vuotta sitten olleella Yoldiamerellä (ja sen seuraajalla Echeismerellä) oli useimmiten

2389 yhteys Atlantiin nykyisten Ruotsin suurten järvien kohdalta, mutta joskus myös Vienan mereen.

2390 Suuren osan ajasta Yoldiameren vesi oli makeaa, kun edelleen mannerjään sulamisvedet täyttivät

2391 yhteyden Atlantiin. Valtameren suolaista vettä pääsi Yoldiamereen vain harvoin, paljon harvemmin

2392 kuin nykyisin. Maan nousu edelleen katkaisi kokonaan yhteyden valtameren. Tuhannen vuoden ajan

2393 nykyisen Itämeren paikalla oli Anculysjärvi. Tämän jälkeen Tanskan salmet avautuivat ja

2394 muodostuneen murtovesialtaan nimeksi annettiin ensin ensimmäisen tuhannen vuoden ajaksi

2395 Mastogloiameri. Tästä nimestä on myöhemmin luovuttu ja sen sijaan käytetään nimitystä varhainen

2396 Littorinameri. Littorinamerestä puhutaan 4000 vuoden takaiseen aikaan asti. Se oli nykyistä Itämerta

2397 suolaisempi ja lämpimämpi. Suolaisuus johtui ennen kaikkea siitä, että yhteys Atlantiin oli nykyistä

2398 syvempi ja leveämpi, minkä ansiosta vesi valtameren ja murtovesialtaan välillä vaihtui nykyistä

2399 paremmin. Neljä tuhatta vuotta Itämereksi kutsutun altaan suolapitoisuus pienenee koko ajan, koska

2400 sadanta ylittää haihtumisen ja Atlantilta tulevien suolapulssien määrän.

2401

2402 Itämeren alueella maanpinta kohoaa edelleenkin huomattavasti, useita kymmeniä senttejä

2403 vuosisadassa. Kohoaminen johtuu siitä, että painava mannerjäätikkö aikanaan aiheutti maankuoren

2404 vajoamisen, mikä on vieläkin korjaantumassa. Suurimmillaan maannousu on ollut Merenkurkusta

2405 pohjoiseen. Maannousun ja jokien mukana tulleen lietteen vuoksi usea viime vuosisadan alkupuolella

2406 meren rannalla ollut tontti on muuttunut vähäarvoisella vesijättömaalla ruovikon laidassa olevaksi

2407 maa-alueeksi. Maan kohoamisen arvellaan edelleenkin jatkuvan niin, että lopputuloksena on Suomen

2408 ja Ruotsin välisen maayhteyden muodostuminen Merenkurkun paikkeille ja Perämeren jääminen

2409 isoksi järveksi.

2410

2411 Maanpinnan kohoamisen lisäksi Itämeri on muutenkin matala. Sen keskisyvyys on vain himpun

2412 verran päälle 50 metriä. Ero esimerkiksi Välimereen, jonka keskisyvyys on 1500 m, on huima.

2413 Mataluus tekee merestä erityisen haavoittuvan: kaikki saasteet sekoittuvat vain suhteellisen pieneen

2414 määrään vettä ja vesi lämpenee syvempiä meriä nopeammin. Yhteys Atlantiinkin on vain hyvin

2415 matalien salmien kautta; suurin osa vedestä Itämeren ja Atlantin välillä vaihtuu Belttien kautta, vain
2416 suunnilleen neljännes kulkee Ruotsin ja Tanskan välisessä Öresundissa. Yhteyden mataluus
2417 valtameren aiheuttaa sen, että suolaista vettä pääsee vain harvoin Itämeren päältäalle. Suolaista
2418 merivettä olevia suolapulsseja tulee harvemmin kuin joka kymmenes vuosi – pulssin tulon edellytys
2419 on, että voimakas veden virtaus Atlantilta lounais/länsituulen vaikutuksesta on pitkäkestoinen
2420 (jatkuvaa voimakasta tuulta yli kaksi viikkoa). Tuolloin painava suolainen vesi työntyy riittävän
2421 pitkälle (ja syvälle) Itämereen, ettei se enää voi palata takaisin Atlantille.

2422

2423 Itämeren ominaisuuksista eräs merkittävimmistä on veden kerrostuneisuus. Tärkein
2424 kerrostuneisuutta aiheuttava tekijä on veden suolapitoisuus. Veden ominaispaino (tiheys) on sitä
2425 suurempi mitä korkeampi sen suolapitoisuus on. Tämän vuoksi pinnan lähellä oleva vesi on
2426 vähäsuolaista ja suolainen vesi vajoaa pohjaan. Kerrostuneisuuden johdosta jokien makea vesi säilyy
2427 pinnassa ja kulkee helposti pois Itämerestä. Sen sijaan valtameren suolaisen veden täytyy voida
2428 työntää tieltään luonnostaan ulosvirtaava vähäsuolainen vesi, jotta suolapulssi syntyy. Kun suolainen
2429 vesi on päässyt Itämerelle, se vaipuu syvänteisiin korkean tiheydensä vuoksi ja aiheuttaa aikaisemmin
2430 syvänteissä olleen veden kumpuamisen pintaa kohti.

2431

2432 Koska pinnan vähäsuolainen ja pohjan suolaisempi vesi sekoittuvat huonosti, hapen kulkeutuminen
2433 pohjaa lähellä oleviin vesimassoihin on vähäistä. Suuressa osassa Itämerta syvänteiden vesi onkin
2434 hyvin vähähappista tai jopa kokonaan hapetonta. Atlantilta tuleva suolainen vesi sisältää happea
2435 kohtuullisesti, minkä ansiosta syvänteiden happitilanne paranee useiksi vuosiksi, muttei nykyisin
2436 riittävän pitkäksi ajaksi, jotta seuraava hapekkaasta merivedestä muodostuva suolapulssi ehtisi
2437 alueelle. Pohjasedimentit kuluttavat paljon enemmän happea kuin esiteollisen ajan merenpohjiin
2438 vajonnut aines. Tähän on syynä se, että kului pitkään ennen kuin teollisuuden ja taajamien jätevesiä
2439 ruvettiin puhdistamaan. Kun Itämeren valuma-alueen ihmismäärä on sadan miljoonan luokkaa, kun
2440 alue on hyvin teollistunut - yksin Suomen ja Ruotsin teollisuuden jätevesien hapenkulutus oli 1960-

2441 1970-luvuilla suurempi kuin sadan miljoonan ihmisen - ja kun kaikki jätevedet laskettiin käytännössä
2442 puhdistamattomana veteen, ei ole ihme, että pohjaan vajonnut aines kuluttaa paljon happea.
2443 Jätevesien heikko puhdistus aiempina vuosikymmeninä aiheuttaakin sen, että vaikka nyt
2444 rehevöittävän aineksen pääsy mereen kokonaan estettäisiin, ”sisäisen kuormituksen” johdosta kuluisi
2445 vuosikymmeniä ennen kuin vesi olisi jälleen puhdasta ja vähäravinteista kuten se oli esiteollisena
2446 kautena. Rehevöittävän aineksen lisäksi erityisesti teollisuuden jätevesissä oli paljon
2447 ympäristömyrkkijä, joista ehkä tärkeimpinä voi mainita polyklooratut bifenolit (PCBT), dioksiinit ja
2448 tietyt metallit. Suolaisen veden pulssien syrjäyttämä vähähappinen vesi, jossa siis on myös paljon
2449 ympäristömyrkkijä, kulkeutuu merivirtojen mukana kaikkialle haitaten laajasti eliöiden
2450 elintoimintoja.
2451
2452 Pohjasedimenteissä on niihin vuosikymmenien aikana laskeutunut ravinnemoska, jätevesien
2453 ympäristömyrkyt ja kaikki ”pois silmistä – pois mielestä” asenteella upotetut myrkkytynnyrit.
2454 Pohjasedimenteissä on myös hitaasti hajoavia hyönteismyrkkijä kuten DDT. Myrkkytynnyrit säilyvät
2455 ruostumatta ja vuotamatta niin kauan kuin happea ei ole läsnä. Sitten kun hapekasta vettä tulee
2456 tynnyrien lähelle, ne rupeavat ruostumaan, niihin tulee vuotoja ja yllättäviä kemikaaleja vapautuu
2457 meriveteen. Merkittävä osa Itämeren pohjan myrkkytynnyreistä ovat Neuvostoliiton ja Natsi-Saksan
2458 upottamat kemiallisen sodankäynnin yhdisteet. Kun viimeisen parinkymmenen vuoden kuluessa on
2459 tullut joitakin selvittämättömäksi jääneitä lintujen joukkokuolemia aika pienillä Itämeren alueilla, on
2460 mieleeni tullut, että näinköhän ne johtuvat alueella olevien kemiallisia aseita sisältäneiden
2461 tynnyreiden vuotamisesta.
2462
2463 Hapettomuuden ansiosta myös eräät pohjaan kertyneet myrkyt säilyvät muuttumattomina jopa
2464 vuosikymmeniä, vaikka hajoaisivat hapekkaassa vedessä muutamassa kuukaudessa. Ehkä
2465 merkittävimpiä näistä yhdisteistä ovat orgaaniset tinayhdisteet tributyyliitina (TBT) ja trifenyylitina
2466 (TPT), joita varhemmin käytettiin veneiden ja laivojen pohjien myrkkymaaleissa estämässä

2467 polttoaineen kulutusta kasvattava ja kulkunopeutta hidastava organismien (ennen kaikkea merirokon
2468 ja levien) kasvu alusten pohjissa. Näiden yhdisteiden ominaisuuksia on käsitelty tarkemmin
2469 ongelmajätteiden yhteydessä. Itämereen liittyy erityisesti Saaristomeren tilanne. Turun laivaväylien
2470 Airiston alueelle läjitetyn ruopattun aineksen TBT-pitoisuus on niin korkea, että yhdisteen
2471 vapautuminen veteen aiheuttaa melko varmasti myrkytysoireita lähialueiden eläimille.

2472

2473 Kaikki, mikä myllertää pääosin hapettomia pohjasedimenttejä, aiheuttaa niissä olevien ravinteiden ja
2474 haitta-aineiden vapautumisen vesimassaan. Näin tekevät ensinnäkin suolapulssit, jotka toisaalta
2475 tervehdyttävät Itämeren vähähappisia pohjavesiä ja pohjia tuoden uutta, hapekasta vettä. Kuitenkin
2476 korvautuva vesi, joka kulkeutuu kaikkialle, voi aiheuttaa muutaman vuoden ajan rehevöitymisen
2477 lisääntymistä, ennätysmäisiä sinileväkukintoja ja eri myrkkypitoisuuksien kohoamista. Tällaiset
2478 suolapulssien negatiiviset vaikutukset voivat näkyä aina pulssin saapumisen jälkeen niin kauan kuin
2479 pohjasedimentit sisältävät huonosti puhdistettua jätettä. Pohjien ruoppaus on suolapulsseja
2480 pahempi pohjaan kertyneiden haitallisten aineiden levittäjä. Viime aikojen suurin pohjasedimenttien
2481 levittäjä on ollut Pietarin edustalle Suomenlahden pohjukkaan rakennettavan sataman ruoppaus.
2482 Vapautuneen rehevöittävän aineksen arvioidaan aiheuttaneen Suomenlahden itäosan voimakkaat
2483 sinileväkukinnat kesällä 2015.

2484

2485 Itämeren sinileväkukinnat ovat melkein näkyvin kesän uutisaihe, joka on viime vuosina tullut esiin
2486 aina kun veden lämpötila nousee. Sinilevät eivät ole varsinaisia leviä vaan fotosynteettisiä bakteereja.
2487 Niillä oli suuri merkitys evoluution alkuvaiheissa, koska niiden ajatellaan tuottaneen
2488 fotosynteesissään hapen, jota lähes kaikki monimutkaisemmat elämänmuodot käyttävät
2489 energiantuotannossaan. Useat syanobakteerit (sinilevät) pystyvät käyttämään ilmakehän typpeä,
2490 mikä on mahdotonta muille yhteyttäville eliöille. Tämän takia sinilevillä on suuri merkitys esimerkiksi
2491 riisiviljelmillä – ne auttavat ilmakehän typen muuttamisessa sellaiseen muotoon (ammoniakki,
2492 nitraatti), jota riisi pystyy käyttämään hyväkseen. Ajatellaan myös, että kaikkien vihreiden kasvien

2493 lehtivihreähiukkaset (kloroplastit) olisivat kehittyneet muinaisista sinilevistä. Lisäksi sinileviä
2494 suunnitellaan käytettäväksi bioenergian ja biopolttoaineen tuotannossa. Kaikkien edellä mainittujen
2495 suurten hyötyjen vuoksi on melkein pässäli, että suuren yleisön mielikuva sinilevistä liittyy vain
2496 loppukesän myrkyllisiin sinileväkukintoihin, joiden takia uiminen useimmiten kielletään. Itämeren
2497 myrkyllisiä sinileväkukintoja aiheuttavat lajit elävät vain makeassa ja murtovedessä. Niiden
2498 esiintymistä ruokkivat rehevöityminen ja veden lämpeneminen. Tämän johdosta on pitkään pohdittu
2499 sitä, onko sinilevien massaesiintymiä ollut ennen intensiivistä maataloutta, esiteollisena aikana,
2500 jolloin ihmistenkin määrä oli vähäinen. Paleoekologiset tutkimukset, joissa on selvitetty eri eliöiden
2501 esiintymistä pohjasedimenteissä, ovat osoittaneet sinileviä olleen paljon jo muinaisina aikoina.
2502 Tutkimukset ovat myös osoittaneet, että vähähappisia pohjia on ollut jonkin verran jo esiteollisena
2503 aikana – hapettomien pohjien pinta-ala on kuitenkin suurentunut viime aikoina teollistumisen,
2504 ihmismäärän kasvun ja intensiivisen maatalouden aiheuttaman rehevöitymisen myötä. Esiteollisena
2505 aikana sinilevien massaesiintymät tapahtuivat aina aikana, jolloin hypoksiaa (veden alhaista
2506 happipitoisuutta) esiintyi.

2507

2508 Kun kerran sinilevien massaesiintymisiä on ollut puhtaassakin Itämeressä, miksi niistä ei lainkaan
2509 puhuttu 1970-1980-luvuilla, jolloin kesäasutusta oli jo nykyinen määrä? Silloin ei sinileväkukintoja
2510 juurikaan ollut. Mutta silloin eivät hylkeetkään lisääntyneet ja merikotkat kuolivat lähes
2511 sukupuuttoon. Melkein kaikki Itämeren harmaahyljenaaraat olivat hedelmättömiä – pienimmillään
2512 arvioidaan hallien määrän olleen selvästi alle 1000. Määrä on huomasti pienempi kuin 1800-luvun yli
2513 100000 tai nykyhetken 20000. Seitsemänkymmentäluvun alussa Suomen merikotkat saivat kaikkiaan
2514 vain muutaman poikasen. Nyt (2014) merikotkien poikasmääräksi on laskettu 449. Syy, miksi hylkeet
2515 ja merikotkat kuolivat lähes sukupuuttoon, oli, että 1960-luvulta 1980-luvulle asti huonosti
2516 puhdistetut jätevedet nostivat ympäristömyrkkypitoisuudet tappavalle tasolle. Jotta merikotkat
2517 olisivat välttyneet saamasta ympäristömyrkyjä, avuksi otettiin ruokinta: sianruhoja vietiin

2518 tunnettujen merikotkien asuinpaikkojen lähelle ja toivottiin, että kotkat söisivät niitä eivätkä
2519 saastunutta meriruokaa.

2520

2521 Kun jätevesiä ei vielä puhdistettu, paperin valkaisuun käytettiin yleensä vapaata klooria, joka reagoi
2522 puun rengasmaisten yhdisteiden kanssa. Näin puunjalostusteollisuuden jätevesissä joutui
2523 ympäristöön myrkyllisiä ja hyvin hitaasti hajoavia polykloorattuja bisfenyylijä (PCB). Kertyessään
2524 eläimiin ne aiheuttivat muun muassa lisääntymishäiriöitä. Myös veden dioksiinipitoisuudet nousivat
2525 korkeiksi. Vaikka dioksiinien muodostumiselle ei olekaan yhtä yksittäistä syytä, niitä syntyi erityisesti
2526 palamistuotteissa ja ne pääsivät jätevesissä ympäristöön. Niin dioksiinit kuin PCB:t ovat hyvin
2527 rasvaliukoisia, minkä vuoksi ne siirtyvät ympäristöstä eliöihin ja rikastuvat ravintoketjussa
2528 (planktonista huippupetoihin).

2529

2530 Itämeren 1970-luvun veden kanssa analogista on puhdistettu juomavesi: vesi on kirkasta, mutta
2531 siihen laitettu kala on hetken päästä maha pystyssä kuolleena. Juomaveden puhdistuksen
2532 päämäärähän on tappaa kaikki vedessä elävät haittaeliöt.

2533

2534 Pahimpien 1970-luvun vuosien jälkeen sekä vedenpuhdistus on tehostunut että teollisuuden
2535 prosessit kehittyneet ympäristöä vähemmän pilaaviksi. Muun muassa Suomen ja Ruotsin
2536 puunjalostusteollisuuden päästöt tuotekiloa kohti ovat nykyisin korkeintaan prosentin verran siitä
2537 mitä muinoin. Itämeren tämänhetkiset dioksiini- ja PCB-pitoisuudet ovatkin suunnilleen
2538 kymmenesosa pahimpien aikojen pitoisuudesta. Myrkkujen entisen kauhistuttavan määrän osoittaa
2539 se, että silakan ja lohen dioksiinipitoisuudet edelleen ylittävät asetetut raja-arvot.

2540

2541 Päätetyssä raja-arvossa ei oteta huomioon sitä, kuinka paljon elintarviketta nauttii. Näin ollen se on
2542 sama ravulle ja naudanlihalle – ja tuskin kukaan pystyy tuloillaan nauttimaan molempia samaa
2543 määrää vaikka haluaisikin. Jos normaalit suomalaiset kulutustottumukset otetaan huomioon,

2544 ihminen saa vuodessa paljon enemmän dioksiinia ja PCB:tä maidosta kuin silakasta. Asetetut raja-
2545 arvot ovat lisäksi poliittinen päätös, joka ei perustu mihinkään tietoon, että ne akuutisti tai
2546 kroonisesti aiheuttaisivat haittoja juuri raja-arvot ylittävissä pitoisuuksissa. Kuinka näin voisi ollakaan,
2547 kun esimerkiksi dioksiinin akuutti myrkyllisyys eri rottakannoille vaihtelee 10000-kertaisesti. Kohu
2548 kalojen korkeista dioksiini- ja PCB-pitoisuudesta tuli otsikoihin vasta Suomeen liityttyä Euroopan
2549 Yhteisöön, eli vuoden 1995 jälkeen. Tällöin dioksiini- ja PCB-pitoisuudet olivat jo laskeneet huomasti
2550 huippupitoisuuksistaan. Jos Itämeren lohen ja silakoiden syönti olisi aiheuttanut haittoja ihmisissä, ne
2551 olisivat tulleet näkyviin suunnilleen samaan aikaan kuin hylkeiden lisääntymishäiriöt, jotka dioksiini ja
2552 PCB:t melko varmasti aiheuttivat.

2553

2554 Dioksiinit ja PCB:t säilyvät rasvaisissa kaloissa kahdesta syystä. Ensinnäkin, kuten edellä mainitsin,
2555 yhdisteet ovat hyvin rasvaliukoisia, joten ne kertyvät rasvakudokseen – minkä takia niitä on paljon
2556 rasvaisissa kaloissa. Toiseksi sekä PCB:itä että dioksiineja hajottaa AhR-aineenvaihduntareitti. Tämä
2557 myrkyjä käsittelevä reitti on kaloissa huomattavasti vähempitehoinen kuin nisäkkäissä ja linnuissa,
2558 joten myrky säilyy kaloissa muuttumatta paljon pitempään kuin broilerin, sian tai naudan lihassa.

2559

2560 Itämeren lohella havaittiin vuodesta 1974 alkaen merkittävää ympäristöstä riippuvaa
2561 poikaskuolleisuutta (M74). Kuoriutumisen jälkeen lohen luonnonpoikasista kuoli pahimpina vuosina
2562 jopa 80-90 % ruskuaispussivaiheessa. Aluksi kuolleisuus, jota vähäisessä määrin esiintyy edelleen,
2563 liitettiin suoraan ympäristömyrkyihin, mutta suoranaista yhteyttä mihinkään myrkkyyneen ei ole
2564 pystytty osoittamaan. Sen sijaan on sangen yksiselitteisesti osoitettu, että lohien alhainen
2565 tiamiinipitoisuus (b-ryhmän vitamiini) oli suorassa yhteydessä kuolleisuuteen: jos
2566 ruskuaispussi-poikasten tiamiinipitoisuus nostettiin, kuolleisuus väheni. Syytä siihen, miksi lohien
2567 tiamiinipitoisuus oli alhainen, ei edellenkään varmasti tiedetä – mahdollisuuksia ovat ainakin
2568 ravinnon tai sen ominaisuuksien muutokset. Mikä tahansa tekijä onkin suoranaisten syy, se on
2569 kytköksissä kalojen syönnös-vaelluksella kokemaan oksidatiiviseen stressiin. Antioksidanttien

2570 pitoisuuden vähäisyydenkin on osoitettu nimittäin liittyvän tähän ympäristöperäiseen
2571 poikaskuolleisuuteen. Mitä punaisempi emo on, sen pienempi todennäköisyys poikaskuolleisuudelle
2572 on ja punainen väri tulee astaksantiinista, joka on tärkeä antioksidantti. Lisäksi oksidatiiviset stressit
2573 vaikuttavat tiamiinipitoisuuteen. M74-tyyppistä poikaskuolleisuutta on esiintynyt vain kalalajeilla,
2574 joiden poikasten ruskuaispussivaihe – eli aika ennen kuin poikanen alkaa syödä – on pitkä. Näin ollen
2575 sitä ei ole havaittu esimerkiksi turskalla, siialla ja silakalla.

2576

2577 PCB:iden ja dioksiinien pitoisuudet ovat suuremmat Suomenlahdella kuin Pohjanlahdella.
2578 Pohjanlahden metallipitoisuudet taas ovat korkeammat kuin Suomenlahden. Tähän on yhtenä syynä
2579 se, että kaivoksia ja metallisulattoja on Pohjanlahden ympäristössä selvästi Suomenlahden valuma-
2580 aluetta enemmän, joten niiden huonosti puhdistettujen jätevesien pääsy mereen kasvatti pitoisuuksia.
2581 Pohjanlahden korkeat metallipitoisuudet vaikuttavat eläimiin. Esimerkiksi Vuorikemian (myöhemmin
2582 Kemira-konsernin osa) Porin tehdas (titaanioksidin käsittelijä) laski 1970-80-luvuilla jätevetensä
2583 puhdistamattomina Mäntyluodon lähivesille. Titaanin lisäksi jätevedessä oli korkea vanadiini- ja
2584 rautapitoisuus. Rautaionit värjäisivät veden jätevesiputken lähellä ja kalastajat saivat saaliikseen
2585 silmättömiä silakoita. Vaikka täyttä varmuutta yhteydestä jäteveden ja silmättömyyden aiheuttaneista
2586 kehityshäiriöistä ei saatukaan, jo se, että ongelma hävisi, kun vedenpuhdistus alkoi, osoittaa melko
2587 varmasti syy-seuraussuhteen. Nykyisin jätevesissä ympäristöön pääsevät metallipitoisuudet ovat
2588 normaalioloissa suhteellisen pieniä, mutta aina silloin tällöin sattuu lipahduksia, joiden tuloksena
2589 jätevesi pääsee puhdistamattomana ympäristöön. Tällöin aiheutuu merkittäviä ympäristövahinkoja.
2590 Suurin viimeaikainen jätepestö oli Norilsk Nickelin Harjavallan metallisulaton nikkelipestö, joka
2591 tappoi simpukoita ja kaloja Kokemäenjoen alajuoksulta. Vielä joen suulla Pohjanlahdella
2592 metallipitoisuus oli selvästi kohonnut. Kuitenkin jokien mukana Pohjanlahteen luontaisesti valuvien
2593 metallien määrä on paljon suurempi kuin ihmisen aiheuttamat metallipestöt. Tämä johtuu siitä, että
2594 suurelta osin Pohjanlahden rannikon maat ovat entistä merenpohjaa ja sulfidipitoisia. Kun nämä
2595 sulfidikerrokset muokataan ja ne pääsevät ilman kanssa tekemisiin, ne hapettuvat sulfaateiksi, jotka

2596 yhdessä maaperän metalli-ionien kanssa kulkeutuvat veden mukana mereen. Korkeimmillaan mereen
2597 jokiveden mukana tulevat metallipitoisuudet ovat Vaasan lähialueiden joissa. Niiden mereen työntämä
2598 metallikuorma ei kalpene lainkaan Talvivaaran päästöjen rinnalla. Erona on vain se, että Talvivaaran
2599 päästöt ovat kaivosteollisuuden aiheuttamat ja sekoittuvat Pohjanlahtea paljon pienempään
2600 vesimäärään.

2601

2602 Itämeren rehevöitymistä aiheuttivat varhemmin ennen kaikkea taajamien jätevesipäästöt. Tällä
2603 hetkellä kuitenkin lähes kaikkien suurten kaupunkien jätevedet puhdistetaan kohtuullisesti.
2604 Poikkeuksena on Kaliningrad, jonka useiden satojen tuhansien asukkaiden jätevedet päätyvät
2605 puhdistamattomina Itämereen. Kaupungin jätevedenpuhdistamoita on rakennettu viimeiset
2606 kymmenen vuotta: nyt näyttää siltä, että jäteveden käsittely alkaa toimia ennen kuin Kaliningrad toimii
2607 yhtenä jalkapallon MM-kisojen isäntäkaupungeista 2018.

2608

2609 Kun asutusjätevesien pääsy huonosti puhdistettuna ympäristöön on saatu kuriin, rehevöittävän
2610 aineksen pääsy Itämereen on selvästi vähentynyt 1980-luvun alun huippumääristä. Uudet
2611 rehevöittävän aineksen, erityisesti fosfaatin päästöt tuskin riittäisivät aiheuttamaan tämänhetkisiä
2612 leväkukintoja. Mutta kun ne yhdistyvät vuosikymmenien kuluessa pohjasedimentteihin kertyneisiin ja
2613 niistä vapautuviin ravinteisiin, tulos on nyt havaittava.

2614

2615 Tällä hetkellä rehevöittävien aineiden päästöt johtuvat ennen muuta maatalouden lannoitepäästöistä.
2616 Näiden lisäksi kalanviljelyn päästöt voivat olla paikallisesti merkityksellisiä ja Suomessa kesäasutus
2617 aiheuttaa jonkin verran hajapäästöjä. Kaksi rehevöitymiseen ja sitä kautta sinilevien esiintymiseen
2618 liittyvää tekijää ansaitsee huomiota. Ensinnäkin viimeaikainen veden lämpötilan keskimääräinen nousu
2619 aiheuttaa sen, että vaikka fosfaattien ja typpiyhdisteiden pääsy Itämereen vähenisi, kasvien, levien ja
2620 sinilevien kasvu tehostuisi lämpötilan nousun johdosta. Toiseksi veden virtaus Itämeressä kulkee niin,
2621 että Suomenlahden pohjukkaan vesi virtaa pääasiassa itä- ja etelärantaa pitkin ja sieltä pois pääosin

2622 pohjoisen kautta. Tämän takia Suomen rannoille tulevat kaikki Puolassa ja Baltian maissa tuotetut
2623 jätteet.

2624

2625 **11. Makea vesi**

2626

2627 Me suomalaiset olemme hyvin onnellisessa asemassa. Puhdasta makeaa vettä on yllin kyllin tarjolla.

2628 Kaikesta vedestä yli 95 % on merissä, pari prosenttia jäätiköissä, prosentin verran pohjavetenä ja

2629 suunnilleen saman verran järvien ja jokien makeana vetenä tai suolajärvissä. Maailmanlaajuisesti

2630 Suomen tilanne on sangen ainutlaatuinen – vettä riittää tuhlattavaksi. Kulunut nimitys Suomesta

2631 ”tuhansien järvien maana” on hyvin perusteltu. Makean veden suuri määrä johtuu toisaalta siitä, että

2632 mannerjäätikön johdosta maankuoressa on vieläkin paljon painautumia, joihin vesi kertyy, ja

2633 toisaalta siitä, että veden haihtuminen on selvästi vähäisempää kuin sadanta. Vaikka Suomessa

2634 onkin huima määrä järviä, ne ovat hyvin matalia. Kaikkien Suomen järvien yhteinen vesimäärä on

2635 vain suunnilleen kolmannes Laatokan vesimäärästä. Toinen tyypillinen piirre Suomen sisävesille on,

2636 että ne ovat reittivesistöjä; Järvi-Suomen vesillä on yhteys toisiinsa, veneellä voi kulkea vaikkapa

2637 Iisalmesta Lappeenrantaan. Molemmat tekijät lisäävät vesien haavoittuvuutta. Kaikki saasteet

2638 leviävät helposti reittivesissä. Tämä tulee nyt hyvin näkyviin, kun pohditaan Talvivaaran

2639 metallipitoisen ja happaman jäteveden leviämistä – totta kai jätevesi laimenee, mutta vaikutukset

2640 ulottuvat laajemmalle kuin siinä tapauksessa, että vesistöt olisivat erilliset. Lisäksi mataluuden takia

2641 myrkkypitoisuudet nousevat suuriksi ja veden lämpötila kohoaa helposti. Lämpötilan nousun

2642 helppous on ongelma useille sisävesien kalalajeillemme, koska ne ovat matalien lämpötilojen eläimiä,

2643 jotka selviävät huonosti lämpimässä. Esimerkiksi aikuisen nieriän kuolleisuus kasvaa huomasti veden

2644 lämpötilan lähestyessä +20°C:tä. Suomen sisävesikaloista myös made ja harjus ovat erityisen kylmän

2645 veden eläimiä. Made on sukua turskalle ja kutee tammikuun lopusta maaliskuuhun ulottuvalla

2646 jaksolla, jolloin on sekä kylmää että pimeää. Made ei juurikaan käytä näköaistiaan vaan sen tärkein

2647 aisti on tuntoaisti, joka on erityisen herkkä kalan leuasta alaspäin sojottavassa viiksikarvassa. Veden

2648 lämpenemisen voi odottaa aiheuttavan mateelle yhtä suuria ongelmia kuin nieriälle. Kuten nieriän,
2649 myös harjuksen esiintymisen eteläraja halkoo Suomea. Molempien lajien lämpötilabiologia
2650 tunnetaan sangen huonosti: miksi ne sietävät lämpötilamuutoksia selvästi huonommin kuin muut
2651 kalat, jopa lohi?
2652
2653 Suomen sisävesille on ollut tyypillistä myös talvinen jääpeite, vähäravinteisuus, väri ja happamuus.
2654 Väri ja happamuus liittyvät yleensä toisiinsa. Suomen maaperässä on paljon humushappoja, jotka
2655 antavat vesille niiden ruskean värin. Kun humushapot ovat pääasiallinen veden happo-
2656 emästasapainoa määräävä tekijä, ne aiheuttavat sen, että veden pH tasapainossa on alle 6. (Muualla
2657 Euroopassa sisävesien pH:n määrää pääasiassa vetykarbonaatti-karbonaattitasapaino, minkä
2658 johdosta veden pH on yleensä noin 8). Väri ja happamuus aiheuttavat parikin asiaa. Ensinnäkin värin
2659 johdosta vedet lämpiävät nopeammin kuin kirkkaat vedet. Tämä on tietysti uimarin mielestä mukava
2660 asia, mutta lämmintä huonosti sietävät kalat kärsivät entistä enemmän vesien lämpenemisestä.
2661 Toiseksi hapan vesi liuottaa maaperän metalli-ioneita, jonka takia veden metallipitoisuus on korkea.
2662
2663 Peltojen, metsien ja soiden ojitus lisää vesien metallipitoisuutta, koska ojituksen ja maan
2664 möyhentämisen tuloksena sulfidimaat pääsevät yhteyteen hapen kanssa, ja muodostuvat happamat
2665 sulfaattit liuottavat aikaisempaa enemmän metalleja veteen. Vesien metallipitoisuudet ovat
2666 suurimmillaan lumen sulaessa ja voimakkaiden sateiden jälkeen, mikä osoittaa sulfaattipitoisen
2667 veden liuottavan vaikutuksen. Pohjanmaan jokien veden pH saattaa olla niin alhainen ja erityisesti
2668 rauta- ja mangaanipitoisuudet niin korkeita, että lohikalojen ja nahkiaisen poikastuotanto estyy:
2669 mätimunat eivät kuoriudu tai kuorituneiden poikasten vesi- ja ionitasapainon säätely häiriintyy.
2670 Aikuisillakin kaloilla esiintyy ongelmia ennen kaikkea siksi, että niiden kiduksien pintaa huuhtelevan
2671 veden pH nousee nopeasti, mikä johtaa veden rauta-ionien saostumisen kidusten pinnalle, koska
2672 useat rautasuolat liukenevat huonosti neutraaliin tai emäksiseen veteen. Sama tapahtuu alumiinille,

2673 kuten sisävesien happamoitumisesta puhuttaessa kerrottiin. Näin ollen myös alumiinin saostuminen
2674 kidusten pinnalle on mahdollista, vaikka raudan saostuminen onkin todennäköisempää.
2675
2676 Vesien luonnostaan korkea rautapitoisuus näkyy siinä, että järvimalmia, järvien reunoille saostunutta
2677 rautaa, jopa käytettiin raudan lähteenä ennen oikeiden rautakaivosten tuloa. Pohjois-Ruotsin
2678 rautaesiintymät ovat muuten niin massiiviset, että niiden aiheuttamat magneetikentän vääristymät
2679 tuottavat muuttolintujen suunnistukselle vaikeuksia – linnut kun osittain suunnistavat
2680 muuttomatkoillaan magneettiaistinsa avulla.
2681
2682 Raudan ja alumiinin lisäksi elohopeaa on paljon luonnontilaisissa suomalaisissa vesissä. Sitä kertyy
2683 metyylielohopeana ennen kaikkea pitkäikäisiin kaloihin, joten vanhoissa hauissa elohopeapitoisuus
2684 ylittää luontaisesti haitattomana pidetyn pitoisuuden. Kun Lokan ja Porttipahdan altaita suunniteltiin,
2685 yksi merkittävistä syistä vastustukseen oli se, että niihin pelättiin kertyvän paljon elohopeaa, minkä
2686 johdosta ajateltiin niistä saatavan kalan olevan syömäkelvotonta. Toinen tärkeä vastustuksen aihe oli,
2687 että altaiden veden alle jäi merkittäviä luontokohteita. Useat alueella eläneet kasvit ja linnut
2688 harvinaistuivat suuresti, koska veden alle jääneillä alueilla oli Suomessa ainutlaatuisia eläin- ja
2689 kasviyhteisöjä. Mutta mitäpä ei vesivoiman mahdollisimman tasaisen saannin vuoksi olisi tehty.
2690 Kuten vesivoimasta puhuttaessa tuli esille, usein sisävesiemme pintaa säännöstellään, jotta
2691 vesivoimalat saisivat mahdollisimman tasaisen määrän vettä aikayksikössä. Pahimmillaan tämä pilaa
2692 rantamaisemaa melkoisesti.
2693
2694 Metsien ja soiden ojitus pahentaa myös lumen sulamisesta johtuvia ja voimakkaiden sateiden
2695 jälkeisiä tulvia. Itse asiassahan suot ovat muodostuneet imemään vettä kuin pesusienet ja
2696 luovuttamaan sitä vähin erin, minkä ansiosta soiden jälkeisten jokien virtaama tasoittuu. Ojituksen
2697 myötä kokonaisvirtaama säilyy entisen suuruisena, mutta vesisateiden jälkeen vesi valuu nopeasti ja
2698 kuivina aikoina vettä virtaa tuskin ollenkaan – siten ojitus pahentaa tulvia ja huonontaa joen

2699 sopivuutta vesivoiman tuotantoon. Usein metsien ja soiden ojitusta on tehty samoilla alueilla kuin
2700 tekojärvien rakentamista vesivoimaloiden tuotantoon. Vesistöjen säännöstelytarve olisikin
2701 vähentynyt huomattavasti, jos ojituksista olisi luovuttu. Lisäksi tulvien aiheuttamat kustannukset
2702 olisivat pienentyneet. Minun on vaikea uskoa, että metsien/soiden ojituksia suunniteltaessa olisi
2703 otettu kaikki edellä mainitut haitat huomioon. Onko todella niin, että lisääntynyt metsän kasvu on
2704 taloudellisesti merkittävämpi kuin kaikki aiheutuneet haitat vallankin kun lisääntynyt metsän kasvu
2705 sellaisenaan ei riitä, vaan puun täytyy olla kaadettu ja taloudellisessa käytössä.

2706

2707 Vesien rehevöityminen lisää sinileväkukintoja sisävesissä yhtä lailla kuin Itämeressäkin. Tutkijan
2708 kannalta on mielenkiintoista, että myrkyllisten levien osuus pienenee kasvuston tiheydessä.

2709 Sinilevälajithan eivät ole joko myrkyllisiä tai myrkyttömiä vaan olosuhteista riippuen sama laji voi olla
2710 joko myrkyllinen tai myrkytön. Lisäksi sinilevämyrkyjä on kahdenlaisia: sellaisia, jotka ovat aina
2711 elävien solujen sisällä ja vapautuvat veteen vasta eliön kuoltua sekä sellaisia, joita syanobakteeri
2712 päästää solun ulkopuolelle myös eläessään. Viime aikojen tutkimukset osoittaneet, että sinilevien
2713 aineenvaihdunnassa syntyy muitakin muille eliöille haitallisia yhdisteitä kuin tunnetut myrkyt.

2714 Sisävesien sinileväkukinnat ovat rajoittuneet Etelä-Suomeen – pohjoisempana ilman lämpötila ei
2715 yleensä riitä siihen, että sinilevät kasvaisivat hyvin. Myös rehevöityminen rajoittuu (onneksi) Etelä-
2716 Suomen väkirikkaille ja maatalousvaltaisille alueille. Pelkona tietysti on, että lämpötilan nousu ja
2717 liiallinen lannoittaminen (mukaan lukien metsän lannoitus) lisäävät sinileväkukintojen esiintymistä
2718 pohjoisemmassakin. Pohjoisesta sijainnistaan johtuen Suomen sisävesien sinilevätilanne on paljon
2719 parempi kuin etelämpänä Manner-Euroopassa.

2720

2721 **12. Biologinen monimuotoisuus**

2722

2723 Biologinen monimuotoisuus, biodiversiteetti, tarkoittaa ensi sijassa maapallolla elävien eliöläjien
2724 lukumäärää. Sen lisäksi biologinen monimuotoisuus käsittää eliöläjien sisäisen geneettisen vaihtelun

2725 ja ympäristöjen monimuotoisuuden. Kaiken kaikkiaan maapallon eliöiden lajimäärä tunnetaan
2726 huonosti. Muuten ei voisikaan olla kahdesta syystä: ensinnäkin arvellaan, että suurta joukkoa eri
2727 lajeja ei vielä tunneta ja toiseksi on epäselvää, milloin eliöiden geneettinen erilaisuus on riittävää,
2728 jotta sangen samannäköisten eliöiden katsotaan olevan eri lajeja. Esimerkkinä jälkimmäisestä voi olla
2729 vaikkapa voikukka. Maallikosta voikukat näyttävät kaikki suunnilleen samalta, mutta Suomessakin
2730 lasketaan olevan jopa viitisensataa eri voikukkamuotoa – tai lajia. Organismien lajimäärään
2731 vaikuttaisi voimakkaasti, jos bakteerien kaiken monimuotoisuuden ajateltaisiin olevan eri lajeja.
2732 Nykymääritelmän mukaan eläin- ja kasvilajeja on monin verroin enemmän kuin eri bakteerilajeja.
2733 Tähän mennessä on kuvattu vajaat kaksi miljoonaa eliölajia ja arviot lajien kokonaismäärästä
2734 vaihtelevat kolmesta kahteensataan miljoonaan.

2735

2736 Onko sitten lajien määrittelyllä ja niiden monimuotoisuudella merkitystä muille kuin lajien
2737 määrittelijöille, taksonomeille? Taksonomia on tällä hetkellä aikamoisessa murroksessa. Kun aiemmin
2738 lajit erotettiin toisistaan ulkonäkönsä perusteella, nyt voidaan geenien rakenteen eroa käyttää lajien
2739 erottamiseen. Tämä molekyyli-taksonomia käyttää joidenkin geenien sekvenssejä lajimäärittelyyn.
2740 Lajien välisiä geenien DNA sekvenssien eroja sanotaan DNA viivakodeiksi. On kuitenkin huomattava,
2741 että ilman eliön biologian tuntemista DNA viivakoodi on vain viivakoodi ilman minkäänlaista
2742 biologista ulottuvuutta. Myös lajien erottaminen joidenkin visuaalisten erojen perusteella voi olla
2743 jossain määrin kyseenalaista. Eikö ole ihan sama, onko voikukalla 500 tai 5 eri muotoa, jos ne elävät
2744 samassa ympäristössä ja toimivat samalla tavoin? Minusta lajeilla ja ryhmillä on merkitystä vain, kun
2745 niiden erot vaikuttavat ekosysteemiin, jossa ne elävät. Tämä on merkityksellistä, koska hyvinkin
2746 samannäköisten lajien, kryptisten lajien, olosuhdevaatimukset voivat poiketa toisistaan paljon. Täten
2747 ne voivat vaikuttaa eliöyhteisön ominaisuuksiin enemmän kuin tunnistettavat, mutta samankaltaisia
2748 oloja vaativat lajit. Kuitenkin, riippumatta siitä, mikä lajien välisten erojen merkityksen katsotaan
2749 olevan, niiden määrä yleensä kasvaa lämpötilan noustessa ja maaympäristössä kosteuden
2750 lisääntyessä. Esimerkkinä tästä on se, että maailman useasta miljoonasta eläinlajista vain noin 45000

2751 on havaittu Suomessa. Noin puolet Suomen määritetyistä lajeista on hyönteisiä. Tämä osoittaa
2752 osittain sen, että hyönteisten lajimäärä on huima, mutta myös sen, että hyönteisharrastajia on
2753 paljon. Yleistäen voidaan sanoa, että tunnettujen lajien osuus niiden arvioidusta kokonaismäärä on
2754 suurin alueilla, joissa aktiivisten luontoharrastajien määrä on suurin. Myös vesieliöiden lajimäärä
2755 trooppisilla alueilla on paljon suurempi kuin meikäläisissä vesistöissä. Siinä missä Suomen vesistöistä
2756 on löydetty alle sata kalalajia, on niitä Amazonasin alueella 2000-3000.

2757

2758 Lajien ja niiden elinympäristöjen säilyttämisestä on tullut yksi luonnonsuojelun näkyvimmistä
2759 piirteistä viime vuosina. Yhtenä pyrkimyksenä on estää eliölajien kuoleminen sukupuuttoon, mitä
2760 käsitellään seuraavassa alaluvussa. Lajien elinympäristön säilyttäminen edellyttää maankäytön
2761 suunnittelua kansainvälisellä tasolla, mitä on käsitelty aiemmin. Biologisen monimuotoisuuden
2762 säilyttämistä pidetään arvona sinänsä, mutta monimuotoisuuden säilyttämisellä voi olla myös
2763 taloudellista merkitystä. Jo aiemmin on tuotu esiin, kuinka terve ja monipuolinen ekosysteemi
2764 vähentää tuholaismyrkkyjen tarvetta. Jotkut eliölajit voivat sisältää eri tarkoituksiin soveltuvia
2765 kemikaaleja. Muun muassa antibioottien kehittämisessä voivat olla merkityksellisiä kalojen ihon
2766 pinnan valkuaisaineet, jotka tekevät reikiä bakteerien pintaan, tai maaperän bakteerit, joiden
2767 tuottamat kemikaalit tappavat muita bakteereja. Uusia tuholaismyrkkyjä voidaan löytää eri kasvien
2768 tähän tarkoitukseen kehittämistä yhdisteistä. Todennäköisyys löytää eri käyttötarkoituksiin
2769 soveltuvia aineita eri eliöistä on suurin siellä, missä biologinen monimuotoisuus tunnetaan huonoiten
2770 – eli tropiikissa. Tämä voisikin olla neuvottelukysymys globaalissa maankäytön suunnittelussa. Kun
2771 kehittyneet maat toivovat laajojen suojelualueiden muodostamista erityisesti trooppisiin
2772 sademetsiin, ne voisivat antaa tieteellistä tutkimuspanostaan vastineeksi. Tällöin suojelusta voisi tulla
2773 taloudellisesti kannattavaa toimintaa maille, jotka antaisivat alueitaan suojeltaviksi.

2774

2775 12.1 Sukupuutot

2776 Jopa 99% kaikista maapallolla koskaan eläneistä eliöistä on kuollut sukupuuttoon. Eliölajeja kuolee
2777 sukupuuttoon eri syistä koko ajan, mutta silloin kun lajeja häviää paljon lyhyen geologisen ajanjakson
2778 kuluessa, puhutaan sukupuuttoaallost. Ennen nykyaikaa sukupuuttoaaltoja katsotaan olleen suuren
2779 oksigenaatiojakson (yli 500 miljoonaa vuotta sitten; tuolloin ilmakehän happipitoisuus nousi
2780 nopeasti) jälkeen viisi. Näistä kiistatta eniten huomiota on saanut jakso, jolloin suuret dinosaurukset
2781 hävisivät. Tämä tapahtui noin 66 miljoonaa vuotta sitten. Kaikista silloin eläneistä lajeista kolme
2782 neljännessä ajautui sukupuuttoon. Tärkeimpänä sen aiheuttaneista tekijöistä pidetään asteroidin
2783 iskeytymistä maahan, sitä seurannutta pölypilven muodostumista ja ilmakehän jäähtymistä. Muut
2784 neljä muinaista sukupuuttoaaltoa tapahtuivat 201, 252, 375-360 ja 450-440 miljoonaa vuotta sitten;
2785 kaikissa niissä arvellaan yli 70 % eläneistä lajeista hävinneen. Suurimmassa osassa ilmaston
2786 jäähtyminen tulivuorenpurkauksien tai meteorien iskeytymisen aiheuttamien pölypilvien tuloksena
2787 tai/ja merenpinnan lasku ovat olleet merkittävä syy.

2788

2789 Nyt arvellaan kuudennen sukupuuttoaalton olevan meneillään. Toisin kuin aiemmat lajien häviöt,
2790 nykyisten sukupuuttojen pääasiallinen syy on ihmisen toiminta. Kun sukupuutot kohdistuvat suuriin
2791 ja näkyviin lajeihin, niihin kiinnitetään paljon enemmän huomiota kuin pienien, huonosti tunnettujen
2792 lajien häviämiseen. On jopa arveltu, että useat lajit katoavat ennen kuin ne ehditään määrittää.
2793 Erityisesti tämän ajatellaan tapahtuvan sademetsiä hävitettäessä, koska kaikista ympäristöistä ne
2794 ovat lajirikkaimpia ja koska niiden eliöitä on tutkittu sangen vähän. Kun yksi puu sademetsästä
2795 kaadetaan, voidaan tuhota jopa parinsadan eliölajin elinympäristö. Kyseinen puu saattaa jopa olla
2796 joidenkin lajien ainut elinpaikka. Kasvien ja sienien katoaminen on myös saanut vähemmän huomiota
2797 kuin eläinten.

2798

2799 Maailman luonnonsuojelujärjestö IUCN (International Union for Conservation of Nature) julkaisee

2800 listaa maapallon uhanalaisista lajeista – listaan pääsee verkko-osoitteessa

2801 <http://www.iucnredlist.org/>. Huomattava on, että vaikka listan päämääränä on kuvata eliöiden
2802 uhanalaisuus kattavasti, siinä on 2015 syksyllä arvioituna vain suunnilleen 80000 eliölajin tila. Näistä
2803 sukupuutto uhkaa noin neljännestä. Kun luotettava arvio on pystytty tekemään noin 80000 lajista ja
2804 määritettyjä lajeja on kaikkiaan vähän alle 2 miljoonaa, edustaa lista vain alle viittä prosenttia
2805 maapallon kaikista määritetyistä eliölajeista. Maailmanlaajuiseen tilanteeseen verrattuna arviot
2806 Suomen eliöstön uhanalaisuudesta ovat mainiot, 2010 valmistunut arvio kattaa lähes puolet Suomen
2807 lajistosta. Suomen eliöstön punainen lista on verkossa osoitteessa
2808 <http://www.ymparisto.fi/punainenlista>. Lajien tila on listoissa luokiteltu seuraavasti: elinvoimaiset,
2809 silmälläpidettävät, kolme uhanalaisten lajien luokkaa (vaarantuneet, erittäin uhanalaiset,
2810 äärimmäisen uhanalaiset), hävinneet, luonnosta hävinneet ja sukupuuttoon kuolleet. Lisäksi lajin tila
2811 voi olla puutteellisesti tunnettu. Uhanalaisuuden arvioinnissa käytetään seuraavia kriteerejä: A, Lajin
2812 kanta on pienentynyt voimakkaasti viime aikoina (äärimmäisen uhanalaisilla lajeilla vähintään 80 %
2813 viimeisen kymmenen vuoden tai kolmen sukupolven aikana, erittäin uhanalaisilla lajeilla 50 % ja
2814 vaarantuneilla lajeilla 30 %). B, Lajin levinneisyys- tai esiintymisalue on pieni – äärimmäisen
2815 uhanalaisien lajien levinneisyysalue on alle 100 km², erittäin uhanalaisien lajien alle 5000 km² ja
2816 vaarantuneiden lajien alle 20000 km². C, Lajin kanta on pieni ja taantuva (äärimmäisen uhanalaisten
2817 lajien populaatioksi arvioidaan alle 250 lisääntymiskykyistä yksilöä ja kannan arvioidaan pienenevän
2818 25 % seuraavan sukupolven aikana (tai 3 vuodessa), erittäin uhanalaisten lajien populaatio on 2500
2819 lisääntymiskykyistä yksilöä ja kanta pienenee 20 % kahdessa sukupolvessa (tai 5 vuodessa) sekä
2820 vaarantuneiden lajien kanta on 10000 lisääntymiskykyistä yksilöä ja kannan arvioidaan pienenevän
2821 10 % kolmessa sukupolvessa (tai kymmenessä vuodessa)). D, Lajin populaatio on hyvin pieni –
2822 äärimmäisen uhanalaisilla lajeilla 50, erittäin uhanalaisilla lajeilla 250 ja vaarantuneilla lajeilla 1000
2823 lisääntymiskykyistä yksilöä. E, Lajin todennäköisyys hävitä luonnosta on äärimmäisen uhanalaisten
2824 lajien osalta vähintään 50 % kymmenen vuoden tai kolmen sukupolven kuluessa, erittäin uhanalaisilla
2825 lajeilla vähintään 20 % kahdenkymmenen vuoden tai viiden sukupolven aikana ja vaarantuneilla
2826 lajeilla vähintään 10 % sadassa vuodessa.

2827

2828 Kun maapallon lajistosta uhanalaisia arvellaan olevan noin neljännes, Suomessa tämä on vain joka
2829 kymmenennen eliölajin osa. Keskimääräistä selvästi suurempi osuus Suomen uhanalaisista lajeista
2830 suurissa tai näkyvissä eliöryhmissä on putkilokasveissa, jäkälissä, sammalissa, nisäkkäissä, linnuissa,
2831 matelijoissa ja sammakkoeläimissä, kaloissa ja perhosissa. Toisaalta uhanalaisia sieni-, nivelmato-,
2832 hämähäkkieläin-, kaksisiipis- (kärpäset ja hyttyset) ja pistiäislajeja on selvästi keskimääräistä
2833 vähemmän. Suomen uhanalaisista lajeista noin 36 % on metsälajeja. Lähes puolet näistä on
2834 lehtometsien lajeja, vaikka lehtometsiä on vain prosentti metsistä. Lehtometsien lajien lisäksi
2835 vanhojen metsien eliöt ovat keskimääräistä paljon uhanalaisempia. Etelä-Suomen metsien lajeissa on
2836 paljon enemmän uhanalaisia lajeja kuin Pohjois-Suomen. Tämä korreloi ennen kaikkea siihen, että
2837 Pohjois-Suomen metsistä on 15 % suojeltu kun taas Etelä-Suomessa vain vähän yli 2 %. Vanhoja
2838 metsiä on melkein pelkästään suojelualueilla. Lisäksi lehtometsiä on melkein pelkästään Etelä-
2839 Suomessa. Metsien lajien uhanalaisuuden tärkein syy on lahoppuun väheneminen. Vanhojen
2840 lahoavien puiden poistamisen lisäksi voi arvella, että tulevaisuudessa hakkuujätteen kerääminen
2841 energiantuotantoon heikentää lahoppuusta riippuvaisten lajien toimeentuloa. Lisäksi puulajiston
2842 yksipuolistuminen, metsäpellot, aiheuttaa lajiston uhanalaistumista. Myös se, että kulot ja muut
2843 metsäpalot ovat vähentyneet, vähentää lajien mahdollisuuksia menestyä, kun joidenkin lajien kehitys
2844 edellyttää näiden metsien kiertokulun varhaisvaiheiden esiintymistä. Yhtenä metsien eliölajien
2845 vähenemisen syynä on avoimien metsäbiotooppien sulkeutuminen. Tämä tarkoittaa sitä, että nuoria
2846 puuntaimia kasvaa tiheänä risukkona kaikkialla. Avoimet metsäbiotoopit rupesivat vähenemään
2847 ennen kaikkea metsälaidunnuksen loppuessa: metsissä kulkeneet lehmät, hevoset ja lampaat
2848 karsivat aiemmin vesaikkoa tehokkaasti.

2849

2850 Puolet Suomen suotyypeistä on maisematyyppinä uhanalaisia. Tämän vuoksi haluttiin tehdä
2851 soidensuojeluohjelma, joka olisi mahdollistanut arvokkaiden suotyyppien suojelun jopa
2852 pakkolunastuksen avulla. Soista on suojeltu vähiten Etelä-Suomen korpia ja lettoja. Puolet soiden

2853 uhanalaisista eliölajeista asuu letoilla. Kun melkein kaikki Etelä-Suomen maat ovat yksityismaita,
2854 vesittää soiden suojelun perustuminen vapaaehtoisuuteen täysin mahdollisuudet suunnitelmalliseen
2855 suotyypin suojeluun. Luonnontilaiset suot ovat vähentyneet erityisesti, koska niitä on ojitettu
2856 metsän kasvun lisäämiseksi (ja jossain määrin niitä on muutettu etenkin varhemmin pelloksi; suo,
2857 Jussi ja kuokka). Lisäksi turpeen otto polttoaineeksi tuhoaa soita. Tällä hetkellä turpeen otto on
2858 noussut merkittäväksi suolajiston uhanalaisuuden aiheuttajaksi. Kuten jo aiemmin toin esille, on
2859 kyseenalaista, ovatko soiden käytöstä saatavat hyödyt aiheutettujen haittojen suuruusia.

2860

2861 Vesien lajistosta uhanalaisimpia ovat virtaavien vesien eliöt, joista jopa 20 % - eli kaksinkertainen
2862 osuus verrattuna kaikkiin biotooppeihin – on uhanalaisia. Merkittävin uhanalaisuuden syy on vesien
2863 rakentaminen – mukaan lukien valuma-alueiden metsäojitukset, jotka vaikuttavat veden valumaan ja
2864 ominaisuuksiin. Nykyisin Etelä-Suomessa on tuskin lainkaan jäljellä luonnontilaisia virtaavia vesiä.
2865 Toinen merkittävä uhanalaisuutta aiheuttava tekijä on vesistön rehevöityminen ja muu saastuminen.
2866 Sekä Itämeren että makeiden vesien tilaa on käsitelty aiemmin omilla luvuissaan.

2867

2868 Rantojen eliölajeista eniten uhanalaisia on Itämeren hiekkarannoilla ja sisävesien rantaniityillä.
2869 Rantojen umpeenkasvaminen ja rantavesien rehevöityminen, jotka liittyvät toisiinsa, ovat
2870 tärkeimmät rantalajien menestymiseen vaikuttavat tekijät. Erityisesti Itämeren hiekkarannat ovat
2871 suurelta osin kasvaneet umpeen rehevöitymisen seurauksena.

2872

2873 Suomen maapinta-alasta 2 % on kallioita. Karuilla kallioilla elävät lajit tulevat nykytietämyksen
2874 mukaan kohtuullisesti toimeen, mutta kalkkikivikallioiden eliöt ovat usein uhanalaisia – yli 70 %
2875 ensisijaisesti kalkkikivikallioilla asuvista lajeista on vähintään vaarantuneita. Kalliolajeista ovat
2876 uhanalaisia erityisesti jäkälät ja sammaleet. Jäkälä on kallioiden uhanalaisista lajeista lähes puolet ja
2877 sammalia kolmannes. Kalliolajiston uhanalaisuuden merkittävin syy on kaivannaistoiminta.

2878 Kalkkikivikallioita on tuskin ollenkaan louhimattomina jäljellä. Toinen kalliolajiston uhka on ollut
2879 rakentaminen – talot perustetaan usein kallioille, mikä hävittää paikalla aiemmin kasvaneita lajeja.
2880
2881 Ihmisen muuttamat (perinne)ympäristöt ovat Suomessa luoneet elinympäristöjä suurelle joukolle
2882 lajeja. Pellot, laidunmaat, ha’at, pihapiirit, puutarhat yms. ovat yli tuhannen punaisen listan
2883 (kaikkiaan listalla on vähän yli 21000 lajia) ensisijainen elinympäristö. Sen lisäksi, että suuri joukko
2884 eliölajeja on suoranaisesti ihmisen luomaan ympäristöön sopeutuneita, monet lajit pystyvät
2885 tulemaan niillä toimeen jouduttuaan siirtymään niihin alkuperäisten ympäristöjen vähennyttyä tai
2886 hävittyä. Yksi esimerkki tästä on se, että monet lajit, jotka elivät aiemmin metsäpalojen seurauksena
2887 avoimiksi tulleilla alueilla, ovat nykyisin luonteenomaisia kulttuuriympäristöjen eliöitä. Kaiken
2888 kaikkiaan lähes kaksi tuhatta lajia asustaa ihmisen muuttamissa ympäristöissä. Ihmisen muuttamat
2889 ympäristöt ovat erityisen tärkeitä hyönteisille ja joukolle putkilokasveja. Kedot, laitumet, ha’at,
2890 tienpientareet ja radanvarret ovat monen perhosen ja muun hyönteisen elinehto. Perinneympäristön
2891 lajeista noin puolet onkin tullut uhanalaisiksi. Esimerkiksi ihmisen muuttamissa ympäristöissä
2892 asustavista vajaasta viidestäsadasta perhoslajista lähes kolmesataa lajia on uhanalaisia.
2893 Perinneympäristöjen suojeleminen onkin Suomen eliölajikirjon (biodiversiteetin) säilyttämiseksi
2894 välttämätöntä. Kaikkein suurin lajien uhanalaisuuden syy Suomessa on ympäristön sulkeutuminen –
2895 niittyjen, hakojen ja ketojen heinittyminen ja metsittyminen. Tämän vuoksi perinneympäristöjen
2896 suojeleminen ovatkin yleisiä niittyjen niittotalkoot ja pusikkojen vesomistalkoot. Perinteiset
2897 peltoympäristöt ovat muuttuneet paljon aikaisempaa huonommiksi eliölajien elämän kannalta
2898 salaojituksen yleistymisen myötä. Tämän takia ojanpientareiden rikas eliökunta on kadonnut. Lisäksi
2899 perinneympäristöt ovat vähentyneet rakentamisen vuoksi.
2900
2901 Edellä ei ole lainkaan mainittu ilmastonmuutosta, metsästystä ja kalastusta biodiversiteettiä
2902 pienentävinä tekijöinä. Tämä johtuu ennen muuta siitä, että edellä olen käsitellyt biodiversiteetin
2903 pienenemistä puhtaasti Suomen näkökulmasta. Ilmaston, metsästyksen ja kalastuksen vaikutukset

2904 biodiversiteettiin ovat paljon pienen kansallisvaltion erityispiirteitä suurempia. Suomen
2905 mittakaavassa ilmaston lämpeneminen vaikuttaa ehkä selvimmin tunturipaljakoiden eliöiden
2906 hyvinvointiin. Ilmaston lämmitessä Suomen puuraja siirtyy pohjoisemmaksi ja sekä Suomessa että
2907 maailmanlaajuisesti puuton arktinen alue pienenee niin että arktisen tundran eliöstö kärsii
2908 asuinpaikkojen puutteesta. Puuttoman tundran eliöstön katoamista on tapahtunut jo viime
2909 jääkauden jälkeen – esimerkkeinä mammutin ja villasarvikuono katoaminen. Vaikka niiden
2910 häviämisen suurin syy olikin sopivan elinympäristön pieneneminen, metsästyksellä oli katoamiseen
2911 vaikutuksensa: suuret nisäkkäät olivat kivikauden metsästäjien hienoin saalis. Metsästyksen
2912 vaikutuksen näkee myös siinä, että useimpien riistalintujen kannat Suomessa ovat pienentyneet
2913 viime vuosina huolestuttavasti. Metsästys on aiheuttanut muun muassa muuttokyyhkyn kuolemisen
2914 sukupuuttoon. Muuttokyyhky oli 1800-luvun alussa Pohjois-Amerikan yleisin lintu, jota metsästettiin
2915 innokkaasti, jotta saatiin halpaa lihaa köyhille ja orjille. Voimakas metsästys aiheutti kannan nopean
2916 romahtamisen 1800-luvun loppupuolella niin, että viimeinen muuttokyyhky kuoli Cincinnatin
2917 eläintarhassa 1914. Toinen esimerkki viime vuosisatoina pääosin metsästyksen vuoksi sukupuuttoon
2918 kuolleista linnuista on Mauritiuksendodo (drontti). Drontti oli lentokyvytön, yli 20-kiloinen lintu, jota
2919 merimiehet käyttivät ruokanaan Euroopasta Itä-Aasiaan alkaneiden merimatkojen aikana 1500-1600-
2920 luvuilla. Koska lintu oli lentokyvytön ja pelkäämätön – kasvanut pedottomassa ympäristössä – sitä oli
2921 helppo pyydystää. Tarvittiin vain airo, jolla otus nuijittiin kuoliaaksi, jotta pitkän merimatkan aikana
2922 saatiin tuoretta lihaa. Lisäksi ihmisen mukana Mauritiukselle tulleet siat, koirat ja rotat söivät drontin
2923 munia ja poikasia. Lopputuloksena oli se, että laji kuoli sukupuuttoon vain vajaat 200 vuotta sen
2924 jälkeen kun se ensimmäisen kerran kohtasi eurooppalaisia. Kaiken kaikkiaan lintuja on kuollut
2925 sukupuuttoon viime vuosisatoina satakunta, useimmat metsästyksen tuloksena.

2926

2927 Ilmaston lämpeneminen vaikuttaa monien elinympäristöjen soveltuvuuteen niissä nykyisin eläville
2928 eliöille. Yhtenä ilmastomuutoksesta vakavimmin kärsivistä lajeista tuodaan usein esiin jääkarhu,
2929 jonka toimeentulo riippuu arktisen merijään riittävydestä. Kun tämän on jo osoitettu selvästi

2930 vähenneen, jääkarhulle sopivat elinympäristöt vähenevät huimasti. Jääkarhun tavoin kaikkien
2931 tundrasta tai merijäästä riippuvaisten lajien elinympäristöt vähenevät räjähdysmäisesti. Muutokset
2932 ovat useimmiten nopeampia kuin mitä kuluu lajien geneettiseen sopeutumiseen uuteen
2933 ympäristöön. Tämä on merkittävä ongelma ei ainoastaan erityisen kylmään ja muuttumattomaan
2934 ympäristöön sopeutuneille eliöille vaan myös tropiikin lajeille. Lämpötilojen molemmissa ääripäissä
2935 eläville lajeille on tyypillistä, että ne tulevat toimeen hyvin ahtaalla lämpötila-alueella. Kylmien
2936 lämpötilojen lajien osalta koko ympäristö häviää, joten niiden selviytyminen riippuu kokonaan
2937 perinnöllisistä muutoksista elintoiminnoissa. Kun niihin on pitkäikäisillä eliöillä kulunut kymmeniä tai
2938 jopa satoja miljoonia vuosia, on sangen epätodennäköistä, että elintoimintojen perinnölliset
2939 muutokset ehtisivät tapahtua ilmastomuutokseen kuluvaan muutamassa sadassa vuodessa.
2940 Esimerkkinä pitkäaikaisesta sopeutumisesta alhaiseen lämpötilaan ovat vaikkapa jääkalat, jotka
2941 elävät etelänapamantereen lähivesillä. Niiltä on hävinnyt hapetta kuljettava hemoglobiini kokonaan,
2942 mutta niiden veriplasma pystyy kuljettamaan alhaisessa lämpötilassa elintoimintojen tarvitseman
2943 hapen. Jos lämpötila nousee, tämä ei enää ole mahdollista ja miljoonia vuosia kehittyneet,
2944 ainutlaatuiset eläimet kuolevat sukupuuttoon. Eliöt, jotka elävät lämpenevissä sisävesissä eivät pysty
2945 siirtymään kylmempiin ympäristöihin. Niiden on täten joko sopeuduttava tai kuoltava. Meikäläisistä
2946 kalalajeista esimerkkejä tästä ovat muun muassa nieriä ja made. Made kuteekin helmi-maaliskuussa
2947 veden ollessa kylmimmillään. Aikuiset nieriät puolestaan alkavat usein kuolla veden lämpötilan
2948 lähestyessä 20°C:ta. Toistaiseksi ei kunnolla tiedetä, mitkä elintoiminnot ovat niin lämpötilaherkkiä,
2949 että selviytyminen ei ole mahdollista. Korkeiden lämpötilojen lajien osalta voisi ajatella, että eihän
2950 niiden tarvitse kuin vähän siirtyä sinne, missä lämpötila on noussut lajin menestyksen kannalta
2951 optimaaliseksi. Tätä eivät useimmat eliöt kuitenkaan näytä pystyvän tekemään. Uusien ympäristöjen
2952 asuttaminen näyttää olevan paljon hitaampaa kuin ilmaston lämpenemiseen kuluva aika.
2953 Esimerkkinä tästä on se, että valtamerien korallit kärsivät merkittävästi parin asteen lämpötilan
2954 kohoamisesta, vaikka niiden aktiivisesti liikkuvien poikasvaiheiden tarvitsisi liikkua vain jonkin matkaa
2955 pohjoisemmaksi tai etelämmäksi, jotta menestyksekkäs elämä olisi mahdollista. Paljon hankalampaa

2956 kuin valtamerien tai maaympäristöjen eliöiden liikkuminen on trooppisten sisävesien lajiston
2957 siirtyminen sopivampaan lämpötilaan. Sen lisäksi, että lämpötilamuutokset vaikuttavat lajien
2958 selviytymiseen, useimmat lajit muodostuvat eri ympäristöihin perinnöllisesti sopeutuneista
2959 populaatioista. Saman lajin eri genotyyppien selviytyminen eri lämpötiloissa voi poiketa
2960 huomattavasti, minkä johdosta on mahdollista, että vaikka lajia tavataan paljon korkeammissa
2961 lämpötiloissa kuin mihin ilmastomuutos lämpötilan kohottaa, alueella esiintyvä genotyyppi ei
2962 siedäkään muutosta, minkä johdosta laji häviää alueelta, kun uusiin olosuhteisiin sopivan genotyypin
2963 tulo alueelle kestää paljon kauemmin kuin lämpötilan nousu kriittisiin lukemiin. Lauhkean
2964 vyöhykkeen eliöt sietävät lämpötilamuutoksia paljon paremmin kuin kylmien ja trooppisten alueiden
2965 lajisto. Niiden esiintymistä rajoittavat usein paljon enemmän muut ympäristömuutokset kuin
2966 lämpötilan muuttuminen. Kuitenkin suoranaisten lämpötilamuutoksien lisäksi useat muutkin
2967 ympäristömuutokset riippuvat ilmastosta, joten ilmastomuutoksen vaikutukset iskevät niihinkin.
2968
2969 Sukupuuttoon kuolleiden lajien luetteloa katsoessa näyttää selvältä, että vain joillakin saarilla elävät
2970 lajit ovat erityisen uhanalaisia – esimerkiksi sukupuuttoon kuolleita lintuja eli aiemmin
2971 Mauritiuksella, Reunionilla ym. Suppea levinneisyysalue, esimerkkinä esiintyminen vain harvoilla
2972 saarilla, onkin merkittävä sukupuuttoon kuoleminen riskitekijä.
2973
2974 Suurista nisäkkäistä sukupuuttoon kuoleminen uhkaa erityisesti kissapetoja, ihmisapinoita, joitakin
2975 antilooppilajeja, norsua, eri sarvikuonoja ja useita valaita. Sukupuuttoon kuoleminen yhtenä
2976 riskitekijänä on suuri koko. Ihminen on kautta aikojen metsästännyt erityisesti suuria eläimiä. Lisäksi
2977 suuret eläimet lisääntyvät hitaasti ja saavat vähän poikasia, joten niiden kantojen toipuminen kaikista
2978 häiriöistä on hidasta. Kun lisäksi esimerkiksi sarvikuonon sarvijauhe on Aasian markkinoilla
2979 kallisarvoista potenssilääkettä ja norsunluu on edelleen häikäilemättömien ostajien suosima
2980 ylellisyystuote, ei ole ihme, että salametsästäjät tappavat eläimiä surutta saattaen ne sukupuuton
2981 partaalle.

2982

2983 Yksi sukupuuton todennäköisyyttä lisäävä tekijä on erikoistunut ruokavalio. Jos esimerkiksi eläin

2984 käyttää vain tiettyä ravintokasvia, kasvin hävittäminen aiheuttaa myös siitä riippuvan eläimen

2985 katoamisen. Vastaavasti, jos loinen elää vain tietyissä isännissä, isäntälajin kuoleminen tuhoaa myös

2986 loisen. Mikäli lajin elämänkierto on hyvin tarkka, esimerkiksi toukkavaiheen täytyy voida elää jollakin

2987 kasvilla, sukupuuton uhka on suuri. Tämän voi rinnastaa muihin tarkkoihin

2988 elinympäristövaatimuksiin: jos olosuhteet poikkeavat niistä vähänkin, laji ei tule toimeen. Jos laji

2989 muuttaa ja sen muuttoreitti on aina sama, reitin varrella tapahtuvat muutokset heijastuvat heti

2990 eläimen selviämiseen. Merkittävänä tekijänä on myös se, millaiseksi ihminen mieltää lajin. Jos sen

2991 katsotaan olevan haitallinen, ihminen käyttää kaikkia keinoja lajin hävittämiseen. Eettiseltä kannalta

2992 tässä on tietysti se ongelma, että me määritämme lajin haitallisuuden – tuloksena ovat esimerkiksi

2993 petoviha ja käärmeiden tappaminen.

2994

2995 **12.2 Vieraslajit**

2996

2997 Viime aikoina on puhuttu paljon haitallisista vieraslajeista, jotka hävittävät alkuperäisen luonnon

2998 ekosysteemien lajeja. Uhanalaisten lajien listan lisäksi IUCN:llä on työryhmä, joka selvittää

2999 vieraslajien merkitystä. Sen kokoama tietous löytyy verkkosivulta <http://www.issg.org>. IUCN ylläpitää

3000 listaa sadasta haitallisimmasta vieraslajista. Seuraavassa käsittelem vieraslajikysymystä ensisijaisesti

3001 eettisestä ja sen lisäksi tšekäläisen ympäristön näkökulmasta. Ihminen on joko tahallaan tai

3002 vahingossa levittänyt eliöitä paikasta toiseen, kun itse on siirtynyt. Monet viimeaikaiset lajien

3003 kulkeutumiset liittyvät eurooppalaisten siirtolaisuuteen ja siirtomaavaltaan. Kun siirtolaiset lähtivät

3004 Euroopasta, he halusivat mukaansa tuttuja koristekasveja kotiseudusta muistuttamaan. Toisaalta

3005 silloin kun he palasivat takaisin, mukana kulki eliöitä, joihin he siirtomaa-alueella olivat ehtineet

3006 kiintyä. Tahallisen levittämisen lisäksi erityisesti pienet eliöt, huomaamattomat siemenet tai

3007 piileskelevät eläimet ovat kulkeneet siirtolaisten mukana tai alueiden välisessä rahdissa. Lisäksi voi

3008 käydä niin, että laji, jonka ihminen on siirtänyt, ei itse ole haitallinen, mutta sillä on loisia tai
3009 sairauksia, jotka leviävät lähisukuisiin lajeihin ja aiheuttavat niille ongelmia. Vieraslajien
3010 kulkeutumisen voisi estää vain estämällä täysin ihmisten ja rahdin liikkumisen. Lajien etsiytymistä
3011 uusille asuinsijoille ilman ihmisen vaikutusta ei pidetä vieraslajia tuovana. Vieraslajistrategian
3012 mukaan vieraslajiksi kutsutaan sellaista luontoon levinnyttä lajia, joka ei alun perin ole kuulunut
3013 ekosysteemiin eikä olisi pystynyt sinne omin neuvoin leviämään. Jos vaikkapa muuttolintu etsiytyy
3014 itseksen kaukaiselle saarelle ja hävittää siellä aikaisemmin eläneet eläimet, kyseessä onkin luonnon
3015 kiertokulun normaali ilmiö eikä haitallisen vieraslajin pääseminen alueelle. Tällaisia lajeja sanotaan
3016 tulokaslajeiksi. Ihmisen levittämien vieraslajien ja itseksen levinneiden tulokaslajien erottaminen on
3017 erityisen merkittävä Suomen lajistoa ajatellen – koska viimeisestä jääkaudesta on kulunut vain vähän
3018 yli kymmenentuhatta vuotta, eliölajit leviävät edelleen luontaisesti kohti pohjoista.
3019 Ilmastomuutoksen myötä lajien leviäminen on entisestään kiihtynyt. Tähän liittyen yhtenä
3020 kysymyksenä onkin aika, joka lajin tulosta on kulunut – kuinka pitkä aika vaaditaan, että eliö kuuluu
3021 luonnon alkuperäiseen lajistoon eikä ole tulokas?
3022
3023 Vieraslajikysymykseen liittyy myös se, että käytännöllisesti katsoen kaikki viljellyt kasvit ja
3024 tuotantoeläimet ovat oikeastaan vieraslajeja. Perunaa, riisiä ja maissia on ollut Euroopassa vain
3025 parisataa vuotta. Kirjolohi tuli Euroopan kalanviljelylaitoksille 1900-luvulla Pohjois-Amerikasta.
3026 Naudat ja lampaat eivät missään tapauksessa kuuluneet Amerikan ja Australian luontaiseen lajistoon.
3027 Jos suhtaudumme periaatteellisella tasolla vieraslajeihin negatiivisesti, eikö meidän pitäisi luopua
3028 vieraslajeista myös tuotantokasveina ja -eläiminä?
3029
3030 Vieraslajien sanotaan vähentävän luonnon monimuotoisuutta. On esimerkiksi sanottu, että vieraslajit
3031 ovat aiheuttaneet yli 40 % viimeaikaisista sukupuutoista. Tämä ehkä pitääkin paikkaansa, jos
3032 lausahdusta lievennetään siten, että todetaan vieraslajien olleen yksi osatekijä sukupuutoissa, kun
3033 ympäristönä on saari ekosysteemi. Lausahdus nimittäin yleistää Havaijin saarien eliöstöstä tehdyt

3034 havainnot maailmanlaajuisiksi. Tämä yleistys on karkea, koska Havaijilla on paljon endeemisiä (vain
3035 siellä esiintyviä) lajeja, jotka eivät voi siirtyä muualle tai joita ei voi tulla muualta korvaamaan kuollut
3036 populaatio. Saarien eliöiden kärsimisestä vieraslajien takia oli jo esimerkkinä drontin kohtalo ja
3037 joitakin muita esimerkkejä tulee myöhemmin. Mantereilla tai saarilla niiden lähellä, missä lajien
3038 leviäminen on vaivatonta, väite siitä, että vieraslajit aiheuttavat biodiversiteetin pienenemisen, ei
3039 usein ole totta. Jo lähtökohtaisesti vieraslajien ja luonnon monimuotoisuuden yhteys on outo, kun
3040 luonnon monimuotoisuudeksi hyväksytään joissakin tutkijapiireissä (ja myös Yhdysvaltojen ja EU:n
3041 virkamiesvalmistelussa) vain alkuperäisluontoon kuuluvat lajit. Tällöin esimerkiksi Suomen
3042 kulttuuriympäristöjen biologinen monimuotoisuus on hyvin pieni; vaikka ne ovat maamme
3043 lajirikkaimpia ympäristöjä, niiden eliölajisto on suurelta osin vieraslajeja. Suomen eliöstön
3044 vähenemisen uhkakuvana ei juuri koskaan ole vieraslaji, vaan yleensä jokin muu syy – punaisen listan
3045 lähes viidestä tuhannesta uhanalaisesta lajista Suomessa vain alle kahdenkymmenen uhanalaisuuden
3046 tärkeimpänä syynä pidetään vieraslajia. Tuskin ajattelemme ketoneilikan tai siilin olevan niitä
3047 kauheita vieraslajeja, jotka täytyisi heti hävittää – näin kuitenkin on. Minusta onkin parempi puhua
3048 ihmisen toimiin liittyvästä haitallisten eliölajien leviämisestä kuin leimata vieraslajit yleensä –
3049 läheskään kaikki ihmisen levittämät lajit eivät ole haitallisia. Esimerkiksi jakarandapuu on
3050 eteläamerikkalainen laji, mutta on kauniisti kukkivana puistopuuna tullut merkittäväksi osaksi
3051 esimerkiksi Etelä-Afrikan identiteettiä.

3052

3053 Vieraslajien vaikutuksesta tapahtuneesta muutoksesta yksi esimerkki on Puerto Rico Yhdysvaltojen
3054 itärannikon ulkopuolella. Ihminen hävitti aluksi sieltä puuston jokseenkin kokonaan. Viimeisten
3055 neljänsadan vuoden aikana alueelle on tullut paljon uusia puulajeja, mutta myös vanhat, varhemmin
3056 uhanalaiset, lajit ovat ruvenneet menestymään niin, että saarella on nykyisin lähes 800 puulajia
3057 alkuperäisen n. 550:n sijaan. Tämäkään ei tue lähtökohtaista ajatusta uusien lajien haitallisuudesta
3058 alkuperäisille.

3059

3060 Ihmisen on kuitenkin vaikuttanut lukuisten haitallisten tai häiritsevien lajien leviämiseen. Niitä
3061 käsittelen haittaryhmittäin, läheskään kaikkia yksittäisiä haitallisia vieraslajeja ei tule mainituiksi.
3062 Haittaryhmistä ensimmäinen on tautien leviäminen: niin kasvi- ja eläintauteja kuin ihmisen sairauksia
3063 aiheuttavat mikrobit ovat vaarallisimmillaan silloin kun ne pääsevät leviämään eliöissä, joilla ei ole
3064 ollut aiempaa kontaktia taudin aiheuttajaan. Esimerkiksi eurooppalaisten Amerikan valloitus perustui
3065 suurimmaksi osaksi siihen, että he toivat mukanaan useita sairauksia, joita intiaanit eivät olleet
3066 koskaan kohdanneet: jopa puolet intiaaneista kuoli isorokkoon, tuhkarokkon, sikotautiin,
3067 influenssaan yms. Loputkin intiaanit taistelivat sairauksien heikentäminä eurooppalaisia valloittajia
3068 vastaan. Ihmisten mukana kulkevat influenssavirukset ovat jokavuotinen esimerkki vahingollisista
3069 tulokaslajeista. AIDS on alkuperältään afrikkalainen apinoiden sairaus. Malariasääskiä kulkee
3070 lentokoneissa niin että hyttysenpistos Pariisin lentoasemalla voi tartuttaa malarian huono-onniseen
3071 matkustajaan. Rapuruton aiheuttava sieni, joka on alun perin Pohjois-Amerikasta, levisi nopeasti
3072 Euroopan sisävesissä. Suomen rapusaaliit ovat laskeneet 1900-luvun alun noin 20 miljoonasta
3073 kappaleesta neljännekseen suurelta osin pyydyksistä levinneen rapuruton vaikutuksesta. Kun
3074 rapurutto vei meikäläiset jokiravut vesistä, tilalle istutettiin monin paikoin pohjois-amerikkalaista
3075 täplärapua. Vaikka rapuruton aiheuttava sieni tarttuu myös täplärapuun, se ei yleensä ole tappava,
3076 vaan täplärapu voi toimia taudin kantajana. Erityisesti härkäsammakkojen levittämän sienitaudin
3077 arvellaan olevan yksi merkittävä sammakkojen tuhoaja maailmanlaajuisesti. Ihminen levitti
3078 sienitaudille immuunია härkäsammakkoa muun muassa sammakonreisien saamiseksi eri puolille
3079 maapalloa ja muita sammakkoja tappava sieni levisi samalla. Pohjois-Amerikasta tuodun
3080 valkohäntäkauriin (valkohäntäpeura) mukana tuli imusuonimato, joka on nyt levinnyt hirveen ja
3081 metsäpeuraan aiheuttaen näiden sairastumista.

3082

3083 Toisena merkittävänä ongelmana ovat erilaiset kasvi- ja puutuholaiset, jotka leviävät
3084 maataloustuotteiden ja puun kuljetuksen mukana. Ehkä näkyvin ihmisen mukana levinneistä
3085 kasvisairauksista on jalavia tuhoava sienisairaus, joka on lähtöisin Aasiasta, mutta 1900-luvun

3086 kuluessa on levinnyt kaikkialle Eurooppaan ja Pohjois-Amerikkaan niin, että jokseenkin kaikkialta
3087 tämä puu on katoamassa. Tauti leviää puusta puuhun ennen kaikkea mantokuoriaisten välityksellä.
3088 Lisäksi useiden tuotantokasvien kuten mansikan, perunan ja viljojen sairauksista suurin osa on
3089 vieraslajien aiheuttamia. Vieraslajien torjumisen kustannuksista suuri osa onkin kasvinsuojeluun
3090 liittyvää – eli vieraslajeja suojellaan pääosin vieraslajeja torjumalla. Useat erityisen haitalliset lajit
3091 ovat niin kutsuttuja karanteenilajeja, joihin kuuluu ennen kaikkea kasvien sieni-, bakteeri- ja
3092 virussairauksia mutta myös joitakin hyönteisiä ja muita eläimiä: näiden lajien leviämiseksi on
3093 Euroopan Yhteisössä yhteiset rajoitusmääräykset. Karanteenieläinlajeja ovat esimerkiksi peruna-
3094 ankeroinen, koloradokuoriainen ja mäntyankeroinen. Koska tuholaiset pääsevät helposti kulkemaan
3095 lentomatkaajien mukana, sekä maatalous- että puutarhatuotteiden kuljettamista paikasta toiseen on
3096 rajoitettu. Lisäksi kaikille Atlantin yli lentäville on tuttu maahantuloksymys: ”Oletteko käynyt
3097 maatilalla viimeisen kahden viikon kuluessa?”
3098
3099 Kolmas haitallisten vieräseliöiden kokonaisuus on voimakkaasti leviävät kasvit, jotka voivat tuhota
3100 aiemmin hyvin monipuolisia kasviyhteisöjä. Kurtturuusu ja jättiputket ovat päässeet erityisen
3101 haitallisiksi luokiteltujen vieraslajien joukkoon. Kurtturuusu on alun perin Japanin ja muun Kaukoidän
3102 rannikkojen laji, jota on helppohoitoisuutensa ja mm. suolankestävyytensä takia istutettu
3103 moottoriteiden keskikaistalle ja muualle teiden varteen. Lisäksi se on yleinen pensasaitojen,
3104 puutarhojen ja puistojen koristelaji. Kun kasvi kasvaa melkein missä vain, aurinkoiset hiekkarannat
3105 mukaan lukien, se voi levitä rannoille ja hävittää niiltä alkuperäiset kasvit kokonaan. Jättiputket ovat
3106 kotoisin Aasiasta (Kaukaasia ja Persia), josta niitä on levitetty muualle maailmaan koristekasveiksi.
3107 Niistä tulee jopa yli neljän metrin korkuisia ja levitessään ne hävittävät muita paikalla aiemmin
3108 kasvaneita lajeja. Erityisen harmillisia ne ovat, koska aiheuttavat ihmisille hitaasti parantuvia,
3109 palovammojen kaltaisia iho-oireita. Näiden erityisen haitallisiksi luokiteltujen lajien lisäksi muun
3110 muassa jättipalsami, joka on yksivuotinen, varjossakin selviävä, tehokkaasti leviävä laji ja lupiini ovat
3111 paikoitellen alkuperäisten kasvien kasvua hyvinkin häiritseviä. Molemmat on tuotu Suomeen

3112 kauniskukkaisina koristekasveina. Pohjois-Amerikasta kotoisin oleva vesirutto on 1800-luvun
3113 puolivälin jälkeen vallannut Euroopan rehevät vesistöt. Se tuotiin alun perin lammikoiden
3114 koristekasviksi ja sitä käytetään myös akvaarioiden viherkasvina. Kasvi leviää hyvin nopeasti ja voi
3115 aiheuttaa leviämisellään jopa sen, että kalat häviävät vesiruton tuhotessa sopivan ympäristön.
3116 Ylläolevan perusteella voikin tehdä yleistyksen, että kasvilajit, joiden on myöhemmin huomattu
3117 leviävän ympäristöön ja tulleen haitallisiksi, on tavallisesti tuotu koristekasveiksi.

3118

3119 Erityisen huomion vieraslajeina ansaitsevat lajit, jotka tappavat muita lajeja. Nisäkkäistä näitä ovat
3120 varsinkin kissa ja rotta, jotka ovat ihmisen mukana kulkeutuneet joka puolelle maapalloa. Kissa
3121 tappaa pari sataa nisäkkästä ja lintua vuodessa. Kun kissoja on jopa satoja miljoonia, niiden tappamien
3122 tasalämpöisten eläinten määrä on kymmenissä miljardeissa vuodessa – ja tähän tulevat päälle vielä
3123 kaikki matelijat, sammakkoeläimet ja kalat, jotka kissa päästää hengiltä. Ei olekaan ihme, että kissan
3124 arvellaan olevan syyppää jopa sataan sukupuuttoon viimeisen vuosituhannen aikana. Vain rotta on
3125 ollut yhtä tehokas muiden eläinten hävittäjä kuin kissa. Rotta on kotoisin Aasiasta, mistä se on
3126 levinnyt ympäri maapalloa muutaman viime vuosisadan aikana. Nykyistä rottaa edelsi Euroopassa
3127 mustarotta, jonka rotta on hävittänyt suuresta osasta mannertamme, muun muassa Suomesta. Myös
3128 se on lähtöisin Aasiasta ja levinnyt ihmisen mukana. Rotta on kaikkiruokainen ja tullut meille kaikille
3129 tutuksi viemäreiden, kaatopaikkojen ja roska-astioiden asujamistona. Rotat syövät myös linnunmunia
3130 ja lintujen ja muiden eläinten pikkupoikasia. Lisäksi ne levittävät tauteja niin ihmisiin kuin eläimiin.
3131 Rotilla asustava kirppu oli ruttobakteerin kantaja ja kirppujen puremat aiheuttivat muun muassa
3132 mustan surman (kirppu eli ennen kaikkea mustarotalla; mustan surman aikaan 1300-luvulla
3133 rotta=isorotta ei ollut vielä tullut Eurooppaan), joka aiheutti Euroopan väkiluvun pienemisen puoleen
3134 1300-luvulla. Lisäksi rotta on muun muassa salmonellan tärkein levittäjä. Muita esimerkkejä on
3135 esimerkiksi kaloissa. Nopeakasvuisen niilinahvenen levittämisen uusiin ympäristöihin ajateltiin
3136 tuovan kalastajille paljon uutta hyvää saalista. Kala on kuitenkin levitessään tuhonnut suuren joukon
3137 alkuperäisiä kirjoahvenlajeja Afrikan vesistöistä.

3138

3139 Eri tarhattujen tai ruuaksi kasvatettujen eläinten pääsy ympäristöön on yksi merkittävä vieraslajien
3140 leviämisen syy. Suomessa kaikkein suurimmaksi haitaksi ovat muodostuneet villiminkit. Minkki
3141 tuotiin Suomeen Pohjois-Amerikasta turkistarhaukseen, mikä on ollut merkittävä elinkeino erityisesti
3142 Pohjanmaalla. Minkkitarhoista pääsi joitakin eläimiä karkuun. Näin karanneiden eläinten määrä on
3143 kuitenkin ollut pieni verrattuna siihen määrään, minkä turkistarhausta vastustavat eläinaktivistit ovat
3144 päästäneet tahallaan karkuun. Vaikka suurin osa tahallaan ”vapautetuista” minkeistä joko on saatu
3145 kiinni tai kuoli, kun ei ollut tottunut itse saalistamaan, ovat villiminkit muodostaneet
3146 lisääntymiskykyisiä kantoja eri puolille Suomea. Minkin ravintoa ovat erityisesti linnut sekä niiden
3147 poikaset ja munat. Minkit syövät hyvällä ruokahalulla myös kaikkia pikkunisäkkäitä, kaloja,
3148 sammakkoja ja rapuja. Ne elävät yleensä vesistöjen lähellä. Villiminkeistä onkin muodostunut erittäin
3149 haitallinen vieraslaji, joka voi hävittää rannikon pikkusaaren koko eläimistön siirtyen sitten
3150 seuraavaan, missä tekee saman. Kun minkki on sukulaistaan vesikkoa parempi kilpailija – isompi ja
3151 aggressiivisempi – sen on arveltu olleen merkittävä tekijä vesikon katoamisessa Suomesta ja useista
3152 muista osista Eurooppaa. Lisäksi villiminkit näyttävät olevan osatekijä joidenkin vesilintujen ja
3153 sammakoiden kantojen taantumiseen. Näin eläinsuojelun nimissä turkistarhauksen vastustamisen
3154 vuoksi tehdyt minkkien vapauttamiset ovat yksi merkittävimmistä luonnoneläimiä tuhoavista teoista
3155 – onko tämä eläinsuojelua? Turkiksiin liittyvät myös kahden muun eläimen istutukset ja leviäminen.
3156 Piisami tuotiin Pohjois-Amerikasta Suomeen turkiseläimeksi. Sen kanta oli suurimmillaan 1970-
3157 luvulla, minkä jälkeen piisamien määrä on romahtanut tuntemattomasta syystä. Tämä onkin
3158 tyypillistä sekä vieras- että tulokaslajeille, aluksi niiden kanta kasvaa huimasti, mutta romahtaa sitten,
3159 kun ympäristön alkuperäinen eliöstö oppii käyttämään niitä hyväksi tai niiden loiset ja sairaudet
3160 rupeavat leviämään ylitiheissä kannoissa. Supikoira on levinnyt Suomeen kahdella tavalla. Jonkin
3161 verran sitä on karannut turkistarhoista, mutta pääasiassa leviäminen on tulosta siitä, että
3162 Neuvostoliitossa lajia istutettiin Euroopan alueen metsiin, lähimpänä Suomea Karjalaan. Supikoira on
3163 löytänyt itselleen sopivan ekolokeron ja siitä on tullut metsäjäniksen jälkeen toiseksi tärkein

3164 riistaeläin Suomessa. Alun perin tämä kaikkiruokainen mäyrän sukuinen eläinlaji on kotoisin
3165 Kaukoidän pohjoisosista. Ruokakalaksi kasvatettu kirjolohi on päässyt karkuun kalanviljelylaitoksista
3166 ja sitä on istutettu vesiin. Se on muodostanut menestyksekkäät kannat eri puolille maapalloa.
3167 Ilmeisesti Suomen vesien lämpötila on toistaiseksi liian alhainen menestyksekkäälle mädin ja
3168 poikasten kehittymiselle, kun tänne ei ole muodostunut merkittäviä luonnonvaraisia kirjolohikantoja.
3169 On mahdollista, että kirjolohen ja toisen Euroopan vesiin istutetun lohikalan, harmaanieriän,
3170 menestykseen liittyy taimenkantojen taantuminen, kun ensinmainittujen lajien
3171 vedenlaatuvaatimukset ovat vähäisemmät kuin taimenen. Kysymykseksi tulee lähinnä se, olisivatko
3172 taimenkannat taantuneet veden laadun huononemisen vuoksi yhtä paljon ilman kirjolohen ja
3173 harmaanieriän levittäytymistä. Sadan haitallisimman vieraslajin joukossa on myös maailman eniten
3174 kasvatettu kala, karppi, ja trooppisten alueiden tärkein viljelykala, tilapia, jotka viljelystä karattuaan
3175 muuttavat vesiekosysteemiä, ja vaikuttavat valtaamallaan alueella muiden eliöiden menestykseen.
3176 Kaniinia levitettiin eri puolille maapalloa riistaeläimeksi. Pahimpana vieraslajina sitä voi pitää
3177 Australiassa, missä sen kanta oli maksimissaan yli puoli miljardia yksilöä. Maksimistaan 1950-luvulla
3178 kanta on saatu pienennetyksi tautien avulla. Kaniinin leviäminen Australiassa on aiheuttanut
3179 pussieläinten merkittävää vähenemistä. Viimeisen jääkauden jälkeen laji on levinnyt Etelä-
3180 Euroopasta ja Pohjois-Afrikasta laajalti eri puolille Eurooppaa (joten se on pääosin tulokas- eikä
3181 vieraslaji). Suomessa se on vieraslaji ja Helsingin ja Turun puistojen paikoitellen tiheät kannat - joita
3182 nyt ilmeisesti virussairaus harventaa - ovat lähtöisin nopeasti lisääntyneistä, villiintyneistä
3183 kesykaniineista, joita ihmiset ovat aluksi päästäneet karkuun, kun eivät ole viitsineet hoitaa. Vaikka
3184 meillä onkin mielikuva kaniineista melkein pä vain haitallisena vieraslajina, kaniinit pitävät
3185 metsäalueet avoimina, millä on suuri positiivinen merkitys luonnon monimuotoisuuteen nykyisin kun
3186 metsälaidunnus on jokseenkin loppunut. Kaniinien merkitys avoimien metsäympäristöjen ylläpitäjinä
3187 on osoitettu niin Iso-Britanniassa kuin Ruotsissa. Sika on myös tullut haitalliseksi vieraslajiksi
3188 paikoissa, joissa kesysika on päästetty luontoon villiintymään. Villiksi päässyt sika on merkittävä
3189 ympäristöongelma Amerikassa ja Australiassa. Siat aiheuttavat eroosiota, kun kaivelevat maata, ja

3190 syövät maassa elävien lintujen munia sekä kaikkien eläinten pieniä poikasia. Ne myös pilaavat vesiä ja
3191 levittävät sairauksia, muun muassa suu- ja sorkkatautia. Villit siat pilaavat satoja sekä tappavat
3192 esimerkiksi lampaiden ja vuohien poikasia haitaten näin maataloutta.

3193

3194 Yksi tahallinen vieraslajien levittämisen syy on metsästyksen ja kalastukseen sopivien lajien
3195 saaminen uuteen ympäristöön. Näin esimerkiksi Suomeen on tuotu valkohäntäkauris
3196 (valkohäntäpeura). Alkuperäisestä seitsemästä yksilöstä niiden määrä on kasvanut tuhansiin. Vaikka
3197 laji itsessään ei näytä olevan erityisen haitallinen, se levittää hirvieläimiin imusuonimatoa, on
3198 hirvikärpäsien kantaja ja aiheuttaa suuren määrän peurakolareita vuosittain. Kun englantilaiset
3199 menivät Australiaan ja Uuteen Seelantiin, he halusivat jatkaa perhokalastusta. Alueelta puuttuivat
3200 lohen ja taimenen kaltaiset perhoon tarttuvat kalat, minkä takia eri lohikaloja, muun muassa
3201 taimenta, kirjolohta ja useita Tyynen Meren lohilajeja, on jo kaksisataa vuotta istutettu jokiin. Ne
3202 ovat aiheuttaneet joidenkin paikallisten kalojen kantojen romahtamisen, mutta tämä ei ole ollut
3203 riittävä syy istutusten lopettamiseen. Vieraslajeja on tuotu myös silloin, kun jokin näkyvä laji on
3204 metsästetty sukupuuttoon joltakin alueelta. Tällainen tilanne oli Suomessa euroopanmajavan
3205 suhteen. Se metsästettiin turkkinsa takia sukupuuttoon. Tilalle tuotiin enemmän amerikanmajavaa
3206 kuin alkuperäistä. Amerikanmajava pystyy syrjäyttämään euroopanmajavan alueilta, jossa on alun
3207 perin molempia. Tästä syystä suurin osa Suomessa nykyisin tavattavista majavista on
3208 amerikanmajavia.

3209

3210 Suomessa erittäin haitalliseksi luokitelluista vieraslajeista on käsittelemättä vielä espanjansiruetana.
3211 Tämä suurikokoinen (7-14 cm) etanalaji on kotoisin Etelä-Euroopasta ja esiintyy nykyisin luontaisesti
3212 Etelä-Ruotsiin asti. Suomeen se on levinnyt puutarhakasvien tai maa-aineksen kuljetuksen kautta –
3213 varsinkin munina. Se on haitallinen, kun se leviää hyvin nopeasti ja muodostaa tiheitä kantoja. Ne
3214 syövät kaikkea puutarhakasvustoa ja eri eläinten raatoja, muun muassa kuolleita lajitovereitaan.
3215 Raadonsyönnin takia ne ovat saaneet pelottavan ”tappajaetana” nimensä, mutta totuuden nimessä

3216 on sanottava, että jokseenkin kaikki etanat syövät raatoja. Lisäksi laji voi risteytyä aiemmin luonnossa
3217 esiintyneiden etanoiden, kuten ukkoetana, kanssa ja näin vaikuttaa luonnonvaraisten lajien
3218 esiintymiseen puhtaana.

3219

3220 Puutarhoihin ja yleensä maan muokkaukseen liittyy yksi vieraslajien siirtyminen eurooppalaisten
3221 mukana. Mehän ajattelempa lierojen olevan tärkeitä maa-aineksen parantajia. Tämä ei kuitenkaan
3222 ole Pohjois-Amerikan lähihistorian tilanne. Alueen viimeinen jääkausi vähensi lierojen runsautta
3223 ratkaisevasti, niin että sikäläisen metsämaan kasvilajien ravinteiden käyttö on täysin
3224 eurooppalaisesta poikkeavaa. Puutarhakasvien multapaakkujen mukana lieroja siirtyi ennen muuta
3225 Euroopasta mutta jonkin verran myös Aasiasta Amerikkaan, missä madot levisivät nopeasti, kun niille
3226 ei ollut lainkaan kilpailijoita. Ne muuttavat maapohjan ravinnetalouden täydellisesti. Tuloksena tästä
3227 useat kasvilajit ovat kärsineet tai jopa hävinneet Pohjois-Amerikasta.

3228

3229 Viimeiseksi varsinaiseksi vieraslajiryhmäksi voi ottaa vesien vieraslajit. Ne ovat päässeet leviämään
3230 eri syistä, joista merkittävimmät lienevät kulkeutuminen laivojen pohjaan tarttuneena tai
3231 painolastivesien mukana. Pohjaan tarttuneet eliöt lisäävät polttoaineen kulutusta ja hidastavat
3232 laivojen kulkua, minkä vuoksi ne poistetaan pesemällä tai niiden tarttuminen pyritään estämään
3233 myrkkymaaleilla. Painolastivedet otetaan vielä mukaan ilman mitään käsittelyä. (Tähän on kuitenkin
3234 lähivuosina tulossa muutos). Lähes kaikki Suomen merialueille tulleet vieraslajit (poikkeuksena
3235 hopearuutana) ovat tulleet joko laivojen pohjissa tai painolastivedessä. Sisävesiin on tuotu useita
3236 lajeja tarkoituksellisesti esimerkiksi kalastuksen tarpeisiin. Kun vesien, erityisesti merien,
3237 vieraslajeista puhutaan, on syytä muistaa, että maalajeille tyypillisiä leviämiseiteitä ei ole. Onkin
3238 lajeja, jotka esiintyvät maapallon merissä Australian lähivesistä Norjan rannikolle. Eliöiden
3239 levinneisyyttä rajoittavat suoranaisten leviämiseiteiden sijasta niiden kyky sopeutua uusiin
3240 lämpötiloihin ja muihin ympäristön ominaisuuksiin. Tämä tausta muistaen on esimerkiksi Itämereen
3241 tullut kuitenkin useita eliöitä, parikymmentä lajia, joiden leviäminen täyttää kaikki

3242 vieraslajimääritelmät. Näistä uutisissa ovat usein olleet liejutaskurapu ja villasaksirapu,
3243 vaeltajasimpukka, liejuputkimatolajit (*Marenzelleria* spp.), hopearuutana, koukkuvesikirppu ja
3244 maneetit (Amerikan kampamaneetti ja arktinen maneetti).

3245

3246 Liejutaskurapu on alun perin pohjoisamerikkalainen, pienikokoinen rapu, joka sietää suuria
3247 suolapitoisuuden vaihteluita niin aikuisena kuin poikasena. Villasaksirapu on tätä paljon suurempi,
3248 Kiinasta peräisin oleva laji, jota Euroopasta on tavattu sata vuotta. Aikuisena se tulee toimeen
3249 suolattomassa vedessä vaeltaen jopa useita satoja kilometrejä jokia ylävirtaan, mutta poikasena
3250 tarvitsee suhteellisen korkeaa suolapitoisuutta (20 promillea) kehittyäkseen. Tämä suolapitoisuus on
3251 korkeampi kuin missään Itämeren alueella, joten tänne on tullut vain aikuisia yksilöitä.

3252 Vaeltajasimpukan aiheuttamista haitoista suurin on se, että kasvaessaan kiinnittyneenä esimerkiksi
3253 rannikkojen voimalaitoksien jäähdytysvesiputkistoihin, se vaikuttaa jäähdytystehokkuuteen.

3254 Liejuputkimadot ovat tyypillisiä pohjaeläimiä, jotka vapauttavat pohjasedimenttien ravinteita ja
3255 ympäristömyrkyjä veteen. Ne ovat levinneet tehokkaasti Itämeressä tänne pääsynsä jälkeen, kun
3256 meren pohja on ollut lähes kuollut alhaisen happipitoisuuden ja ympäristömyrkyjen vuoksi;

3257 *Marenzelleria*-lajit sietävät sangen hyvin sekä vähähappisuutta että useita ympäristömyrkyjä.

3258 Hopearuutana on levinnyt Suomeen parikymmentä vuotta sitten Neuvostoliitossa – erityisesti Viron
3259 rannikolla - 1940-luvulla tehtyjen istutuksien seurauksena. Tavallisen ruutanan näköinen laji voi
3260 kasvaa parin kilon painoiseksi. Sen suurin haitta lienee se, että se pystyy lisääntymään lähes minkä
3261 tahansa särkikalan kanssa siten, että mäti on hopearuutanasta ja maiti muun lajin koiraasta. Näin
3262 ollen särkikalajien puhtaus kärsii, kun hopearuutanoita on lisääntymisalueella.

3263 Koukkuvesikirppu on lähtöisin Kaspian Mereltä. Se on suurikokoinen (peräpiikkeineen jopa 1 cm
3264 pitkä) vesikirppu. Vesikirpuille tyypillinen peräpiikki on sillä pidentynyt ja koukkumainen. Itämerellä
3265 se on täysikasvuinen vain loppukesällä lämpimän veden aikaan. Täällä siitä koitua haitta on
3266 pääasiassa kalastusverkkojen limoittuminen, mutta Pohjois-Amerikan Suurilla Järvillä se on
3267 aiheuttanut planktonyhteisöjen merkittävän muutoksen. Maneeteista vain Amerikan

3268 kampamaneetin voi varmuudella sanoa olevan vieraslaji, joka on lisäksi haitallinen. Sitä ei kuitenkaan
3269 ole löydetty Suomen vesiltä. Muutama vuosi sitten näkyvästi uutisoitu hohtavien kampamaneettien
3270 massaesiintyminen osoittautui arktisen maneen aiheuttamaksi. Tätä lajia ei luokitella haitalliseksi.
3271 Toisin kuin samannäköisillä valtamerissä elävillä meduusoilla, kampamaneeteilla ei ole polttiaissoluja.
3272
3273 Tähän asti ei kahta viime aikoina voimakkaasti levinnyttä eläintä ole mainittu – valkoposkihanhea ja
3274 merimetsoa. Tämä johtuu siitä, että ne eivät oikeastaan ole vieraslajeja. Valkoposkihanhia on suurin
3275 joukoin muuttanut osana Arcticaa Suomenlahden kautta pesimäpaikoilleen Pohjoisen Jäämeren
3276 rannoille. Laji pesi ensimmäistä kertaa Suomessa vuonna 1980. Tämän jälkeen Turkuun tuli
3277 Skanssenilta karannut pari ja Helsinkiin Korkeasaaresta karanneita pareja. Nämä aloittivat hanhi-
3278 invaasion, joka suuruus on nyt viitosen tuhatta paria. Valkoposkihanhet oleskelevat erityisesti
3279 rantojen matalassa ruohikossa ja kun niitä on paljon suurien rannikkokaupunkien rannoilla, niiden
3280 ulosteet ja aggressiivinen käytös häiritsevät suurta auringonottajien joukkoja. Pienet
3281 valkoposkihanhet eivät kuitenkaan ole läheskään yhtä aggressiivisia kuin paljon suurempi varsinainen
3282 vieraslaji, kanadanhanhi. Alun perin istutuksista peräisin olevien kanadanhanhien parimäärä on
3283 lähellä kymmentä tuhatta ja kun ne ovat vallanneet rannat ja puistot, joihin ulostavat ja joissa
3284 metelöivät, useiden ihmisten mielestä niistä on tullut merkittävä haitallinen vieraslaji. Merimetsot
3285 puolestaan palasivat sadan vuoden tauon jälkeen Suomen pesimälinnustoon 1996 – tällöin havaittiin
3286 kymmenen parin yhdyskunta. Levinnyt alalaji on sama, jota Suomen saaristossa pesineet linnut
3287 ennen katoamistaan olivat, joten vieraslajista ei voi puhua. Lisäksi *Phalacrocorax carbo sinensis*-
3288 alalajia on ollut Euroopassa useita tuhansia vuosia. Sen leviäminen Itämerelle tapahtui samaan
3289 aikaan 1500-luvulta alkaen kuin läntinen alalaji täältä hävisi. Suurin syy, miksi merimetsoon
3290 suhtaudutaan hyvin negatiivisesti, on pesivän kannan suureneminen 20000 pariin vain
3291 kahdessakymmenessä vuodessa. Ne ongelmat, joita kannan suurenemisesta tuodaan esiin, liittyvät
3292 kaikki tähän. Perimmäinen kysymys onkin, miksi merimetsot ovat lisääntyneet räjähdysmäisesti nyt.
3293 Mielestäni siihen on kaksi syytä: ensimmäinen, minkä pitäisi olla meille kaikille ilonaihe, on Itämeren

3294 puhdistuminen myrkyistä – merimetsot, hylkeet, merikotkat ja lohet lisääntyvät nyt paljon paremmin
3295 kuin myrkkujen täyttämässä Itämeressä; toinen syy on melkoisen varmasti se, että merimetsoja
3296 hyödykseen käyttävien eläinten määrä ei vielä ole noussut niin korkealle tasolle, että lajit pystyisivät
3297 rajoittamaan merimetsokantaa. Tähän on kyllä tulossa muutos, esimerkiksi Saaristomeren
3298 merikotkakanta on runsastunut huomasti ja käyttää nykyisin merimetsoja ravintonaan. Ovatko sitten
3299 merimetsojen aiheuttamat haitat niin suuria, että lintujen hävittäminen on perusteltua? Itämeren
3300 kalakantojen muutokset siten, että kalastajien kannalta hyvät lajit vähenevät, johtuu pääosin
3301 vesistöjen rehevöitymisestä ja liikakalastuksesta eikä merimetsokannan kasvusta. Kiistämättä
3302 merimetsoyhdyskunnat vaikuttavat niiden saarien puustoon ja muuhun kasvustoon, missä esiintyvät,
3303 mutta uutisoinnin perusteella jää helposti mielikuva, ettei saaristossa enää olisi muita kuin
3304 merimetsojen valkoisiksi ulostamia saaria, joissa puut eivät kasva. Kuinka tämä väite voi pitää
3305 paikkaansa, kun merimetsoyhdyskuntia on suunnilleen sadalla saarella ja Suomen rannikon
3306 saarimäärä on satatuhatta? Lisäksi on huomattava, että merimetsot pystyvät suojaamaan
3307 pesimäsaarillaan esiintyviä muita lintulajeja minkiltä. Viime aikoina onkin havaittu, että ainakin
3308 ruokkilinnut hakeutuvat pesimään saarille, joissa merimetsoja jo on.

3309

3310 **13. Ympäristön kannalta kestävä tulevaisuus**

3311

3312 Ympäristön tila määrää oman hyvinvointimme. Kun enää nykyisin luonnonvarat eivät riitä kaikkien
3313 ihmisten hyvinvointiin, ainakaan tasolla johon olemme tottuneet, ja ihmisten määrää ei voi vähentää
3314 eettisesti hyväksyttävästi, täytyy toimiemme muuttua. Mielestäni myös perinteiset kansallisvaltiot
3315 ovat ympäristön kannalta ajatellen tulleet tiensä päähän – me kansoitamme vain yhtä maapalloa,
3316 jonka pilaantuminen jossakin paikassa vaikuttaa elämään muualla. Voimmekin joutua kokemaan
3317 nykyistäkin suurempia kansainvaelluksia, joiden syynä ovat veden riittävyys, saastuminen, tulvat,
3318 aavikoituminen ja muut ympäristön tilan muutokset. Jotta niiltä voidaan välttyä, tulisi meidän pyrkiä
3319 ottamaan ympäristönäkökulma huomioon omissa toimissamme. On paljon parempi toimia silloin,

3320 kun asiat vielä ovat omissa käsissämme, kuin silloin, kun ympäristön huonontunut tila pakottaa
3321 muutokseen. Vaikka kansallisvaltioiden aika yhteisten asioiden hoidossa olisikin ohi, se ei tarkoita,
3322 että meidän pitäisi luopua identiteetistämme. Jos elämme yhdellä maapallolla, olemme suomalaisia,
3323 vaikka kaikkien tekojemme päämääränä olisikin säilyttää maapallo elinkelpoisena. Jos tämä on
3324 helpommin tehtävissä esimerkiksi harmonisoimalla verotus Euroopan tai maailmanlaajuisesti, näin
3325 tulisi tehdä unohtaen kansalliset edut: mikä lyhytnäköisesti voi olla ”kansallinen etu” voi olla pitkällä
3326 tähtäimellä haitta asuinpaikallemme. Tuskin olemme luopuneet asuinpaikkaidentiteetistämme
3327 suomalaisuuden vuoksi. Olemme kuusamolaisia, kuopiolaisia, helsinkiläisiä, turkulaisia ym, vaikka
3328 olemme myös suomalaisia ja tällä hetkellä asutamme Suomen kansallisvaltiota. Miksi emme yhtä
3329 lailla voisi olla suomalaisia, vaikka asuisimmekin Euroopan liittovaltiossa? Suomalaisuuteen kuuluu
3330 mielestäni eurooppalainen identiteetti: sukupuolten tasa-arvo, koulutuksen kunnioitus, ympäristön
3331 huomioonotto. Ilman yhteyttä laajempaan kokonaisuuteen Suomi on liian pieni, jotta sillä voisi olla
3332 mitään merkitystä – vain viisi miljoonaa maailman yli seitsemästä miljardista ihmisestä – eli alle
3333 promille. Kun emme todennäköisesti halua vetäytyä eroon muusta maapallosta, meidän täytyy
3334 tulevaisuutta ajatellen olla yhteydessä samankaltaisiin yhteiskuntiin. (Oikeastaan nykymaailmassa on
3335 vain yksi valtio, joka pyrkii siihen, ettei yhteyksiä muihin maihin ole: tuskin haluaisimme ottaa
3336 esimerkkiä Pohjois-Koreasta).

3337

3338 Kun ratkaisujemme lähtökohdan on oltava ympäristön tulevaisuus, emme voi palata takaisin
3339 ”vanhoihin hyviin aikoihin”. Silloin kaikki ratkaisut tehtiin paljon nykyistä vähemmän ympäristöä
3340 huomioon ottaen. Lisäksi kaikki tulevaisuuden ratkaisut voidaan perustaa entistä vähemmän
3341 aiemmin noudatettuihin tapoihin. Jotta uusia, ympäristö kunnolla huomioonottavia ratkaisuja
3342 osataan keksiä, on tutkimuksella ratkaiseva sija. Tämän vuoksi tämänhetkinen, melkeinpä tutkimus-
3343 ja koulutusvastainen ilmapiiri on kauhistuttava. Mistä uudet, ympäristön huomioonottavat
3344 innovaatiot tulevat, jos maan korkeakoulutus ajetaan alas niin kuin tällä hetkellä tunnutaan tekevän.
3345 Valitettavasti käytettävä rahamäärä vaikuttaa siihen, mitä voidaan saada aikaan. Samanaikaisesti kun

3346 yliopistojen vaaditaan olevan maailman huippua, niihin sijoitetun rahan määrää vähennetään
3347 huimasti unohtaen esimerkiksi se, että maailman kärkiyliopistojen kuten Massachusetts Institute of
3348 Technology (jonka opiskelijamäärä on lähellä Turun yliopiston opiskelijamäärää) budjetti on koko
3349 Suomen yliopistosektorin suuruinen. Suhteutettuna Turun yliopistoon tämä tarkoittaa, että rahaa on
3350 kymmenkertaisesti käytettävissä – ehkä se hieman lisää tuottavuutta. Toinen ongelma ympäristön
3351 tulevaisuuteen suuntautuvassa tutkimuksessa on se, että aiemmat ansiot ovat ratkaisevia
3352 tutkimusrahoituksen saamisessa: uusien tutkijoiden mahdollisuudet ovat 2000-luvulla koko ajan
3353 huonontuneet ja heitä kuitenkin tarvittaisiin, jotta uusia avauksia pystyttäisiin tekemään. Aivovienti
3354 Suomesta on viime vuosina kasvanut räjähdysmäisesti, koska nuorten tutkijoiden mahdollisuudet
3355 kotimaassa ovat vähentyneet. Pelkistetysti voisi sanoa, että me kannamme koulutuksen
3356 kustannukset, mutta emme anna mahdollisuuksia siihen, että uusia innovaatioita voisi koulutuksen
3357 jälkeen Suomessa syntyä. Kolmantena merkittävänä ongelmana on, että tutkimuksen painopisteet
3358 eivät ole tutkijayhteisöstä lähtöisin. Jos näin ei ole, todella uusien havaintojen tekeminen jää
3359 vähäiseksi – ja niitä tarvitaan, jos halutaan, että suomalainen tuotanto tulee edelläkävijäksi
3360 ympäristöalalla.
3361
3362 Suomalaiselle perinteelle on ollut vierasta olla edelläkävijä. Tämän on muututtava, jos halutaan olla
3363 kärkijoukossa ympäristöalan tulevaisuutta kehitettäessä. Ympäristötutkimuksen ja
3364 ympäristötekniikan kehittämisen rahoituksen on merkittävästi lisäännytävä. Tämä olisi
3365 mahdollista ilman lisäkustannuksia, jos nykyisiä elinkeino- maatalous- ja teollisuustukia, joiden
3366 merkitys ja hyödyt jäävät ainakin maallikolle usein epäselviksi, suunnattaisiin yksiselitteisesti
3367 ympäristöalan tutkimukseen ja tuotekehitykseen. Pitkällä tähtäyksellä suuntauksesta voisi tulla
3368 merkittävää taloudellista hyötyä, kun saavuttaisimme edelläkävijän aseman monien tuotteiden
3369 kehityksessä. Tietenkään kaikki sijoitukset eivät tuota onnistumisia, mutta sitä todella uuteen
3370 sijoittaminen on – riskinottoa; jokaista onnistumista kohti on helposti kymmenkunta hutia.
3371

3372 Sen lisäksi, että ympäristön kannalta kestävä tulevaisuus edellyttää maailmanlaajuisesti huomattavaa
3373 panostusta ympäristötutkimukseen ja ympäristötekniikan kehitykseen, myös
3374 kulutustottumuksiemme on muututtava. Ensinnäkin hankkimiemme tuotteiden pitäisi olla kaikilta
3375 osin valmistettu niin, että ne täyttävät eurooppalaiset ympäristövaatimukset. Jos kuluttajat
3376 edellyttäisivät tätä, se ohjaisi kauppaa ja valmistajia muuttamaan osto- ja tuotantotapojaan niin että
3377 teollisuuslaitoksien ympäristöystävällisyys paranisi huomattavasti. Lisäksi se vähentäisi teollisuuden
3378 siirtymistä halpatuotantomaihin, missä ympäristönormit ovat useimmiten löyhiä tai olemattomia,
3379 parantaen lähiseutujen työllisyyttä. (Ja voisi parantaa ympäristönormeja myös nykyisissä
3380 halpatuotantomaissa, kun niiden menestyksellinen kaupankäynti edellyttäisi ympäristönormien
3381 tiukentumista). Ympäristön kannalta hyödyllistä tässä olisi myös se, että tuotteiden kuljetusmatkat
3382 lyhenisivät, mikä vähentäisi polttoaineen kulutusta. Tietysti tuotteiden hintataso nousisi, mutta ehkä
3383 niiden kestoikä kasvaisi. Jos näin on, niin kustannukset säilyisivät jotakuinkin vakiona.

3384

3385 Ehkä meidän pitäisi harkita myös lemmikkieläimistä luopumista. Tämä vähentäisi tarpeetonta
3386 hiilidioksidin tuotantoa. Ravintona tulisi mahdollisuuksien mukaan käyttää vaihtolämpöisiä eläimiä –
3387 siis muita kuin nautaa, sikaa, lammasta tai broileria, kuitenkin siten, että niiden käyttö on kestäväällä
3388 pohjalla. Täten kalojen syönnissä olisi hyödyllistä siirtyä kasvatettujen eläimien käyttöön. Niiden
3389 saalistaminen kuluttaa polttoainetta paljon vähemmän kuin perinteinen kalastus, ne eivät vähennä
3390 meriluonnon monimuotoisuutta ja niiden rehuissa on viime aikoina onnistuttu lisäämään
3391 kasvipohjaisen materiaalin osuutta. Myös tasalämpöisten eläinten lihaa voi käyttää, koska lihan
3392 lisäksi eläimistä saa paljon muita tuotteita. Ympäristön kannalta siirtyminen puhtaaseen
3393 kasvissyöntiin ei ole tarpeellista/mahdollista (tietysti voi olla muita kasvissyönnin perusteita).

3394

3395 Emme voi siirtyä pelkkään luomuruokaan, koska luomuviljely ei pystyisi ruokkimaan nykyistä
3396 ihmismäärää. Tehomaataloutta tuholaismyrkkyyneen, keinolannoitteineen ja geenimuunteluineen
3397 tarvitaan, jotta ihmiskunnan ravinnontarve saadaan tyydytetyksi. Kaikessa ravinnonkäytössä pitäisi

3398 kuitenkin pyrkiä lähiruokaan, jotta ravinnon kuljetukseen kuluva polttoaineen määrä vähenisi.

3399 Tietysti tässä tulee ottaa huomioon, onko lähituotannon hiilijalanjälki pienempi kuin kaukaa

3400 kuljetetun tuotteen. Talvella Suomessa kasvatetulla kasvihuonetomaatilla se voi olla suurempi kuin

3401 Espanjasta kuljetetulla.

3402

3403 Yhtenä keinona pienentää ihmiskunnan hiilijalanjälkeä on vähentää räjähdysmäisesti kasvanutta

3404 matkailua, erityisesti lentoturismia. Ehkä meidän pitäisikin seuraavalle lomallemme vuokrata

3405 kuivakäymälällä varustettu kesämökki sen sijaan että lennämme Kanarialle. Osan työmatkoistakin

3406 voisi korvata videoneuvotteluilla. Kokonaan työmatkoista ei kuitenkaan voi luopua, koska ihmisen

3407 tapaaminen henkilökohtaisesti mahdollistaa paljon moniulotteisemman kanssakäymisen kuin

3408 videoneuvottelu.

3409

3410 Kaiken kaikkiaan mielestäni ympäristön kannalta kestävä tulevaisuus on mahdollinen ilman

3411 merkittävää luopumista tärkeiksi kokemistamme elämän piirteistä. Se kuitenkin vaatii uudenlaisia

3412 ratkaisuja useimpiin asioihin.

3413

3414 **14. Lisäluettavaa**

3415 Tekstini pohjautuu kaikkeen ympäristöalan kirjallisuuteen, jota olen nyt jo lähes puoli vuosisataa

3416 seurannut. Tämän vuoksi työn pohjana olevan yksityiskohtaisen – jopa tuhansia artikkeleita ja kirjoja

3417 käsittävän - kirjallisuusluettelon laatiminen on mahdotonta. Tällaisen sijasta jäljempänä on

3418 ehdotuksia lisäluettavaksi niille, jotka ovat kirjani eri aiheista erityisen kiinnostuneita.

3419

3420 Bonan, G. (2015). Ecological Climatology: Concepts and Applications. Cambridge University Press,

3421 Cambridge, UK.

3422 Botana, L. M., Louzao, C. ja Vilarino, N. (toim. 2015). Climate Change and Marine and Freshwater

3423 Toxins. De Gruyter, Berlin, Germany.

- 3424 Branch, T. A., Jensen, O. P., Ricard, D., Ye, Y. & Hilborn, R. 2011. Contrasting global trends in marine
3425 fishery status obtained from catches and from stock assessments. *Conservation Biology* 25, 777-786.
- 3426 Carson, R. (1962). *Äänetön Kevät*. Tammi, Helsinki.
- 3427 Davis, F.R. (2014). *Banned: A History of Pesticides and the Science of Toxicology*. Yale University
3428 Press, New Haven, Massachusetts.
- 3429 Helm, D. (2016). *Natural Capital – Valuing the Planet*. Yale University Press, New Haven,
3430 Massachusetts.
- 3431 Hochachka, P. W. ja Somero, G. N. 2002. *Biochemical Adaptation: Mechanism and Process in*
3432 *Physiological Evolution*, Oxford University Press, Oxford, UK.
- 3433 IPCC (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to*
3434 *the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Pachauri, R. K. ja
3435 Meyer, L. A. (toim.)]. IPCC, Geneva, Switzerland.
- 3436 *Kansallinen Vieraslajistrategia (2012)*. Maa- ja Metsätalousministeriö. Juvenes Print, Helsinki.
- 3437 Kauppi, P., Kenttämies, K ja Anttila, P. (toim. 1980), *Acidification in Finland*, Springer,
3438 Berlin-Heidelberg-New York.
- 3439 Lappe, F.M ja Collins, J. (2015). *World Hunger: 10 Myths*. Grove Press, New York.
- 3440 MacBride, S. (2011). *Recycling Reconsidered: The Present Failure and Future Promise of*
3441 *Environmental Action in the United States (Urban and Industrial Environments)*. MIT Press,
3442 Cambridge, Massachusetts.
- 3443 MacKay, D. J. C. (2009). *Sustainable Energy – without the Hot Air*. UIT Cambridge, Cambridge, UK.
- 3444 National Research Council (2006). *Dynamic Changes in Marine Ecosystems. Fishing, Food Webs, and*
3445 *Future Options*. National Academies Press, Washington DC.
- 3446 Newman, M. C. (2016). *Fundamentals of Ecotoxicology: The Science of Pollution*, 4th edition. CRC
3447 Press, Boca Raton, FL.
- 3448 Nikinmaa, M. (2014). *An Introduction to Aquatic Toxicology*, Elsevier - Academic Press, Waltham MA.

3449 Oikari, A. ja Soivio, A. (1977). Physiological condition of fish exposed to water containing pulp and
3450 paper industry wastes and sewage. Kirjassa: Alabaster, J. S. (toim.) Biological Monitoring of Inland
3451 Fisheries. Applied Science Publishers, London.

3452 Pauly, D., Hilborn, R. ja Branch, T. A. (2013), Fisheries: Does catch reflect abundance? *Nature*, 494,
3453 303-306.

3454 Powers, D. A., Lauerma, T., Crawford, D. ja DiMichele, L. (1991). Genetic mechanisms for adapting
3455 to a changing environment. *Annual Review of Genetics* 25, 629-659.

3456 Pörtner, H. O. ja Farrell, A. P. (2008). Ecology. Physiology and climate change. *Science*, 322, 690-692.

3457 Rogers, H. (2006). *Gone Tomorrow. The Hidden Life of Garbage.* The New Press, New York.

3458 Rossi, P., Hyvärinen, E., Juslen, A. ja Mannerkoski, I. (toim. 2010). *Suomen Lajien Uhanalaisuus 2010.*
3459 (Punainen Kirja ja Punainen Lista). Ympäristöministeriö, Suomen Ympäristökeskus, Helsinki.

3460 Sachs, J. D. (2015). *The Age of Sustainable Development.* Columbia University Press, New York.

3461 Schulte, P. M. (2015). The effects of temperature on aerobic metabolism: towards a mechanistic
3462 understanding of the responses of ectotherms to a changing environment. *The Journal of*
3463 *Experimental Biology*, 218, 1856-1866.

3464 Snoeijs Leijonmalm, P., Schubert, H. ja Radziejewska, T. (toim. 2016), *Biological Oceanography of the*
3465 *Baltic Sea*, Springer, Berlin, Germany.

3466 Turunen, S. (2015). *Valloittavat Lajit.* Into, Helsinki.

3467 Worm, B., Barbier, E. B., Beaumont, N., Duffy, J. E., Folke, C., Halpern, B. S., Jackson, J. B. C., Lotze, H.
3468 K., Micheli, F., Palumbi, S. R., Sala, E., Selkoe, K. A., Stachowicz, J. J. ja Watson, R. (2006). Impacts of
3469 biodiversity loss on ocean ecosystem services. *Science*, 314, 787-790.

3470 Vuorisalo, T. (2002). *Ympäristöekologia. Ympäristönsuojelun Ekologiset Perusteet ja Alkuperäisen*
3471 *Luonnon Suojelu.* Turun yliopisto, Turku.

3472