

Vihreä talous ja vihreät työt

Ekoinnovaatiot ja työperäiset riskitekijät

Antero Honkasalo

YMPÄRISTÖN-
SUOJELU



SUOMEN YMPÄRISTÖ 22 | 2012

Vihreä talous ja vihreät työt

Ekoinnovaatiot ja työperäiset riskitekijät

Antero Honkasalo

Helsinki 2012

YMPÄRISTÖMINISTERIÖ



Ympäristöministeriö
Miljöministeriet
Ministry of the Environment

SUOMEN YMPÄRISTÖ 22 | 2012
Ympäristöministeriö
Ympäristön suojelun osasto

Taitto: Seela Sorvari
Kansikuva: Wilma Hurskainen / YHA Kuvapankki

Julkaisu on saatavana myös internetistä:
www.ymparisto.fi/julkaisut

Edita Prima Oy, Helsinki 2012

ISBN 978-952-11-4035-8 (nid.)
ISBN 978-952-11-4036-5 (PDF)
ISSN 1238-7312 (pain.)
ISSN 1796-1637 (verkkokj.)



ESIPUHE

Ilmastopolitiikka on muuttanut ratkaisevasti ympäristöriskien hallinnan kenttää. Pelkkä päästöjen vähentäminen puhdistustekniikan ja prosessimuutosten avulla ei yksin enää riitä; tarvitaan toimia, jotka edellyttävät puuttumista kokonaisuin tekniisiin järjestelmiin ja ihmisten käyttäytymiseen sekä siihen tapaan, jolla kansalaisten aineellisten perustarpeiden tyydyttäminen on yhteiskunnassa järjestetty.

Kansainvälisessä ympäristöpolitiikassa on alettu puhua vihreästä taloudesta, vähähiilisestä taloudesta ja talouden rakennemuutoksesta. OECD on laatinut vihreän kasvun strategian. YK on kytkenyt köyhyyden vähentämisen ja vihreän kasvun toisiinsa sekä laatinut selvityksen vihreistä töistä. Toisaalta on tutkijoita ja asiantuntijoita, jotka kiistävät talouskasvun merkityksen kehitykselle ja esittävät sen sijaan ympäristöongelmien ratkaisuksi talouden tietoista supistamista.

Haasteet ovat joka tapauksessa mittavia. Jotta tarvittavat toimet ilmastomuutoksen hillitsemiseksi voitaisiin tehdä, näiden on oltava ei vain teknistaloudellisesti toteutuskelpoisia, vaan myös yhteiskunnallisesti oikeudenmukaisia. On odotettavissa, että ristiriitaiset näkemykset erityisesti erilaisten ilmastomuutoksen hillintään tarkoitettujen tekniikoiden turvallisuudesta ja siunauksellisuudesta tulevat tulevaisuudessa näyttelemään poliittisessa päätöksenteossa entistä suurempaa roolia.

Olen aikaisemmin tarkastellut ympäristöpolitiikkaa, taloutta sekä työtä raportissani ”Työ ja ekotehokkuus” (Honkasalo 2004). Tällöin en kuitenkaan pyrkinyt ennakoimaan pitemmälle tulevaisuuteen ympäristöpolitiikan ja teknologian kehitystä enkä myöskään sitä, mitkä toimet nousevat keskeisiin asemaan ja miten niitä hallitaan.

Tässä esityksessä aikajänne ulottuu vuoteen 2050 asti, jolloin ilmastopolitiikan tavoitteiden saavuttaminen edellyttäisi kehittyneissä teollisuusmaissa noin 80 prosentin päästövähennystavoitteita. Vuodesta 2050 onkin tullut aikaraja, jota kohti useimmat ympäristöpoliittiset tulevaisuudenkuvat ja skenaariot kurkottavat.

Rajaan tarkastelun sellaisiin talouden rakennemuutoksiin, joilla on merkitystä ilmastomuutoksen torjunnan kannalta sekä sellaisiin ilmastomuutoksen hillintää tehostaviin teknologioihin, joiden voidaan odottaa tulevan otetuksi käyttöön Suomessa. Pohjana tuotantorakenteen muutokselle käytän lähinnä niitä skenaarioita, joita on tehty valtioneuvoston ilmastopolitiikkaa käsittelevää tulevaisuuskatsausta varten sekä teollisuuden ja kansalaisjärjestöjen selvitykset siitä, miten Suomi voi vuonna 2050 saavuttaa ilmastopolitiikan tavoitteet. Tältä pohjalta arvioin edelleen sellaisia eri ympäristöteknologioihin liittyviä riskitekijöitä, joilla voi olla työhön ja työoloihin liittyviä kytkentöjä sekä niistä johtuvaa työn sisällön muutosta.

Kirjoittamista varten asuin 1.11.2011–30.1.2012 Beninissä Villa Karon suomalais-beniniläisessä kulttuuri-instituutissa. Tämä tarjosi mahdollisuuden kirjoitustyön ohella tutustua ruohonjuuritasolla köyhän kehitysmään ympäristöongelmiin ja niihin haasteisiin, joita vihreän talouden rakentaminen kehitysmaissa kohtaa.

Kiitän työsuojelurahastoa tämän selvityksen tekemiseen saamastani stipendistä.

Antero Honkasalo,
ympäristöneuvos

SISÄLLYS

Esipuhe	3
Sisällys	5
1 Johdanto	7
1.1 Ilmastopolitiikan tavoitteet.....	7
1.2 Luonnonvarojen riittävyys	9
2 Vihreä talous	10
2.1 Vihreä kasvu – OECD.....	10
2.2 Kestävä kasvu – EU.....	13
2.3 Vihreä talous – UNEP	15
2.3.1. Vihreät työt.....	16
2.3.2. Kehitysmaat.....	20
3 Kasvusta luopuminen	24
3.1 Kohtuutalous ja työ	26
3.2 Hidas elämä	28
4 Kansantalouden mittakaava	30
5 Taloudellinen ohjaus	34
5.1 Ekologinen verouudistus ja työ.....	35
5.2 Taloudellinen ohjaus ja luonnonvarat.....	36
6 Ekoinnovaatiot	39
6.1 Ympäristöteknologiaohjelmat.....	41
6.2 Innovaatiot ja ympäristöohjaus	42
6.3 Sosiaaliset innovaatiot ja työ	47
6.4 Ennakointi.....	48

7 Suomen kansantalous ja ympäristöriskit	53
7.1 Nykytila	53
7.2 Skenaariot	56
8 Vähähiilisten teknologioiden käyttöönoton kehitysnäkymiä	61
8.1 Energia	62
8.1.1 Energia- ja materiaalitehokkuus	62
8.1.2 Energian tuotanto.....	64
8.2 Luonnonvaroja jalostava teollisuus	75
8.2.1 Kaivos- ja metalliteollisuus	75
8.2.2 Metsäteollisuus	77
8.2.3 Jätteet luonnonvarana	79
8.3 Kulutus ja tuotejärjestelmät	83
8.3.1 Ravinto	85
8.3.2 Asuminen ja rakentaminen	87
8.3.3 Liikkuminen.....	88
8.3.4 Palvelut.....	92
8.4 Tekniikan kehitykset megatrendit	94
8.4.1 Geeniteknologia.....	94
8.4.2 Nanoteknologia.....	97
8.4.3 Tieto ja kommunikaatiotekniikka.....	101
8.4.4 Konvergoivat tekniikat	103
8.4.5 Geoengineering	105
9 Vihreä talous ja työn muutos	108
9.1 Työperäiset riskit	111
9.2 Työllisyys ja työn sisältö.....	119
9.3 Kansalaispalkka ja ilmastopolitiikka.....	122
9.4 Sosiaalinen oikeudenmukaisuus	123
10 Epävarmuudet	130
II Kirjallisuutta	133
Kuvailulehti	138
Presentationsblad	139
Documentation page	140

1 Johdanto

Ympäristöpolitiikassa voidaan nähdä pitkiä kehityskulkuja ja vaiheita. Näitä voidaan ryhmitellä seuraavasti:

- Luonnonsuojelu
- Ilmansuojelu
- Jätepolitiikka
- Yhdennetty ympäristönsuojelu (vesiin, ilmaan ja maaperään kohdistuvien päästöjen kokonaisvaltainen tarkastelu)
- Ympäristölle haitalliset kemikaalit
- Ilmastopolitiikka (hillintä ja sopeutuminen)
- Luonnon monimuotoisuuden suojelu
- Luonnonvarojen kestävä hyödyntäminen, ekosysteemi-palvelujen toimivuus

Kehitys on samalla kulkenut paikallisista alueellisiin ympäristöongelmiin ja maailmanlaajuisiin haasteisiin. Nämä kaikki kehitysvaiheet menevät osittain päällekkäin ja limittyvät toisiinsa, mutta suunta on selvä. Erillisten ilmaan, vesistöihin ja maaperään joutuvien päästöjen rajoittamisesta ollaan siirtymässä luonnonvarojen kestävään hyödyntämiseen ja resurssien säästävään käyttöön.

Vaikka päästöjä on pysytty vähentämään, niin samaan aikaan aineellisen kulutuksen jatkuvasta kasvusta on tulossa yhä keskeisempi ympäristöongelma ja megariski. Luonnonvarojen lisääntyvä kulutus on myös ilmasto- ja biodiversiteetti-ongelmien taustalla oleva yhteinen riskitekijä.

1.1

Ilmastopolitiikan tavoitteet

Ilmakehän hiilidioksidipitoisuus on tasaisesti noussut ihmisen teollisen toiminnan ja fossiilisten polttoainoiden käytön myötä. Erityisen nopeaa nousu on ollut toisen maailmansodan jälkeen. Hiilidioksidin pitoisuus on jo noussut noin 40 prosenttia. Puolet ihmisen tuottamasta hiilestä jää ilmakehään, loput varastoituvat kasveihin

ja valtameriin. Näyttää kuitenkin siltä, että hiilinielujen suhteellinen kyky poistaa hiiltä ilmakehästä olisi heikkenemässä, mikä entisestään lisää hiilidioksidin kasvua ilmakehässä.

Ilmaston lämpenemiseen ja sen vaikutuksiin liittyy paljon epävarmuustekijöitä. Ilmaston lämpenemisen hyväksyttävänä riskirajana on pidetty kahta asetta. Näin suuren lämpenemisen aiheuttavat seuraukset olisivat vielä yhteiskunnallisesti kestettävissä eivätkä muutokset ekologisissa järjestelmissä vielä olisi katastrofaalisia.

Joka tapauksessa mitä enemmän ilmasto lämpenee, sitä suuremmaksi nousevat äärimmäisten kehityskulkujen riskit, jotka edellyttävät yhteiskunnilta ja luonnonjärjestelmiltä sopeutumiskykyä ja voivat myös johtaa mittaviin taloudellisiin kustannuksiin. Uhkana on muun muassa kasvillisuusvyöhykkeiden siirtyminen ja tuhot ja merenpinnan nousu sekä monet sään ääri-ilmiöt kuten voimistuvat myrskyt, kuivuudet, tulvat ja helleaallot. Lämpeneminen saattaa myös laukaista peruuttamattomia muutoksia (mm. jäätiköiden ja ikiroudan sulaminen).

Riittävän aikaiset ja nopeat toimet vähentävät tulevaisuudessa riskeistä koituvia taloudellisia menetyksiä. YK:n ilmasatopaneelin (IPCC) mukaan maailman päästöt tulisi onnistua kääntämään laskuun vuoteen 2015 mennessä, ja vuoteen 2050 mennessä niitä pitäisi leikata vähintään 50–80%. On myös tutkijoita, jotka katsovat, että vuonna 2050 teollisuusmaissa pitäisi päästä jo nollatasoon tai sen alle. Uusimmat tutkimustulokset ovat hälyttäviä; ilmastonmuutos näyttää etenevän nopeammin kuin aikaisemmin on oletettu.

EU: yhteisestä ilmasto- ja energiapaketesta sovittiin joulukuussa 2008. Tavoitteena on vähentää kasvihuonekaasupäästöjä sekä lisätä uusiutuvan energian käyttöä ja energiatehokkuutta. EU:n tavoitteena on:

- vähentää kasvihuonekaasupäästöjä vähintään 20 prosenttia vuoden 1990 tasosta vuoteen 2020 mennessä.
- lisätä energiatehokkuutta keskimäärin 20 prosentilla peruskehitykseen verrattuna vuoteen 2020 mennessä.
- lisätä uusiutuvien energialähteiden osuutta keskimäärin 20 prosenttiin energian loppukulutuksesta.

Suomessa EU:n tavoitteet on viety osaksi ilmasto- ja energiastrategiaa (2008). Päästökauppa käsittää noin 60 prosenttia päästöistä. Vähentämistavoite päästökaupan ulkopuolisilla sektoreilla, johon kuuluvat muun muassa liikenne ja maatalous, on 16 prosenttia vuoden 2005 tasosta vuoteen 2020 mennessä. Tavoite uusiutuvan energian osuudeksi on 38 prosenttia energian loppukulutuksesta vuonna 2020. Liikenteen polttoaineissa tavoitteena on, että vuoteen 2020 mennessä näistä on oltava 20% uusiutuvaa energiaa.

Eduskunnan hyväksymä ilmasto- ja energiapoliittinen tulevaisuusselonteko jatkavat ja täydentää vuoteen 2020 ulottuvan ilmasto- ja energiastrategian linjauksia vuoteen 2050 asti. Selonteon mukaan Suomi pyrkii vähentämään päästöjään 80% vuoteen 2050 mennessä osana kansainvälistä yhteistyötä.

Ilmastonmuutoksen hillinnän ohella edessä on suunnitelmallinen sopeutuminen siihen ilmastonmuutokseen, jota ei enää voida välttää sekä kansallisella tasolla että kansainvälisenä yhteistyönä.

Luonnonvarojen riittävyys

Kansainvälinen luonnonvarapaneeli (International Resource Panel/UNEP) on arvioinut, että maailmanlaajuinen raaka-aineiden kulutus on tällä hetkellä noin 60 miljardia tonnia vuodessa. Viime vuosisadalla lisääntyi rakennusmateriaalien kulutus 34 kertaiseksi, metallien ja mineraalien 27 kertaiseksi, fossiilisten polttoaineiden 12 kertaiseksi ja biomassan 3,6 kertaiseksi. Nykyvauhdilla luonnonvarojen käyttö olisi yli 180 miljardia tonnia vuonna 2050. Eli kulutus edelleen kolminkertaistuisi. Kulutuksen kasvu on erityisen nopeaa Kiinassa ja Intiassa ja muissa nopeasti kehittyvissä maissa (UNEP 2011a).

Paneeli on tehnyt skenaarioita siitä, kuinka globaali luonnonvarojen kulutus saataisiin laskuun. On merkillepantavaa, että paneelin maltillinen skenaario, jossa teollisuusmaat puolittaisivat niiden luonnonvarakulutuksen henkeä kohti ja kehitysmaat lisääisivät omaa kulutustaan teollisuusmaiden puolittuneelle tasolle, johtaisi silti vuoteen 2050 mennessä 40 % lisäykseen globaalissa luonnonvarojen kulutuksessa.

Paneelin radikaalimmassa vaihtoehdossa vuonna 2050 luonnonvarojen kulutus olisi maailmanlaajuisesti sama kuin vuonna 2000. Henkilöä kohti se olisi kaikissa maissa sama. Tällöin siis luonnonvarojen käyttö supistuisi. Tämä tavoite tuntuu kuitenkin poliittisesti mahdottomalta. Maltillisen tavoitteenkin saavuttaminen edellyttää suuria talouden rakenteellisia muutoksia.

Tiedeyhteisö on määritellyt planetaariset rajat tai kynnyksarvot, joiden luomiin puitteisiin ihmisen talouden aine- ja energiavirrat ja niihin liittyvät päästöt tulee sopeuttaa. Olemme jo ylittäneet kynnyksarvot ainakin kolmen keskeisen muutosprosessin – ilmastonmuutoksen, luonnon monimuotoisuuden vähenemisen ja typen ravinnekierron – osalta.

Kaikkein kriittisin tekijä luonnonvarojen osalta on biomassan riittävyys. Biomassan käytössä olemme jo pahasti ylittäneet monilla alueilla luonnon kantokyvyn rajat. Ravinnon tuotannossa viljelykelpoinen maa-alue ei enää juuri ole maailman mitta-kaavassa kasvanut, fosforin kulutuksessa aletaan lähestyä tuotannon huippua ja kasteluun tarvittavasta vedestä on jatkuvasti pulaa. Monia kalakantoja uhkaa romahdus ja ilmastonmuutoksen eteneminen voi arvaamattomasti muuttaa viljelyolosuhteita. Pahan ruokakriisin puhkeaminen lähivuosina on yksi ilmeisimmistä tulevaisuuden uhkakuvista (Jokinen et al. 2011).

2 Vihreä talous

Ilmastonmuutoksen uhka, talouskriisi ja kohonneet raaka-aineiden hinnat ovat saaneet kansainväliset järjestöt ja teollisuusmaiden hallitukset pohtimaan, miten ympäristönsuojelun avulla voitaisiin elvyttää taloutta ja luoda uutta liiketoimintaa ja samalla vastata ilmastopolitiikan haasteisiin. OECD on laatinut vihreän kasvun strategian ja UNEP on julkistanut oman vihreän talouden ohjelmansa.

Samanaikaisesti on myös alettu puhua vähähiilisestä taloudesta (low-carbon economy). Tällä tarkoitetaan taloutta, joka ei perustu ratkaisevasti fossiilisten poltto-aineiden käyttöön ja jonka hiilidioksidi- ja muut ilmastomuutosta aiheuttavat päästöt ovat hyvin vähäiset ja vastaavat tavoitetasoja.

Tässä esityksessä käytän vihreää taloutta yleiskäsitteenä, joka kuvaa pyrkimystä saattaa talouden toiminta sosiaalisesti oikeudenmukaisella tavalla luonnonjärjestelmien kanto- ja sietokyvyn sallimiin puitteisiin. Se sisältää tällöin vähähiilisen talouden, mutta on käsitteenä sitä laajempi. Palaan vielä tarkemmin vihreän talouden määrittelyyn luvussa 4.

OECD hakee ympäristöongelmien ratkaisusta uutta vauhtia erityisesti kehittyneiden teollisuusmaiden hyytyneelle talouskasvulle. Näin voitaisiin yhtä aikaa saada aikaan taloudellista, työllisyys- ja ympäristöhyötyä. UNEP on enemmän keskittynyt kehitysmaiden mahdollisuuksiin taloudellisesti hyötyä ympäristönsuojelusta. Toisaalta samanaikaisesti talouskasvun kritiikkikin on elpynyt. Enää ei puhuta nollakasvusta vaan talouden tietoisesta ja suunnitelmallisesta supistamisesta tunnuksena käsite Degrowth eli kohtuutalous.

2.1

Vihreä kasvu – OECD

Ympäristönsuojelun ja talouden välisen suhteen haltuunotossa voidaan erottaa seuraavia kehitysvaiheita:

1. Saastuttaja vastaa periaate
2. Ekotehokkuusajattelu
3. Vihreä kasvu

OECD kehitti saastuttaja vastaa periaatteen jo 1970–80-luvuilla. Ajatuksena oli, että saastuttajan täytyy maksaa aiheuttamansa haitat, jotta markkinat eivät vääristyisi. Näin syntyisi myös tarve ryhtyä päästöjen torjuntatoimenpiteisiin. Periaatetta on toteutettu lähinnä hallinnollis-oikeudellisen ohjauksen avulla ja ottamalla käyttöön päästöjen puhdistustekniikoita.

Ekotehokkuusajattelu korostaa ennen kaikkea tuottavuuden merkitystä ympäristöhaittojen hallinnassa; kun vähemmästä saadaan enemmän hyötyä, niin haitatkin vähenevät ainakin suhteessa saavutettuun hyötyyn. Ekotehokkuusajattelu syntyi teollisuuden piirissä 1990-luvun alussa ja levisi sieltä osaksi virallista ympäristöpolitiikkaa.

OECD:lle vihreä kasvu merkitsee taloudellisen kasvun ja kehityksen voimistamista, siten että samalla turvataan luonnon varojen riittävyys ja ekosysteemipalvelujen saataavuus. Järjestö on vihreän kasvun strategiassaan keskittynyt siihen, miten talouspolitiikan keinoin sen jäsenmaiden hallitukset voisivat edistää talouden rakenteiden muuttumista, niin että erityisesti ilmastopolitiikan ja luonnonvarojen hupenemisen haasteisiin pystyttäisiin vastaamaan ja samalla luotaisiin uutta talouskasvua. OECD:n vihreä kasvu-ohjelma ei sisällä mitään kovin radikaaleja uusia avauksia, mutta se on sikäli merkittävä, että asettaa ympäristöhaasteisiin vastaamisen keskeiseksi talous- ja elinkeinopolitiikan tehtäväksi. Sen myötä ympäristönsuojelu on myös mukana kaikessa OECD:n toiminnassa eikä vain erillisenä omana sektorinaan.

OECD toimintaohjelman keskeinen sisältö on seuraava:

- luodaan yhteinen käsitys vihreästä kasvusta ja sen merkityksestä,
 - kehitetään käsitteellistä viitekehystä ja talouden malleja,
 - kehitetään taloudellista ohjausta ja muuta ympäristöohjausta,
 - edistetään ekoinnovaatioiden syntyä ja leviämistä,
 - poistetaan ympäristölle haitalliset tuet,
 - kehitetään indikaattoreita taloudellisen kasvun sekä ympäristöön ja työllisyyteen, hyvinvointiin liittyvien näkökohtien arvioimiseksi ja seuraamiseksi,
 - arvioidaan jäsenmaiden vihreää kasvua tukevat toimet,
 - kerätään kokemuksia ja parhaita käytäntöjä sekä levitetään niitä,
 - tuetaan OECD-maiden yhteistyötä järjestöön kuulumattomien maiden kanssa vihreää taloutta koskevissa asioissa,
 - liitetään seuranta osaksi OECD:n maa-arvioita.
-

Strategian on määrä keskittyä järjestön pääsihteerin Angel Gurrin mukaan seuraaviin tekijöihin:

- Työpaikkojen luominen ja työllistäminen,
- Globaalien ympäristöriskien yhdistäminen talouspolitiikkaan sekä ympäristön laadun huomioon ottaminen pitkän aikavälin kasvussa,
- Taloudellisen ohjauksen käyttö; hiilidioksidipäästöille tulee määrittää hinta. Jos verotaakkaa ei haluta lisätä tulee tehdä rakenteellisia muutoksia, joilla kevennetään työvoima- ja lisätään ympäristöperusteisia veroja,
- Kilpailupolitiikan yhteys ympäristöpolitiikkaan; kilpailun merkitys on keskeinen ja fossiilipohjaisen energian käytön tuet tulee poistaa,
- Kehittyvien talouksien ei ole tarpeen kokea samoja ongelmia kuin teollisuusmaiden; kehittyvien maiden suhteen tulee edesauttaa erityisesti vihreitä investointeja sekä nostaa energiatehokkuutta.

Vihreän kasvun strategian heikkoutena on, että se perustuu edelleen varsin perinteelliseen OECD:n harrastamaan talouspoliittiseen kasvuajattelutapaan, jota ei juuri problematisoida. Näin ei tehdä siitäkään huolimatta että juuri sen soveltaminen on aiheuttanut ne ongelmat, joihin nyt haetaan ratkaisua. Strategia ottaa kasvun keskeisen merkityksen taloudelle annettuna. Se ei kunnolla pohdi kasvuun liittyviä laadullisia eroja eli perustuuko se aineellisen kulutuksen kasvuun vai ei. Lähestymistapa on siten varsin tekninen; miten valtioiden tulee kehittää taloudellista ympäristöohjausta optimaalisella tavalla.

OECD vihreän kasvun strategia uskoo taloudelliseen ohjaukseen vahvasti, mutta määräyksiin suhtaudutaan suurella varauksella, vaikka niiden merkitystä ei kokonaan kielletäkään. Säätelyn roolista todetaan, että ympäristösäätely on olemassa olevan tuotantorakenteen kahlitsemaa. Kuitenkin uudistumista ja innovaatiota on mahdollista saada aikaan myös julkisen vallan harjoittamalla säätelyllä ja itse asiassa säätelyn merkitys koko ympäristöliiketoiminnan kehitykselle on ollut ja melko varmasti tulee pitkään olemaan keskeinen.

Innovaatioiden suurta merkitystä muutoksessa strategiassa korostetaan, mutta sosiaaliset innovaatiot jäävät melko vähälle huomiolle ja samalla kuluttajien rooli kysynnän synnyssä. Painopiste on ennen kaikkia teknologiassa, vaikka innovaatiota käsitteen laaja-alaisuus tuodaan esiin.

Vihreän kasvun strategian ohella OECD ja EU ovat ryhtyneet kehittämään indikaattoreita, jotka bruttokansantuotetta paremmin kuvaisivat hyvinvoinnin kasvua. Tarkasteluissa on päädytty siihen, että bruttokansantuotetta ei pidä muuttaa. Puutteistaan huolimatta se kuvaa talouden kehitystä. Sen sijaan sen rinnalle tarvitaan mittareita jotka kuvaavat hyvinvointia ja ympäristön tilaa.

Tähän asti ympäristöpoliittisissa ohjelmissa on kaiken kaikkiaan kiinnitetty melko vähän huomiota esitettyjen toimien vaikutuksesta työhön. Ohjelmista tehdyt vaikuttavuusarviot ovat käsitelleet kansantaloudellisia kustannuksia ja saavutettuja ympäristöhyötyjä sekä ehdotettujen toimien kustannustehokkuutta. Lähinnä on kansantaloudellisten mallien avulla pyritty arvioimaan ilmastopolitiikan eri vaihtoehtojen työllisyysvaikutuksia sekä selvittämällä ympäristöteknologian kehitysnäkymiä ennakoimaan koulutus- ja ammattitaitovaatimusten kehittymistä.

OECD:n vihreää kasvua koskevassa strategiassa korostetaan aikaisempaa enemmän työllisyyden merkitystä ja ympäristöliiketoiminnan kehitystä pidettään olennaisena edellytyksenä työmarkkinoiden työllisyyttä koskevien tavoitteiden saavuttamiselle. Vihreän kasvun raportti käsittelee kuitenkin edelleen työtä lähinnä työllisyyden, tulonjaon ja ammattitaitovaatimusten kautta. Strategia tuo esiin, että esitetyt toimet kasvattavat yhteiskunnallista tulonjakoa, jollei ympäristöverojen tuottoa kierrätetä alentamalla tuloveroja ja kompensoida alimpien tuloluokkien energialaskun kallistumista muilla keinoin. Vihreän kasvun strategia itse asiassa näin kannattaa ekologista verouudistusta, mutta varovaisesti ja rajatusti.

OECD:n vihreän kasvun strategia kiinnittää huomiota siihen, että ne alat jotka tuottavat noin 80 prosenttia hiilidioksidipäästöistä ja joille syntyy eniten uusia kustannuspaineita vastaavat kuitenkin OECD-maissa vain noin 8 prosentin osuutta työvoimasta. Suuretkin muutokset työllisyydessä näiden sektoreiden osuuden sisällä ovat kuitenkin melko pieniä kansantalouden tasolla.

OECD on omissa aikaisemmissa arvioissaan päätenyt siihen, että ympäristöpolitiikan vaikutukset työhön ovat olleet tähän asti vähäisiä, mutta kokonaisuudessaan työllisyyttä ja ammattitaitovaatimuksia lisääviä. Vähemmän koulutusta vaativia työtehtäviä on syntynyt lähinnä vain jätehuollon piiriin.

Jatkossa tilanne tulee kuitenkin muuttumaan. Ilmastopolitiikan tavoitteet edellyttävät niin suuria talouden rakenteen ja käytettyjen teknologioiden muutosta, että vaikutukset työhön ja työoloihin tulevat olemaan merkittäviä. Kuinka merkittäviä ne tulevat olemaan riippuu kuitenkin oleellisesti siitä, miten yhteiskunnat ja niiden taloudet sopeutuvat ilmastopolitiikan tuomiin haasteisiin ja pystyvät niistä taloudellisesti hyötymään.

2.2

Kestävä kasvu – EU

EU-komissio julkaisi maaliskuuta 2010 Eurooppa 2020 -strategian. Se on jatkoa kymmenen vuotta kestäneelle Lissabonin strategialle, jonka tavoitteena oli kehittää EU:sta "maailman kilpailukykyisin ja dynaamisin tietoon perustuva talous". Lissabonin strategiasta saatiin vaihtelevia tuloksia, eikä sen päätavoitteita pystytty saavuttamaan. Siinä painopiste oli talouden kasvussa ja työvoimapolitiikassa. Ympäristöasioiden osuus oli varsin vähäinen ja se huomioitiin lähinnä vain ilmastonmuutoksen hillinnan kautta.

Eurooppa 2020 -strategia on tarkoitettu EU:n vastaukseksi viimeaikaiseen talous- ja rahoituskriisiin. Strategian lähtökohtana ovat EU-alueen vahvuudet, kuten osaava työvoima, kehittynyt teknologia ja elinkeinorakenne sekä laajat sisämarkkinat, samoin kuin laaja yhteinen arvopohja liittyen mm. ympäristöarvojen kunnioittamiseen.

Strategia perustuu kolmeen prioriteettiin ja niihin liittyviin erillisiin lippulaivahankkeisiin, joissa määritellään EU:n ja jäsenvaltioiden toimet:

1) Älykäs kasvu.

Strategiassa todetaan, että EU:n olisi toimittava erityisen aktiivisesti kolmella alalla, joita ovat innovointi, koulutus ja elinikäinen oppiminen sekä digitaalinen yhteiskunta.

2) Kestävä kasvu

Kestävällä kasvulla pyritään rakentamaan resurssitehokas, kestävä ja kilpailukykyinen talous, hyödyntämään Euroopan johtajuutta kilpailussa uusien teollisten prosessien ja teknologioiden kehittämiseksi sekä vahvistamaan yritysten kilpailukykyä. Tämän prioriteetin kaksi tärkeintä alaa ovat EU:n kilpailukyky sekä ilmastonmuutos ja resurssitehokkuus. Kasvihuonekaasupäästöjä vähennetään siten, että hyödynnetään uusien teknologioiden tuomia mahdollisuuksia ottaa käyttöön uusiutuvia energianlähteitä, parantaa energiatehokkuutta ja turvata energian saanti. Lippulaivahankkeessa, Resurssitehokas Eurooppa tavoitteena on tukea siirtymistä vähähiiliseen talouteen ja irrottaa talouskasvu luonnonvarojen kasvavasta käytöstä.

3) Osallistuva kasvu

Tavoitteena on antaa kansalaisille uusia toimintamahdollisuuksia edistämällä työllisyyttä, panostamalla osaamiseen, torjumalla köyhyyttä ja uudistamalla työmarkkinoita.

Eurooppa 2020 -strategiassa esitetään viittä määrällistä yleistavoitetta:

- 20–64-vuotiaiden työllisyysaste nostetaan vähintään 75 prosenttiin.
 - T&K:hon tehtävien investointien määrää lisätään 3 prosenttiin Bkt:stä.
 - 20–20–20-ilmasto/energiatavoitteet saavutetaan: kasvihuonekaasupäästöjä vähennetään 20 prosenttia vuoden 1990 tasosta, uusiutuvan energian määrä nostetaan 20 prosenttiin kaikesta energian kulutuksesta ja energiatehokkuutta parannetaan 20 prosenttia.
 - Koulunkäynnin keskeyttävien osuutta supistetaan 10 prosenttiin, ja 40 prosenttia väestöstä (iältään 30–34 vuotta) suorittaa korkea-asteen tutkinnon vuonna 2020.
 - Kansallisen köyhyysrajan alapuolella elävien EU:n kansalaisten määrää vähennetään 25 prosenttia.
-

Ohjelma muistuttaa edelleen paljon vanhaa Lissabonin strategiaa. Siinä on kuitenkin otettu voimakkaammin mukaan ilmastokysymykset ja resurssitehokkuus. Sen toteuttamista on myös tarkoitettu tarkemmin seurata ja valvoa.

2020-strategia muistuttaa myös jossakin määrin OECD:n vihreän kasvun strategiaa. Siinä on kuitenkin paremmin huomioitu resurssitehokkuuden merkitys ja

sosiaaliset tekijät. Toisaalta sekin suhtautuu edelleen varsin vähän problematisoiden jatkuvan taloudellisen kasvun siunauksellisuuteen.

2.3

Vihreä talous – UNEP

Kestävä kehitys on aatteellisella tasolla ollut menestystarina, mutta poliittisena prosessissa se ei ole edennyt odotetulla tavalla. Osittain tämä johtuu kestävän kehityksen agendan laajuudesta; se kattaa koko yhteiskunnan. Se on niin rajaton, ettei sillä lopulta ole mitään omaa. Edellä mainittu ”kestävä kasvu” tai talouspoliittisessa keskustelussa käytetty käsite ”julkisen talouden kestävyysvaje” ovat eräitä esimerkkejä siitä, kuinka laajalle kestävyuden käsite on ehtinyt levitä.

EU ja OECD ovatkin ilmeisesti luopumasta erillisestä kestävän kehityksen prosessistaan. YK:n kestävän kehityksen toimikunta (CSD) on sekin vaikeuksissa; kevään 2011 kokous päättyi täydelliseen umpikujaan. Mitään ei pystytty päättämään, eikä tämä ollut ensimmäinen kerta.

YK:n piirissä on alettu hakea uutta puhtia kestävän kehityksen prosesseihin. Vastusta ongelmiin on haettu vihreästä taloudesta yhdistämällä se köyhyyden poistamiseen, joka on seuraavan kestävän kehityksen huippukokouksen teema. Tämä kokous RIO20+ pidetään kesäkuussa vuonna 2012.

YK:n pääsihteerin asettama korkean tason maailmanlaajuinen kestävän kehityksen paneeli on sekin raportissaan (2012) käsittelyt vihreää taloutta ja köyhyyden poistamista. Se korostaa koulutuksen, työnsaantimahdollisuuksien, taloudellisten ohjauskeinojen ja finanssipolitiikan merkitystä, kun pyritään yhdessä ratkomaan köyhyyden ja ympäristön ongelmia. Raportti kiinnittää myös erityistä huomiota naisten asemaan.

YK:n ympäristöohjelma (UNEP) on kehittänyt yhteistyössä muiden YK:n organisaatioiden, tutkimuslaitosten, asiantuntijaryhmien, elinkeinoelämän ja ympäristöjärjestöjen asiantuntijoiden kanssa vihreän talouden aloitteen. Vihreät investoinnit ja liiketoiminta nähdään keinoina, joilla pystytään hillitsemään ilmastonmuutosta, säästämään luonnonvaroja ja takaamaan ekosysteemipalvelujen toimivuus tuleville sukupolville sekä samalla luomaan lisää työpaikkoja ja vähentämään köyhyyttä. Tavoitteena on saada ennen kaikkea kehitysmaat uskomaan, että niidenkin kannattaa panostaa vihreää talouteen ja etsiä keinoja, joille ne voivat kestäväällä tavalla hyödyntää omia luonnonvarojaan.

Vihreälle taloudelle annetaan laajahko määritelmä (UNEP 2011b). Se parantaa ihmisten hyvinvointia ja oikeudenmukaisuutta vähentäen merkittävästi ympäristöriskejä ja ekologista niukkuutta. Näin se pitää sisällään kestävän kehityksen taloudellisen, sosiaalisen ja ympäristöulottuvuuden.

Vihreää taloutta koskevan aloitteen tarkoituksena on tukea hallituksia taloutensa vihreän rakennemuutoksen toteuttamisessa. Tämä tapahtuu uudistamalla hallintoa ja politiikkatoimia ja kohdentamalla pääomia vihreän talouteen. Avainsektoreita ovat maatalous, rakentaminen, energia, kalastus, metsät, teollisuustuotanto, turismi, liikenne, vesi ja jätehuolto.

Monet sijoittajat karttavat kaikkein köyhimpiä maita, koska ne katsovat, että riskit näissä maissa ovat suuret verrattuna saataviin tuottoihin. Teollisuus vaatii toiminal-

leen maan infrastruktuurilta, lainsäädännöltä, työvoiman koulutustasolta ja yhteiskunnan toimivuudelta riittävää perustasoa. Köyhissäkin maissa lainsäädäntö voi olla olemassa, mutta sitä ei ole kunnolla pantu täytäntöön. Syynä vähäisiin ulkomaisiin sijoituksiin voi myös yksinkertaisesti olla kehitysmaan puutteellinen kyky hankkia tietoa ja keinoja, joilla voidaan saada rahoitusta kansainvälisiin hankkeisiin.

Edelleen kysymys on tietenkin myös ostovoimasta. Toisaalla köyhiä on yhteensä paljon ja tätä kautta syntyy myös kannattavia markkinoita. Kännyköiden valmistajat ovat painalla kustannukset hyvin alas ja tuottamalla kehitysmailhin tarkoitettuja halpoja puhelimia, pystyneet myymään kännyköitä myös kaikkein köyhimpien maiden kansalaisille. Köyhimpien ihmisten kylistä ei ehkä löydy kunnollista kaivoa, niihin ei tule tietä eikä sähköä, mutta kännykät ovat silti löytäneet sinne tiensä. Afrikassa on jo yli 600 miljoonaa kännykkää eli enemmän kuin Euroopassa tai Yhdysvalloissa. Monet omistavat useamman kännykän.

UNEP on Vihreän talouden raportissaan (2011b) laskenut, että investoimalla vuosittain 2 % globaalista Bkt:stä kymmenen edellä esitetyn keskeisen talouden sektorin viherryttämiseen vuoteen 2050 mennessä, voidaan tehostaa talouskasvua niin että ympäristöhaitat pienenevät ja ekosysteemipalvelujen tuotto kyky säilyy.

Nämä investoinnit tukisivat sekä väestön perustarpeiden tyydyttämistä että köyhyyden poistamista. Lisäksi ne loisivat työpaikkoja, jotka ovat kestäväällä pohjalla. Määrällisten tavoitteiden asettaminen vihreille investoinneille antaisi elinkeinoelämälle luottamusta sijoittaa. Luottamusta ja ennakoitavuutta tarvitaan investointi- ja tuotekehityspäätösten tekemiseksi.

2.3.1

Vihreät työt

UNEP on myös julkaissut laajan työvoimapolitiittisen katsauksen Green jobs (2008), jossa tarkastellaan vihreän talouden mahdollisuuksia luoda uusia työpaikkoja eri toimialoilla. Näkymiä pidetään erittäin lupaavina.

UNEPin vihreän työn määritelmän mukaan vihreitä ovat kaikki ne työt, joilla vaikutetaan ympäristön laatua parantavasti. Tämä käsittää niin ekosysteemien ja biodiversiteetin suojelun, energian käytön tehostamisen, materiaalitehokkuuden kuin ilmastomuutoksen hillinnän sekä päästöjen ja jätteiden vähentämisen. Vihreä työ ei tarkoita töitä, jotka niiden työn luonteen perusteella voitaisiin luokitella vihreiksi, vaan kaikkea työtä, jota suoritetaan ympäristöongelmien ratkaisemiseksi.

Sama työ voi siten muuttua vihreäksi, kun valmistettava tuote muuttuu. Näin jos konepaja tuottaa aurinkovoimaloita metallimiehen työ on vihreää, mutta jos se tuottaa osia autoihin se ei enää sitä ole, elleivät nämä osat ole ympäristöteknologiaa.

Vihreän työn määrittää pääasiassa siten tuotettavat tuotteet ja palvelut ei niinkään itse työsuoritus. Sekin toki voidaan tehdä entistä enemmän ympäristöä säästävästi. Vihreän työn tulee luonnollisesti kattaa myös tämän ulottuvuuden.

Vihreän työn laajan määritelmän ongelmana on, että se saattaa tarjota mahdollisuuksia viherpesuun; kaikki vähänkin vihreä käy vihreästä työstä. Toinen mahdollisuus olisi määritellä vihreiksi töiksi vain ne, joita suoritetaan aloilla, joiden nimenomaisena tarkoituksena on tuottaa ympäristöä säästäviä tuotteita ja palveluja. Tämänkin rajan vetäminen on hankalaa, mutta ei niin epämääräistä kuin UNEPIN laajassa määritelmässä.

Johdonmukaisempaa olisi vain puhua ympäristöliiketoiminnan piiriin syntyvistä työpaikoista. Tosin samalla vihreiden työpaikkojen määrä jää vähäisemmäksi ja varmasti ainakin osittain tästä syystä UNEP on päättänyt laajaan määritelmään. Se haluaa osoittaa kuinka edullista työllisyyden kannalta talouden vihreä rakennemuutos on. Laaja määritelmä tekee kuitenkin vihreiden työpaikkojen määrän ja niiden kasvunäkymien arvioinnin hankalaksi. Toisaalta voidaan kysyä tarvitaanko koko vihreän työn käsitettä, jos kaikilla aloilla täytyy tapahtua muutosta. Se kuitenkin on jo laajalti käytössä erityisesti Yhdysvalloissa, joissa presidentti Obama on voimakkaasti pyrkinyt vähentämään työttömyyttä vihreiden työpaikkojen luomisen avulla.

Kuten edellä on jo todettu, ympäristöpolitiikka ei juuri ole tähän asti käsitellyt työtä kuin työllisyysvaikutusten kautta. On laskettu toimien vaikutusta työllisyyteen tai yritetty kerta toisensa jälkeen osoittaa sekä poliittisille päättäjille että teollisuudelle ja sen työntekijöille, että ympäristön suojelu luo mahdollisuuksia uudelle liiketoiminnalle ja sitä kautta myös uusille työpaikoille. Hyvin vähän on kuitenkin tarkastelu, miten työtehtävät, työorganisaatiot ja työn sisältö sekä arvostus muuttuvat, vaikka uudelleen koulutuksen tarpeisiin onkin kiinnitetty huomiota.

Tämä koskee myös UNEPin Green Jobs raporttia; raportti kiinnittää jälleen paljon huomiota työllisyysvaikutuksiin ja uudelleen koulutustarpeisiin. Se tuo esiin, että vihreisiin töihin voi liittyä työsuojeluongelmia, mutta ei sisällä yksityiskohtaista kuvausta työperäisistä riskeistä. Raportti korostaa kuitenkin vihreiden töiden sosiaalista puolta; niiden on oltava "decent jobs" eli myös palkan, työolojen, työntekijöiden oikeuksien, turvallisuuden, tasa-arvon ja inhimillisen arvokkuuden osalta hyviä töitä. Vihreän talouden nähdään mahdollistavan ratkaista yhtä aikaa ympäristösuojeluun ja työhön liittyvät ongelmat.

Työntekijöiden oikeudet ovat keskeisesti esillä myös kansainvälisen työjärjestön ILO:n Vihreän työn -ohjelmassa (2009). Tämän mukaan vihreät työt voivat tuoda työmarkkinoiden heikoille ryhmille kuten nuorille, naisille ja köyhille työpaikkoja, mutta näiden on oltava ihmisarvoisia.

ILO luettelee vihreälle työn ohjelmalle kuusi prioriteettia:

- Työllisyyden ja työmarkkinoiden analysointi
- Käytännönläheiset ratkaisut yritysten viherryttämiseksi
- Vihreät työpaikat jätehuollossa ja kierrätyksessä
- Uusiutuva energia ja energiatehokkuus
- Oikeudenmukainen siirtyminen vihreään talouteen ja kestävään yhteiskuntaan
- Sopeutuminen ilmastonmuutokseen

Vihreän työn raportteja on ilmestynyt useita muitakin. Näiden raporttien sanoma on hyvin samankaltainen; pyritään ennakoinnin, hyvien esimerkkien ja tilastojen avulla osoittamaan, että vihreistä työpaikoista on tulossa keskeinen kansantalouden ala, ja että vihreään talouteen kannattaa siksi panostaa. Suurin osa keskittyy siten arvioimaan vihreään talouteen liittyviä uusia työllisyysnäkömiä, rahoitusta sekä työmarkkinoiden sopeuttamistarvetta.

Vihreitä töitä voidaan tarkastella myös siitä näkökulmasta kuinka hyvin itse työsuorituksessa, työtehtävissä ja organisaatiossa on otettu huomioon ympäristöasiat.

Kaikissa suomalaisissa yrityksissä, joiden toiminnasta syntyy merkittäviä ympäristöhaittoja ovat käytössä ympäristöjärjestelmät. Nämä ovat ennen kaikkea yritysten johdon työkaluja. Yritys selvittää ympäristövaikutuksensa, laatii itselleen ympäristöpolitiikan ja siihen perustuvan toimintaohjelman, jota se ryhtyy toteuttamaan. Toteuttamista seurataan ja ryhdytään tarvittaviin korjaaviin toimenpiteisiin. Periaatteena on avoin viestintä yrityksen ympäristöasioista ja toiminnan jatkuva parantaminen.

Ympäristöjärjestelmät perustuvat vapaaehtoisuuteen ja yritys voi räätälöidä niiden tavoitteet ja toimintaohjelman omista tarpeistaan käsin. Todennetuissa järjestelmissä ulkopuolinen taho varmentaa, että järjestelmä täyttää standardin tai EU:n asetuksen vaatimukset.

Toimistotyötä varten on kehitetty WWF:n toimesta yksinkertaisempi "Green Office"-järjestelmä, jonka avulla toimistotyön ympäristöasiat saadaan hallintaan. Huomion kohteena ovat työtehtävien lisäksi toimitilat ja matkustaminen. Pienyrityksille on myös kehitetty erilaisia yksinkertaisia niille sopivia järjestelmiä.

Ympäristöjärjestelmien päähuomion kohteena ovat olleet yrityksen päästöt ja jätteet. Niistä helposti muodostuu oma erillinen toimintalohkonsa, ellei johdonmukaisesti laajenneta niiden toimintakenttää käsittämään yrityksen kaikki toiminnat ja työtehtävät. Joka tapauksessa ne ovat tähän asti olleet tärkein väline, joilla työtehtäviä on kehitetty niin, että niissä huomioidaan ympäristövaikutukset.

Sosiologian ja työpsykologian piirissä on viime vuosina alettu puhua kestävästä työstä ja työjärjestelmistä (Svensson et al. 2007, Dogherty et al. 2009, Kasvio ja Räikkönen 2010, Kira 2010). Taustalla on ympäristöasioiden merkityksen kasvun ohella myös työelämän kehitystrendit. Tavoitteena on löytää käytäntöjä, jotka auttavat yhtä aikaa ratkaisemaan ympäristö- ja työelämän ongelmia saman kokonaisuuden osina.

Työsuojelun kannalta työn kehitys on ollut ristiriitaista. Vaikka työtapaturmatiheys on laskenut ja fyysinen raskas työ vähentynyt, johtamiskäytännöt demokratisoituneet ja työterveyshuollon saatavuus parantunut, niin työn intensiivisyys on samalla kasvanut ja sen myötä liiallinen tai yksipuolinen kuormitus ja niiden aiheuttamat työterveysongelmat sekä työntekijöiden loppuun palaminen. Työtehtävät ovat muuttuneet myös monimutkaisemmiksi, vaativimmiksi ja niiden rajat ja vastuu- ja johtosuhteet epäselvemmiksi. Yksipuolinen voitontavoittelu on usein jyrännyt alleen työpaikoilla muut arvot ja päämäärät ja luonut kiristynyttä kilpailua. Työttömyyden uhka on kasvanut ja varsinkin nuorilla on vaikea löytää muuta kuin lyhytkestoisia työsuhteita. Työelämän ei siten läntisissä teollisuusmaissa kaikesta myönteisistäkin kehityksestä huolimatta voida katsoa olevan kestäväällä pohjalla eikä se edelleenkaan tarjoa työntekijöille riittävästi mahdollisuuksia kehittyä työssä ja käyttää omia voimavarojaan heidän hyvinvointinsa takaavalla tavalla.

Työterveyslaitoksen tutkijoiden Antti Kasvion ja Timo Räikkönen (2010) mukaan edessä olevat ympäristökriisin ratkaisemiseksi tarvittavat talouden rakennemuutokset tulevat olemaan niin suuria, että kestävä kehitys on otettava myös työelämän kehittämisen keskeiseksi päämääräksi. Työelämän kannalta on tärkeää tarkastella kaikkia kestävä kehityksen eri ulottuvuuksia ja niiden välisiä vuorovaikutussuhteita. He jaottelevat kestäväälle työlle ekologisen, taloudellisen, inhimillisen ja sosiaalisen ulottuvuuden. Kestävä työntulee olla kestäväällä pohjalla kaikkien näiden osalta.

Työntekijät voivat omalla toiminnallaan vaikuttaa siihen, että yritys ottaa huomioon ympäristöasiat ja miten se niihin suhtautuu. Ympäristöasioiden hyvä hoito auttaa myös taloudellisen kestävyuden saavuttamista. Inhimillinen ulottuvuus puoles-

taan toteutuu jos työ on mielekästä ja turvallista. Sosiaalinen ulottuvuus puolestaan edellyttää organisaatiolta oikeudenmukaisuutta ja tasapuolisuutta työntekijöiden kohtelussa. Organisaatioiden tulee antaa työntekijöille mahdollisuuksia vaikuttaa omiin työoloihin ja siihen, miten kestävää työelämää toteutetaan. Kestävä työ on näin käsitteenä laajempi kuin vihreä työ, joka painottaa ennen kaikkea työn ekologista kestävyyttä. Se pyrkii myös huomioimaan kaikki työhön liittyvät sidosryhmät ja näistä syntyvät verkostot.

Kestävässä työssä painottuu erityisesti työn sosiaalinen ulottuvuus. Ympäristöasiat ovat mukana, mutta usein kuitenkin lähinnä taustalla osana kestävää kehitystä. Joka tapauksessa työelämän tutkimuksen alueella selväsi haetaan ja kehitetään käsitteitä ja malleja, joilla voidaan ottaa yhtä aikaa huomioon kestävä kehityksen kaikki ulottuvuudet.

Ympäristöpoliittisissa asiakirjoissa on käytetty myös jakoa ruskeaan ja vihreään teollisuuteen ja töihin. Tämä jako on mielestäni ongelmallinen. Tarkoitushan ei ole vain luoda vihreää teollisuutta, vaan saada kaikki alat vähentämään ympäristökuormitustaan. Itse asiassa kaikilla tärkeimmillä teollisuuden aloilla ympäristötekijöillä on jo nyt tai on nähtävissä kasvavaa merkitystä (GHK 2007).

Tuoteketjuissa, joita tarvitaan esimerkiksi uusiutuvien energialähteiden hyödyntämiseen, on monenlaista enemmän tai vähemmän vihreää tuotantoa mukana ja useimmiten ainakin jossakin määrin sen ekologien jalanjälki sisältää myös fossiilisten polttoaineiden päästöjen aiheuttamia ympäristövaikutuksia. Metsien puuenergiaa ei voi tuottaa vain puusin laittein. Teräs- ja sementtiteollisuus toimittaa raskaita rakenteita tuulivoimateollisuudelle ja aurinkoenergian sekä vuorovesien energian talteenottoon.

ILO puhuukin näkymättömistä vihreistä työpaikoista. Näillä tarkoitetaan töitä, jotka ovat välttämättömiä ympäristöä säästävien tuotteiden ja palvelujen sekä tuotannon aikaansaamiseksi, mutta jotka vaikuttavat taustalla ja välillisesti vihreän talouden syntyyn.

Keskustelu vihreistä työpaikoista ratkaisuna työllisyysongelmiin on myös nostanut epäluuloa ja kritiikkiä kansantaloustieteilijöiden ja työsuojelun piirissä. On kaivettu esiin esimerkkejä, siitä miten vihreissä työpaikoissa on tapahtunut vakavia onnettomuuksia ja sairastumisia työsuojelupuutteiden takia. Erityisesti tämä koskee jätehuoltoa. On myös esitetty, että vihreiden töiden työllisyysvaikutuksia kuvaavissa selvityksissä on pahoja puutteita, ja että taloudelliset panokset vihreisiin työpaikkoihin voivat osoittautua kansantaloudellisesti kalliiksi. Näihin sijoitetuille pääomille olisi löydettävissä kannattavampiakin ja enemmän työllistäviä kohteita ja että voimakkaalla yhteiskunnan tuella luodut kannattamattomat vihreät työpaikat eivät lopulta edistä ympäristönsuojeluakaan (Gulen 2010). On katsottu, että tukia ohjautuu töille, jotka eivät ole vihreitä ja on myös muistutettu, että ylimitoitettuihin työllisyysarvioihin liittyvät omat vaaransa. Jos panostaminen ympäristöteknologian kehittämiseen ei tuokaan luvattuja työpaikkoja, tämä voi vähentää poliitikkojen kiinnostusta rahoittaa näitä hankkeita ja näin ympäristönsuojelukin kärsii.

Yhdysvaltojen kansallisen työsuojelu- ja terveyslaitoksen (NIOSH) järjestämässä työpajassa (2009) pohdittiin vihreisiin töihin liittyviä työsuojeluongelmia. Näille löydettiin seuraavia syitä:

- vihreän teknologian hankkeiden kiireellinen läpivienti; turvallisuuskysymyksiin ei ehditä kiinnittää huomiota,
- monet työt ovat samoja kuin ennen ja siten riskitkin samoja,
- ympäristötavoitteiden suurempi painoarvo julkisessa keskustelussa; työelämän riskit jäävät jalkoihin,
- pelko, että työperäisistä riskeistä puhuminen tahraa puhdasta teknologiaa,
- johtamisen puutteet,
- tiedonpuutteet.

Lisäksi korostettiin, että vihreät työt eivät voi olla todella vihreitä, jos niihin liittyy työympäristöhaittoja. Erityisesti kuitenkin kannettiin huolta siitä, että ympäristöhankkeita kehitetään vain ympäristöriskien näkökulmasta, ja näin muut riskitekijät jäävät huomiotta ja tulevat esiin vasta kun uutta ympäristöteknologiaa aletaan ottaa käytäntöön.

Vastaavan laista huolta ilmastopolitiikan liian keskeisestä asemasta on noussut esiin myös muun ympäristöpolitiikan piirissä. Ilmastonmuutoksen torjunnasta on tullut niin tärkeä poliittinen tavoite, että on alettu pelätä, että sen torjuntakeinojen aiheuttamia muita haitallisia ympäristövaikutuksia ei selvitetä, kun huomio on keskittynyt vain hiilidioksidipäästöihin. Erityisesti tämä koskee luonnon monimuotoisuuden suojelua ja vesiensuojelua. Ilmastopolitiikan ja muun ympäristönsuojelun tavoitteet eivät aina välttämättä kohtaa.

2.3.2

Kehitysmaat

UNEP:in vihreä talouden aloite on ainakin osittain nähtävä vastauksessa siihen epäluuloon, jotta kehitysmaat ovat tunteneet ylipäättänsä ympäristönsuojelua kohtaan. Ne katsovat sen vaarantavan omaa talouskasvuun. Ne näkevät ympäristövaatimukset helposti eräänlaisena uutena vihreänä protektionismina tai vielä pahempaa uutena kolonialismin salakavalana muotona. Kehitysmaat pakotetaan ympäristönsuojelun nimissä hankkimaan läntistä teknologiaa, jotta niiden tuotteet voisivat päästä läntisten teollisuusmaiden markkinoille. Erityisen epäluuloisia ne ovat tämän takia olleet ympäristöstandardeja ja ympäristömerkintöjä kohtaan.

Vihreä kasvu ja ilmastopolitiikka tuovat toki kehitysmaille ongelmia. Tätä ei pidä kiistää. Energian ja raaka-aineiden hinnan nousu tulee vaikeuttamaan erityisesti kaikkein köyhimpien maiden tilannetta ja lisäämään sosiaalista eriarvoisuutta myös muissa maissa, ellei poliittisin keinoin löydetä näihin ongelmiin ratkaisua.

Kansainvälinen työnjako on johtanut siihen, että raaka-aineiden tuotanto ja koneiden ja laitteiden valmistus on siirtynyt nopeasti kehittyviin maihin tai kehitysmaihin. Maailman mitassa tehdas- ja toimistotyöt ovat samalla myös entistä selvemmin jakaantumassa alueellisesti. Työt tehtaissa ja työpajoissa sijaitsevat yhä enemmän kehitysmaissa ja nopeasti kehittyvissä maissa, mutta valtaosa toimistotyöstä tapahtuu edelleen teollisuusmaissa. Tämä kansainvälisen työnjaon muutos on nostanut miljoon-

nia ihmisiä köyhyydestä Kaukoidässä ja Etelä-Amerikassa, mutta samalla lisännyt sosiaalista eriarvoisuutta ja kärjistänyt ympäristökriisiä.

Samalla on yhä enemmän teollisuusmaiden elintason synnyttämät ympäristöhaitat ja raskaat työt viety näihin maihin. Vaikka teollisuusmaista kehitysmaihin kulkeutuvaa jätevirtaa on pyritty rajoittamaan, niin tämänkin mukana siirtyy ympäristöhaittoja ja huonoja ja vaarallisia töitä kehitysmaihin. Tämä sama kuvio tulee ainakin osittain toistumaan myös vihreässä talouden rakennemuutoksessa. Biopolttoaineet ovat tästä esimerkki.

Toisaalta kuten UNEP korostaa luonnonvarojen kestävä hyödyntäminen, luonnon monimuotoisuuden suojelu ja ilmastopolitiikka tarjoavat myös uusia mahdollisuuksia luoda kehitysmaihin työpaikkoja ja poistaa köyhyyttä. Ja talouden vihreä rakennemuutos on kuitenkin enemmän tai myöhemmin välttämätön kaikissa maissa.

Mutta kiinnostaako erityisesti vihreä talous ja työt ihmisiä, joiden elämässä toimeentulon kannalta keskeinen kysymys on saada mitä työtä tahansa?

Ja tulevatko kehitysmaat seuraamaan teollisuusmaiden kulkemaa polkua, vain pystytäkö ne oppimaan näiden tekemistä virheistä? Paljon riippuu siitä, pääsevätkö ne ajoissa mukaan vihreän talouden rakennemuutokseen ja siten suoraan siirtymään sellaiseen vähähiiliseen teknologiaan, joka tarjoaa niille uusia mahdollisuuksia niiden väestön perustarpeiden tyydyttämiseen.

Kiina ja Intia näyttävät ainakin toistaiseksi kehittyvän hyvin samantapaisten vaiheiden kautta, kuinka mitä teollisuusmaissa ovat käyneet läpi. Toisaalta nämä maat ovat tietoisia ympäristöongelmien vakavuudesta ja helposti hyödynnettävien raaka-aineiden ehtymisestä. Kiina esimerkiksi pyrkii tietoisesti valtaamaan ympäristöteknologian markkinoita ja panostaa erityisesti aurinkokennoihin ja sähköautoihin.

Toisaalta nopeasti kehittyvissä maissa koko ajan kasvaa varakas keskiluokka, jonka elin- ja kulutustavat eivät mitenkään poikkea teollisuusmaiden vastaavista kansankerroksista. Tämä kerrostuma on jo niin suuri, että sitä on tarkasteltava omalla kokonaisuutena ja laskettava maailman rikkaiden joukkoon. Maailman ihmiset kokonaisuudessaan jakautuvatkin kolmen kerroksen väkeen. Rikkaisiin, ihmisiin joiden elämän perustarpeet on tyydytetty ja köyhiin.

Samalla kehitysmaiden talous jakaantuu entistä selvemmin kahteen lohkoon. Toinen niistä palvelee rikkaita ja toinen kaupunkien ja maaseudun köyhiä. Rikkaat kuluttavat samoja tuotteita ja palveluja, mitä rikkaat kuluttavat teollisuusmaissakin. Köyhät elävät kaupunkien slummeissa ja maaseudulla kylissä. Maaseudun kylät elävät edelleen lähes luontaistaloudessa ja tuottavat suurelta osin itse tarvitsemansa tuotteet.

Kestävän kehityksen toteutumisen kannalta vaikeimmat ongelmat kasaantuvat sekä rikkaisiin että köyhiin. Rikkaat ylikuluttavat ja köyhät alikuluttavat. Köyhät tarvitsevat lisää ruokaa, puhdasta vettä, asunnon ja koulutus- ja terveyspalveluja ja työtä. Toisaalta luonnonvaroja ei millään riitä kaikille, jolleivät rikkaat pysty radikaalisesti vähentämään omaa aineellista kulutustaan. Kuitenkin köyhienkin kulutuksen täytyy muuttua ekotehokkaammaksi. Heidän tarvitsemansa energia, ruoka ja juomavesi tulee tuottaa niin, ettei se lisää metsäkatoa, maaperän eroosiota, aavikoitumista ja vähennä luonnon monimuotoisuutta.

Afrikka on maanosista köyhin ja viimeinen suuri maailmantalouden käyttämätön työvoimareservi. Sen työvoima on nuorta ja sen koulutustaso on noussut. Afrikka on myös rikas luonnonvaroista. Lähes 80 prosenttia sen viennistä on raaka-aineita

(UNEP 2011a). Raaka-aineiden hintojen nousu on lisännyt 2000-luvulla monissa Afrikan maissa talouskasvua. Luonnon olosuhteet ja vaikea historian painolasti ovat kuitenkin toistaiseksi pitäneet sen roolin maailman taloudessa ja työvoimamarkkinoilla vähäisenä.

Havainnoidessani afrikkalaista elämää Beninissä, olin yllättynyt siitä kuinka sitkeästi beniniläiset ovat pitäytyneet omassa kulttuurissaan. He elävät suurelta osin edelleen niin kuin ovat aina eläneet. He ovat ottaneet omakseen kännykät, kevytmoottoripyörät ja lääkkeitä, jos heillä on niihin varaa, mutta pukeutuvat kirkasvärisiin afrikkalaisiin vaatteisiin, kuuntelevat afrikkalaista musiikkia, soittavat katolisessa jumalanpalveluksessa urkujen sijasta rumpuja, valmistavat edelleen ruokansa nuotiolla tai puuhiililiedellä, syövät ruokansa sormin ja elävät yhdessä kotieläintensä kanojen sikojen ja vuohien kanssa. Ja ennen kaikkea he edelleen uskovat omiin jumaliinsa, vaikka olisivat kristittyjä tai muslimeja.

Periaatteessa Afrikalla olisi hyvät mahdollisuudet siirtyä suoraan vihreään talouteen, koska niin suuri osa väestöstä elää vielä perinteellisessä luontaistaloudessa. Tämä elämänmuoto on kuitenkin monien erilaisten paineiden kohteena. Väestön kasvu pakottaa ottamaan käyttöön entistä huonompia viljelysmaita, aavikoituminen etenee metsien vähetessä ja länsimainen media tunkeutuu vähitellen muodossa tai toisessa kaikkialle levittäen kaupallisen kulttuurin houkutusja ja elämäntapoja.

Köyhyys johtaa siirtolaisuuteen ja maastamuuttoon. Ihmiset muuttavat työn ja paremman elämän perässä kehitysmaiden kaupunkien slummeihin, maihin joissa on työtä tarjolla tai vain pakoon köyhyyttä. Afrikasta Eurooppaan suuntautuvat siirtotyöläisvirran patoaminen, ei ole ratkaisu tähän ongelmaan. Ellei kaikkein köyhimmille löydy nykyistä parempaa toimeentuloa ja työtä omissa kotikylissään, on turha toivoa että siirtolaisongelma helpottuisi.

Kansallisvaltiot ovat Afrikassa edelleen heikkoja; ihmiset samaistuvat omaan kyläänsä, heimoonsa, alueeseensa. Uskontoja on useita. Kielialueet eivät noudata valtioiden rajoja. Tuloerot ja köyhyys aiheuttavat katkeruutta ja vihaa. Demokratialla on lyhyet perinteet. Tämä kaikki synnyttää ristiriitoja, jotka vaikeuttavat yrityksiä kehittää hyvää hallintoa.

Nuori entistä enemmän kouluja käynyt väestö on suuri voimavara kehittää taloutta, mutta jos työtä ei löydy, niin se voi myös turhautua ja lisätä poliittista epävakautta. Siellä missä on paljon työttömiä nuoria miehiä, sinne siirtyy levottomuus.

Maatalous on edelleen kaikkein köyhimpien maiden pääelinkeino. Kehitysmaissa vihreän talouden kannalta keskeistä on, miten sitä kehitetään. UNEP (2011b) ja Worldwatch (2008) kehottavat keskittämään maataloustoimet kaikkein köyhimpien maanviljelijöiden työmenetelmien ja toimintatapojen kehittämiseen ja heidän auttamiseensa. Näitä menetelmiä kehittämällä voitaisiin luoda uusia työpaikkoja, jotka samalla poistavat köyhyyttä. Suuria toiveita liitetään myös metsäkadon pysäyttämiseen metsiä suojelemalla ja puita istuttamalla. Tämä voisi tuoda työtä köyhille heidän omalla asuinalueella ja turvata sen luonnon monimuotoisuuden säilyminen.

Vihreän talouden ohjelmissa innovaatioilla on keskeinen asema. Niin paljon kuin ympäristöpoliittisissa kansainvälisissä kokouksissa puhutaan teknologian siirron merkityksestä kehitysmaiden ongelmien ratkaisuna, teknisten innovaatioiden kehittäminen tapahtuu kuitenkin edelleen valtaosin teollisuusmaiden tarpeista. Tämä koskee myös ekoinnovaatioita (Hašcin et al. 2010).

Schumacher (1974) kritisoi kirjassaan "Small is beautiful" vahvasti kehitysapua jo neljäkymmentä vuotta sitten siitä, että se lähtee tuotteista eikä ihmisistä ja heidän tarpeistaan. Köyhien keskeinen ongelma on, ettei heillä ole työtä tai että heidän työnsä tuottavuus on hyvin alhainen. Ilman työpaikkoja ja niiden luomaa toimeentuloa ei perustarpeiden tyydyttäminen ole kestävällä pohjalla.

Jotta köyhille voidaan luoda riittävästi työpaikkoja, täytyy niiden perustamiskustannusten olla alhaiset. Länsimainen tuotanto vaatii niin suuria pääomia työpaikkaa kohti, ettei se voi kuin rajoitetusti luoda työtä kehitysmailhin.

Tarvitaan uutta tieteellistä tietoa hyödyntävää ympäristöä säästävään teknologiaa, joiden tuotteet vastaavat kaikkein köyhimpien ihmisten perustarpeita. Sen on myös oltava heille helposti omaksuttavissa ja sen täytyy sopia heidän elinympäristönsä ja muuhun kulttuuriinsa ja olla sopusoinnussa luonnonjärjestelmien kanssa. Schumacher korostaa edelleen, että tällainen teknologia ja sen ympärille rakentunut työ auttaisi kaikkein parhaiten köyhiä auttamaan itseään ja loisi heille tulevaisuuden näköaloja.

Schumacher kutsui tätä teknologiaa nimellä "Intermediate technology" ja jaottelee sen seuraavasti:

- 1) Perinteisten kehitysmaiden työkalujen ja -menetelmien kehittäminen
- 2) Uuden teknologian soveltaminen kehitysmaiden olosuhteisiin
- 3) Kokonaan uudet ratkaisut

Tärkeimpiä soveltamiskohtaista olisivat:

- 1) Maataloustyökalut, -koneet ja työ- ja viljelymenetelmät
- 2) Kotieläinten hoito
- 3) Asunnot ja muut rakennukset
- 4) Vaatteet
- 5) Ruuan valmistus
- 6) Puhdas vesi
- 7) Käymälät
- 8) Valaistus
- 9) Kuljetusvälineet
- 10) Lääkkeet

Yritykset olisivat pieniä tai keskisuuria, jolloin niiden perustaminen, johtaminen ja talouden hoito olisi paikalliselle väestölle mahdollista. Tarvittava ammatillinen koulutus olisi myös mahdollista järjestää paikallisesti. Tuotteet käytettäisiin lähinnä omiin tarpeisiin.

3 Kasvusta luopuminen

Nykyinen talouskriisi ja ilmastopolitiikka ovat alkaneet jälleen voimistaa taloudellisen kasvun kritiikkiä ja keskustelua sen hyödyistä ja haitoista. On alettu miettiä, miten talousjärjestelmää voitaisiin muuttaa niin, että talouden vakaa kehitys ja kansalaisten hyvinvointi olisi mahdollista ilman jatkuvaa kasvua ja siihen liittyvää aineellista kulutusta. On alettu myös puhua talouden kasvun sijasta talouden tietoisesta supistamisesta (degrowth) eli kohtuutaloudesta. Lähestymistapaa ja sen tieteellisiä taustoja on esitelty perusteellisesti Journal of Cleaner Production -julkaisun erikoisnumerossa Vol 18, Issue 6 (2010).

Ympäristöaktiiveista ja tutkijoista koostuva degrowth-liike vaatii kasvusta luopumista koska:

- kasvu ei enää teollisuusmaissa lisää hyvinvointia; tavaroiden sijasta tarvitaan enemmän vapaa-aikaa.
- talouden kasvaessa on mahdotonta vähentää energian ja materiaalien kulutusta; kasvu syö sen mitä ympäristötoimilla on saavutettu.
- teollisuusmaiden on joka tapauksessa sopeuduttava talouskasvun taittumiseen; parempi tehdä se ajoissa.
- keskitetyt teknologiset järjestelmät tulee purkaa; enemmän tilaa paikalliselle toiminnalle ja osuuskunnille.
- ei pidä uskoa, että luontoa voitaisiin suojella ja köyhyys poistaa kasvattamalla teollisuusmaissa ”vihreää kulutusta”.

Taloustieteilijä Peter Victor (2008, 2010) on esittänyt kansantaloudellisten mallilaskelmien avulla, kuinka olisi mahdollista yhtä aikaa turvata hyvinvointi, ja luopua talouskasvusta. Esimerkkinä hän käyttää kotimaataan Kanadaa. Tärkeimmät poliittiset keinot ovat hänen mukaansa fossiilisten polttoaineiden voimakas verotus ja työajan lyhentäminen.

Fossiilisilla polttoaineilla on ollut ratkaiseva merkitystä teolliselle tuotantotavalle (Burkettin ja Fosterin (2006), Ayers ja Warr (2009), Kummel (2011)). Ne tarjosivat energian lähteen, joka sopi erityisen hyvin koneelliseen massatuotantoon, joka on helppo siirtää ja varastoida ja näin antoi mahdollisuuksien tuotannon laajentamiselle niin määrällisesti kuin alueellisesti. Vesivoimaan perustuva tuotanto oli paikkaan sidottu; höyrykone antoi uusia mahdollisuuksien sijoittaa tuotanto lähelle työvoima-

reservejä ja markkinoita. Öljy oli vielä helpommin kuljetettavissa ja varastoitavissa kuin kivihiihi.

Tähän asti halpaa fossiilista energiaa on ollut runsaasti saatavilla ja näin talous on voinut jatkuvasti kasvaa. Nyt kuitenkin tilanne on muuttumassa. Vaikka teollisuusmaissa bruttokansantuotteen kasvu ei enää kulje rintarinnan energian kulutuksen kasvun kanssa vaan nopeammin, niin silti pelkästään energian saatavuuden vaikeutuminen ja hinnan nousun ennustetaan johtavan talouden kasvun tuntuvaan hidastumiseen ja jopa supistumiseen (Ayres ja Warr 2009).

Suomessa degrowth-ajattelua on tehnyt tunnetuksi erityisesti Marko Ulvila ja Jaana Pasanen (2010). Heidän asiaa käsittelevä kirjansa otsikko on: Vihreä uusjako – Fossiilikapitalismista vapauteen. Vihreä uusjako tarkoittaa ennen kaikkea vapaaehtoista talouden koon rajoittamista, ympäristön ja luonnonvarojen talouskasvulle asettamien rajojen tunnistamista ja pyrkimystä pois uskosta talouskasvun ja hyvinvoinnin yhteyteen.

Useat teollisuusmaissa taloustieteilijöiden tekemät tutkimukset onnellisuuden ja käytettävissä olevien tulojen välisistä suhteista ovat tuoneet ilmi, että tietyn tulotason jälkeen onnellisuus ei enää juuri lisäänty. Tuloja enemmän onnellisuuteen vaikuttavat tällöin sosiaaliset suhteet.

Suomessakin hyvinvointia osoittava GPI- indikaattori ei enää ole tilastokeskuksen mukaan osoittanut hyvinvoinnin kovinkaan selvästi kasvavan aineellisen kulutuksen kasvun myötä 1990–2000-luvuilla (Rättö 2009). Kestävän taloudellisen hyvinvoinnin GPI-mittari Genuine Progress Indicator mittaa niitä hyvinvoinnin alueita, joita voidaan hinnoitella. GPI ottaa huomioon markkinoiden ulkopuolisen palvelujen arvon esim. ajankäyttötutkimuksissa lasketun kotitaloustyön. Laskennassa huomioidaan myös pääomakannan kasvu ja kansainvälisen kaupan tasapaino. Hyvinvointia vähentävät tulonjaon epätasaisuus ja ympäristöhaitat. GPI arvioi myös yhteiskunnan mahdollisuuksia ylläpitää hyvinvointia tulevaisuudessa. Tämäkin mittarin ulkopuolelle jää monia tekijöitä, kuten esimerkiksi ihmissuhteisiin liittyvät tekijät.

Suomeen sovellettuna GPI-indikaattori osoittaa, että vuoteen 1989 asti sen arvo kasvoi, mutta kääntyi tämän jälkeen selvään laskuun. Alimman arvonsa se saavutti vuonna 2004, minkä jälkeen se kääntyi loivaan nousuun. Syynä tähän on, että yksityisen kulutuksen kasvu on ollut nopeampaa, kuin sen aiheuttamien ympäristöhaittojen ja yhteiskunnan eriarvoistuminen kasvu. GPI:n kasvu on vuoden 2004 jälkeen ollut kuitenkin huomattavasti alhaisempaa kuin BKT:n kasvu eikä se ole enää yltänyt huippuvuosien tasolle (Rättö 2009).

Kohtuutalouden kannattajat panevat paljon painoa onnellisuustutkimuksille. Näkökulma on mielenkiintoinen, mutta ei silti vielä vastaa siihen, miksi ihmiset pyrkivät jatkuvasti lisäämään materiaalista kulutustaan, vaikka se ei enää lisäisi heidän onnellisuuttaan.

Keskeinen tekijä talouskasvun kritiikissä on myös se, että energiatehokkuuden lisääminen ei näytä vähentävän energian kulutusta. Tehokkuuden paraneminen tuo säästöjä esim. auton polttoainekuluissa. Seurauksena usein kuitenkin on, että ihmiset ajavat autoilla pitempiä matkoja tai ostavat isompia ja enemmän polttoaineita kuluttavia autoja. Tärkeää on siis se, mihin säästyneet varat kulutetaan ja kuinka energiantensiivisiä palveluja tai tuotteita niillä hankitaan. Se vasta ratkaisee, onko lopulta onnistuttu vähentämään energian käyttöä.

Degrowth-liike korostaa myös elin- ja kulutustapoja ja kannattaa elintapojen vapaaehtoista yksinkertaistamista keinona kohti ekologisesti kestävä, sosiaalisesti oikeudenmukaista, tasa-arvoista yhteiskuntaa, jossa yksilöiden ja ympäristön hyvinvointi ei ole riippuvainen materialistisista arvoista ja yksilöllisistä kulutusvalinnoista. Aineellisen kulutuksen lisäämisen sijasta pitäisi lyhentää työaika ja lisätä vapaa-aikaa ja mahdollisuuksia yhteisölliseen toimintaan. Vapaa-ajan ympäristömyötäisyys riippuu luonnollisesti siitä, miten vapaa-aika käytetään. Tietenkin jos lyhyemmän työajan takia väestöllä on vähemmän tuloja, niin vapaa-aikanakin materiaallinen kulutus laskee.

Vielä ei ole nähty, kuinka kiehtovan näköalan degrowth-liike tarjoaa kansalaisille. Pystyykö ”vähemmän tuloja”-tunnus tavoittamaan muita kuin niitä, jotka ovat jo valmiiksi omaksuneet ekososiaalisen elämäntavan. Ja missä määrin kohtuus ja riittävyys poliittisena tunnuksena kiinnostavat niitä, jotka haluavat kurotella kohti tuntematonta, saavuttaa jotain enemmän kuin edeltäneet sukupolvet, ylittää rajansa ja ottaa riskejä? Ja mitä kehitysmaat ajattelevat siitä, että teollisuusmaiden asukkaat pyrkivät lisäämään omaa vapaa-aikaansa ja tekemään vähemmän töitä, vaikka taroituksena olisikin säästää luonnonvaroja köyhien maiden tarpeisiin.

Degrowth-liike on joka tapauksessa mielenkiintoisella tavalla kiistänyt neoliberaalistisen talousteorian pyhän lehmän eli talouskasvun. Ympäristönsuojelun perusongelma on kuitenkin ennen kaikkea aineellisen kulutuksen jatkuva kasvu. Talouskasvun sinänsäkin voidaan ajatella olevan haitallista, jos se lisää väestössä ahneutta ja itsekkyyttä. Tällöin on kysymys enemmän sosiaalisista ja eettisistä kuin ympäristöongelmista ellei sitten juuri itsekkyyttä ja ahneutta pidetä haitallisen talouskasvun syynä.

Kohtuutalouden piirissä on käsitelty toistakin poliittista tabua. Martinez-Alier (2009) katsoo, että talouden supistaminen onnistuu paremmin, jos maailman väestön kasvua pystytään rajoittamaan ja supistamaan nykyistä huomattavasti alhaisemmalle tasolle. Vaikka rikkaiden maiden kansalaiset kuormittavat ympäristöä moninkertaisesti köyhiin nähden, niin on otettava huomioon, että köyhyiden poistaminen lisää köyhien luonnonvarojen kulutusta.

Toisaalta Serge Latouche (2010) pitää väestön kasvua talouden kasvulle alisteisena ja siihen nähden toisarvoisena tekijänä.

3.1

Kohtuutalous ja työ

Degrowth-liikkeen tavoitteena on myös parantaa työoloja ja työn sisältöä. Ulvilan ja Pasasen (2010) mukaan vihreää uusjakoa tarvitaan tuotannon uudelleenorganisoiduksi ja ekosolidaarisen markkinatalouden luomiseksi. Tarvitaan vähemmän mutta mielekkäämpää työtä. Tarvitaan myös uudenlainen ihmisen elinkaaren huomioon otettava työurakäytäntö, niin ettei missään vaiheessa elämässä työstä tule uuvuttavaa loppuun raatamista. Työ tulee vapauttaa voitontavoittelun ja hienarkisen erikoistumisen pakkopaidasta ja kytkeä yhteisölliseen tekemiseen kohtuullisuuden maailmassa. Kun työntekijöillä on sananvaltaa kansalaisina, tuotanto-osuuskuntien jäseninä tai pk-yrityksen omistajina, hänen on mahdollista nauttia tekemistään. Kun lisäksi tuo-

tannon päämääränä on yhteisen hyvän edistäminen vastuullisella tavalla, työntekijä voi nauttia työn tuloksista.

Vastuullisesta ja antoisasta työstä he antavat seuraavia ohjeita:

Vältä

- ylitöitä,
- ylikansallisia yhtiöitä,
- haitallisia toimialoja (sotiminen, ympäristön pilaaminen yms.).

Suosi

- kotitöitä ja talkoita,
- lyhyttä työviikkoa,
- julkisia aloja, osuuskuntia, pk-yrityksiä ja yhdistyksiä,
- vastuullisia toimialoja.

Kohtuutus ei siten tarkoita vain talouden kasvusta luopumista, vaan samalla myös tuotantotapojen ja koko kulttuuriin muutosta. Kirjassaan Jäähyväiset kasvulle Serge Latouche (2010) kritisoi yhteiskuntaamme liiasta työkeskeisyydestä ja haluaa kansalaisten astuvan pois työn oravan pyörästä. Markkinoilta laajentamalla tuodaan työn piiriin aina uusia elämäalueita. Kansalaisten hyvinvointi ei kuitenkaan tästä kasva. Päinvastoin vapaa-ajastakin alkaa tulla työtä tai ainakin kuluttamista.

Degrowth-liike ei tarjoa kovin yksityiskohtaisia näkemyksiä siitä, minkälaista teknologista muutosta sen tavoitteiden toteuttaminen edellyttäisi. Fossiilisista polttoaineista luopuminen on kuitenkin keskeisesti esillä. Se suhtautuu myös kriittisesti suuryrityksiin ja pitää pienirytyksiä ja osuuskuntia talouden perusyksikköinä, jotka pystyvät paremmin turvaamaan sille kestävä perustan.

Suuruuden ekonomian ihailu on ollut vallitseva hallinnollinen ja poliittinen suuntaus jo vuosia. Erityisesti julkisella sektorilla on pyritty suuriin yksiköihin, oli sitten kysymys kouluista, yliopistoista, ministeriöistä, tutkimuslaitoksista, sairaaloista, terveyskeskuksista tai kunnista. Yhdistämällä yksiköitä uskotaan, että samat tehtävät voidaan tuottaa pienemmällä työvoimalla ja näin tuottavuus nousee.

Pienyritystukikin halutaan suunnata yrityksiin, joilla katsotaan olevan parhaat edellytykset kasvaa. Näiden kasvuyrityksen pieni määrä nähdään vaikeana elinkeinopoliittisena ongelmana. Kasvuyrityksillä varmasti onkin tärkeä merkitys työllisyyden kannalta, mutta on paljon pieniä yrityksiä, jotka eivät halua kasvaa tiettyä niiden kannalta hyväksi koettua kokoa suuremmaksi ja jotka silti ovat taloudellisesti hyvin kannattavia.

Suuruuden ihannoiti liittyy ennen kaikkea vallitsevaan kasvun talousajatteluun joka on tunkeutumassa johtavaksi ideologiaksi kaikilla elämän alueilla, mutta osittain myös suomalaiseen yritysraenteeseen. Koska luonnonvarojen jalostavalla prosessiteollisuudella ja sen suurilla tuotantoyksiköillä on ollut niin keskeinen asema kansantaloudessa, niin on syntynyt käsitys siitä, että suuri mittakaava on tehokkuuden ja työpaikkojen pysyvyyden tausta. On totuttu työskentelemään suurissa tehtaissa, joissa isät ja äidit ja näiden isät ja äidit ovat käyneet töissä.

Palvelualoilla ja hallinnossa suuri koko ei kuitenkaan välttämättä ole eduksi. Tutkimusyksiköillä täytyy olla tietty kriittinen koko, jotta ne pystyvät toimimaan tehokkaasti ja ottamaan osaa kansainväliseen yhteistyöhön, mutta tämän jälkeen koon kasvattaminen yleensä vain lisää byrokratiaa, jäykistää toimintatapoja ja tuo tätä kautta tehottomuutta. Paisuva hallinto myös alkaa asetella uusia sisäisiä lomakkeita, indikaattoreita ja seurantaa, tulos- ja kehityskeskusteluja, strategiapalavereja, hallinnon kehittämishankkeita, työajan pikkutarkkaa seurantaa ja muita sisäisiä

määräyksiä, jotka kaikki vaikka yksittäisinä hankkeina olisivat perusteltuja yhdessä lopulta kahlitsevat luovuutta, saavat työntekijät varovaisiksi ja pilaa työilmapiiriä.

Keskittämisen- ja hajauttamispyrkimykset ovat ennenkin seuranneet toisiaan. Kun on riittävän kauan uskottu suurten organisaatioiden edullisuuteen ja rakennettu niitä, niin näiden rakenteiden haitatkin lopulta tulevat entistä selvemmin esiin ja aletaan taas puhua hajasijoittamisesta.

Energia-ala on aina uskonut suuruuden ekonomiaan; nyt kuitenkin on alettu toissanaan puhua hajautetusta energian tuotannosta, joka parantaisi huoltovarmuutta, vähentäisi siirtohäviöitä ja tehostaisi ja laajentaisi uusiutuvien energialähteiden käyttöä. Lähiruuankin suosio ei perustu vain lyhyiden kuljetusten tuomaan ympäristöhaittojen vähenemiseen, vaan ennen kaikkea siihen että se on tuotettu pienissä paikallisissa yksiköissä.

Opetus-, perusterveyden huolto ja muut kunnalliset palvelut toimivat parhaiten kun ne ovat lähellä kansalaisia. Oppiminen kannalta pienet ryhmät ovat tehokkaita. Sama koskee myös monia palveluyrityksiä; niiden on helpompi tuottaa laadukkaita ja ihmisläheisiä palveluita kuin suurten organisaatioiden. Kuntien koon kasvattaminen väistämättä kaventaa kunnallista demokratiaa, joka on ollut suomalaisen kansanvaltan eräs peruspilareista.

Keskittäessä opetus- ja terveyspalveluja ympäristövaikutuksiin on kiinnitetty vähän huomiota. Pienten koulujen lämmittämiseen voidaan tarvita enemmän energiaa, mutta suuret koulut johtavat todella pitkiin koulumatkoihin ja koulukuljetuksiin liittyviin ympäristöhaittoihin. Tietotekniikan kehitys on johtanut siihen, että suuren mittakaavan edut eivät välttämättä vaadi suuria yksiköitä. Pienten yritysten verkottuminen voi tuoda samat edut paljon joustavammin ja samalla synnyttää tehokkaamman alustan uusien innovaatioiden synnyttämiselle.

Kaiken kaikkiaan Degrowth-liikkeen esittämät toimenpiteet ovat samoja, joita on esitetty pitkään vihreän poliittisen ajatussuunnan keskuudessa. Ne ovat selvä jatkumo 1970–1980-lukujen nolla-kasvuajattelulle, ympäristötaloustieteilijä Nicholas Georgescu-Roegenin (1971,1975) biotaloudelle, Herman Dalyn (1996) steady-state-taloudelle ja myös E.E. Schumacherin (1974) näkemyksille pienen mittakaavan talouden eduista. Näistä erityisesti Georgescu-Roegen ehdotti talouden tietoista supistamista. Uutta on lähinnä se, että nyt on entistä monipuolisemmin ja johdonmukaisemmin alettu pohtia, miten kansantalouden tasolla voidaan luopua talouden kasvun tavoittelemisesta ja mitä tästä seuraa.

3.2

Hidas elämä

Viime vuosina muotiin noussut slow-liike muistuttaa degrowth-liikettä, mutta kasvun sijasta sen päähuomion kohteena ovat kiireestä ja vauhdista luopuminen ja yksilökohtaiset ratkaisut. Kirjasessaan ”Leppoistamisen tekniikat” Timo Kopomaa (2008) käy läpi slow-liikkeen tavoitteita. Niihin kuuluvat hidas syöminen pikaruuan vaihtoehtona, liikkuminen jalan, pyörillä ja julkisilla kulkuneuvoilla, mietiskely ja hiljaisuudesta nauttiminen, arjen merkityksen korostaminen työn sijasta, kulutuksen kohtuullisuus ja nauttiminen joutilaisuudesta sekä jopa hidas rakastelu.

Näihin kaikkiin voidaan vaikuttaa yksilöllisillä valinnoilla, mutta myös kaupunkisuunnittelulla voidaan luoda hiljaisia alueita, rajoittaa melun leviämistä, suosia jalankulkijoita ja pyörien käyttöä sekä luoda julkisia tiloja, jotka houkuttelevat leppäämiseen ja joutilaisuuteen ja rauhalliseen seurusteluun ja ateriointiin. Vanhojen eurooppalaisten kaupunkien keskustat kapeine kapuineen ja pieninen aukioineen ja toreineen itsestään saavat ihmiset liikkumaan hitaammin, katselemaan ja ihmettelemään.

Timo Kopomaa keskittyy arjen käytäntöihin eikä juuri puhu työstä kuin vuorotteluvapaan yhteydessä. Vuorotteluvapaa tarjoaa mahdollisuuden irrottautua työelämän kiihkeästä rytmistä ja sen tuomasta stressistä ja pakonomaisesta ja tarkasti säädellystä ajankäytöstä. Periaatteessa hiljentymistä voitaisiin vaalia myös työpaikoilla muutenkin kuin kahvitaukojen yhteydessä. Tiimityössä tämä olisi täysin mahdollista, kunhan kukaan ei heittäydy vapaamatkustajaksi.

Kirjassaan "Slow – elä hitaammin -Manifesti verkkaisen elämän puolesta" Carl Honore (2010) käy läpi esimerkkejä siitä, miten yrityksissä on pyritty lisäämään työajan käytön joustavuutta ja lyhennetty vapaaehtoisesti työaikoja. Antti Kasvio ja Timo Räikkönen (2010) puhuvat työelämän kohtuullistamisesta (dowshifting). Työskentelemällä hitaammin ja vähemmän on mahdollista paremmin keskittyä siihen mitä tekee ja mikä on tärkeää, pitää luovia taukoja, jatkuva stressi ei vähennä työntekoa ja vuorovaikutus muiden työntekijöiden kanssa on mahdollista. Tämä kuitenkin edellyttää, ettei työ ole pakkotahtista ja ajankäyttö tiukasti säädeltyä.

Tärkeää on myös ymmärtää, koska on järkevää työskennellä hitaasti ja koska nopeasti ja miten saavutetaan kokonaisuudessaan tehokas lopputulos. Nopeus ja tehokkuus ja kiire tai tunnollisuus eivät ole sama asia. Vielä tärkeämpää on luopua turhasta työstä ja sen suorittamisesta; se alentaa tuottavuutta, ei hyödytä ketään ja kuluttaa tarpeettomasti luonnonvaroja.

Työn ja vapaa-ajan välinen rajakin on jossakin määrin muuttumassa sumeaksi. Vapaa-ajalla hankituilla sosiaalisilla ja muilla taidoilla on yhä enemmän käyttöä työelämässä. Näin vapaa-aika palvelee työaika (Virno 2006). Globaaleilla markkinoilla vapaa-ajan matkustelu lisää kulttuurien tuntemusta; näitä kokemuksia voivat monet hyödyntää työssä. Toisaalta tietokoneet ovat saaneet aikaan, että huomattava osa työntekijöistä tekee työtehtäviä vapaa-aikanaan, vaikka ei olisikaan etätöissä.

Slow-liikkeen vaalimista tavoista olla ja elää voidaan myös tehdä tuotteita ja liiketoimintaa ja on jo tehtykin. Trendin mukaan tapahtuva hidastaminen ja vauhdista luopuminen ilman sisäistä tarvetta ei kuitenkaan johda mihinkään. Toisaalta hidastaminen ja hiljentymisen ovat kulttuurisena ilmiönä viime vuosina vahvistuneet ja tarjoavat paitsi aineksia uudelle kestävämmälle elämäntavalle, myös arkiselle vastarinnalle ja hiljaiselle kapinalle vallitsevaa ajankäytön ja kiirettä yli kaiken arvostavaa työkulttuuria vastaan.

Oikeudesta laiskuuteen ja sen ylistyksiä on kirjoitettu paljon. Niistä kuuluisin lie nee Karl Marxin vävyn Paul Lafarquen vuonna 1880 kirjoittama "Oikeus laiskuuteen" (2009). Se on ennen kaikkea suunnattu kapitalismin alkuaikojen pitkää työpäivää ja huonoja työoloja sekä kovaa työtahtia vastaan. Tämä piirre on edelleen niin kohtuustalouden ja Show-liikkeen kirjoituksissa esillä, mutta uutta on joutilaisuuden siunauksellisuuden yhdistäminen maailmanlaajuisten suurten ongelmien ratkaisuun.

4 Kansantalouden mittakaava

Edellä on esitetty erilaisia näkemyksiä vihreästä taloudesta ja vihreistä töistä ja niihin liittyvästä talouden rakennemuutoksesta sekä tarvittavista poliittisista toimista.

Yhteenvedon näistä voidaan todeta:

- Vihreä talous nostaa talouskasvun jälleen ympäristöpolitiikan ja ympäristöriskien hallinnan keskiöön.
 - Vihreän rakennemuutoksen ja taloudellisen ohjauksen tarve tunnustetaan; keinot ja mallit eroavat.
 - Vihreä talous on mahdollista toteuttaa niin, että työllisyysvaikutukset ovat positiivisia.
 - Taloudellisen ohjauksen nimeen kaikki vannovat.
 - OECD:n Vihreän kasvun ja EU:n kestävän kasvun taustalla on neoliberaalistinen talouspolitiikka ja teollisuusmaiden talouden ongelmat.
 - UNEPin vihreä kasvu perustuu sekin samaan talouspoliittiseen ajatteluun, mutta lähtee suurelta osin kehitysmaiden tarpeista.
 - Vihreä kasvun strategia ja vihreän talouden aloite täydentävät toisiaan ja menevät osittain päällekkäin.
 - Degrowth-ajattelu on jatkumo 1970–1980-lukujen keskustelulle nollakasvusta.
 - Selkää määritelmää vihreälle taloudelle ja vihreille töille ei anneta.
 - Määrälliset tavoitteet ovat heikosti esillä.
 - Voimakas takertuminen talouskasvuun kaikkien ongelmien perusteena tai niiden ratkaisijana. Tämä koskee myös degrowth-ajattelua.
-

Anukka Bergin (2012) mukaan talouskasvun tavoite on Suomessa niin vahva, että sen kritiikkikin helposti vain luo epävarmuutta talouden kentälle, jolloin perinteiseen kasvumalliin takerrutaan entistä tiukemmin. Tasapainoisempi lähestymistapa talouteen vaatisi, että kohtuullista kulutusta ja kasvupakolle vaihtoehtoisia toimintatapoja kehitettäisiin voimakkaammin.

Talouden aiheuttamaa ympäristöön kohdistuvaa kokonaiskuormitusta voidaan kuvata pelkistetyksi ns. IPAT- yhtälöllä, joka ekologi Paul Erhlich kehitti jo 1970-luvulla:

$$I = P \times A \times T$$

I = kokonaiskuormitus,
P = väestön määrä,
A = vauraus ja
T = teknologian kehittymistä
kuvaava kerroin.

Jos väestön määrä kasvaa eikä merkittävää teknologista mullistusta tapahdu, ainoa mahdollisuus rajoittaa kielteisiä ympäristövaikutuksia on supistaa taloutta. Jos tekniikka kehittyy ympäristöä säästävemmäksi, niin ympäristökuormitus vähenee, ellei talouden kasvu syö sitä pois.

Talouden mittakaavaa voidaan käsitteillä myös käyttäen hyväksi ekosysteemipalvelujen käsitettä (Honkasalo ja Rouhinen 2011). Tämä käsite on syntynyt ympäristötaloustieteen piirissä kuvaamaan talouden ja ympäristön moninaisia vuorovaikutussuhteita. Sen käyttö on nopeasti yleistymässä ympäristöpolitiikan piirissä.

Ekosysteemipalvelut jaetaan seuraavasti:

- säätelypalvelut (ilmasto, hydrologiset ja biokemialliset kierrot jne.),
- ylläpitopalveluihin (elämää ylläpitävät luonnon perusprosessit kuten fotosynteesi, ravinteiden kierto, humus),
- tuotantopalvelut (raaka-aineita, energiaa),
- kulttuuripalvelut (luontoelämykset ja vapaa-aika luonnossa).

Viime kädessä ympäristövaikutukset johtuvat siitä, miten aineita ja energiaa otetaan luonnosta ja miten ne sinne palautuvat sekä miten luonnon järjestelmät pystyvät niihin sopeutumaan. Ilmaston muutoksessakin on kysymys itse asiassa ilmakehän lämpötilaan vaikuttavien ekosysteemipalvelujen toimintakyvyn häiriintymisestä. Ilmaston lämpeneminen johtuu siitä, että auringon energian takaisin heijastus avaruuteen hidastuu säteilypakotetta aiheuttavien päästöjen takia. Ihmiskunta käyttää niin paljon fossiilisia polttoaineita tuotantopalveluina, etteivät biofäärin elämään ylläpitävät lämmön säätelyjärjestelmät pysty hallitsemaan näin nopeita ja suuria ainevirtojen muutoksia.

Ilmastomuutos aiheutuu kuitenkin vain rajallisesti ihmisen tuotannollisen toiminnan aiheuttamasta hukkalämmöstä, joskin senkin merkitys on kasvava. Tänä päivänä hukkalämmöllä on merkitystä lähinnä kaupungeissa ja suurten teollisuus- ja energiantuotantolaitosten läheisyydessä, joissa se paikallisesti lisää lämpötiloja ilmassa ja vesistöissä.

Työn tuottavuuden nousu on pitkään perustunut lisääntyvään uusiutumattomien energialähteiden kulutukseen. Jotta talouden mittakaava todella alkaisi pienentyä, täytyy työn tuottavuuden nousu syntyä pienenevällä energian kulutuksella (Ayres 1996). Tämä voidaan saada aikaa paremmalla materiaali- ja energiatehokkuudella,

mutta myös suorittamalla luonnon järjestelmien suorittaman työn tai ihmistyön avulla sellaisia töitä, joita ei ole välttämätöntä suorittaa koneilla.

Daly (1996) kiteytti toimet, joita tarvitaan talouden mittakaavan rajoittamiseksi seuraavasti:

- 1) luonnonvarojen käyttö rajoitetaan tasolle jonka ekosysteemit pystyvät vastaanottamaan
 - 2) uusiutuvia luonnonvaroja käytetään niiden uusiutumiskyvyn rajoissa
 - 3) uusiutumattomia korvataan mahdollisimman paljon uusiutuvilla luonnonvaroilla.
-

Daly ottaa näin huomioon myös luonnonjärjestelmien aktiivisen toiminnan. Kaksi ensimmäistä Dalyn ehdoista voidaan myös muotoilla niin, että ekosysteemien tuottamia palveluja on käytettävä siten, ettei niiden ylläpito- ja säätelyjärjestelmien toimintakyky vaarannu.

Ehdoista kolmas on ongelmallisin luonnonvarojen riittävyyden kannalta. Uusiutuvien luonnonvarojen käytön lisäämiseen on enää maailmanlaajuisesti varsin rajallisia mahdollisuuksia vaarantamatta ekosysteemipalvelujen toimintakykyä. Toisaalta ainakaan toistaiseksi uusiutumattomia luonnonvaroja ei voida kuin rajallisesti korvata uusiutuvilla. Toisaalta voi olla että nano- ja bioteknologia johtavat sellaisiin läpimurtoihin, jotka antavat mahdollisuuden kehittää taloudellisesti orgaanisia aineita, joilla on teräksen lujuus. Kokonaan eri asia on pystytäänkö näitä koskaan tuottamaan taloudellisesti kannattavasti suuressa mittakaavassa.

Oli miten oli, luonnon monimuotoisuuden ja uusiutuvien luonnonvarojen riittävyyden kannalta keskeinen kysymys on, että tuotantopalvelujen hyödyntäminen tapahtuu luonnonjärjestelmien kanto- ja sietokyvyn rajoissa. Sen sijaan uusiutumattomien luonnonvarojen riittävyys on vain ihmisen yhteiskunnan elinehto. Luonto ei siitä välitä, kuinka kauan ihmisellä on esimerkiksi metalliraaka-aineita käytössään, muuten kuin niiden ainevirtojen kautta jotka lopulta päätyvät ympäristöön. Talouden kestävyys jakautuu näin kahteen eri osaan.

Talous perustuu väistämättä ekosysteemipalveluihin, hyödyntää niitä. Kaikki talous on tässä mielessä vihreätä, vaikka ei olisi sitä itse huomannutkaan tai sitä ei tuotaisi ilmi. **Ja juuri tämän takia tarvitaan tietoista vihreää taloutta ja toisaalta taloutta voidaan kutsua vihreäksi, vain jos se toimii luonnon sieto- ja kantokyvyn luomissa rajoissa ja turvaa ekosysteemipalvelujen toiminnan.**

On saatava aikaan muutosprosessi, jossa talous kehittyy, mutta samalla ympäristöhaitat koko ajan vähenevät ja energian ja raaka-aineiden kulutus kääntyy laskuun. Lisäksi talouden irtikytkenän ympäristöhaitoista on tapahduttava riittävän nopeasti; erityisesti tämä koskee hiilidioksidipäästöjä.

Irtikytkennän tavoitteet ovat kuitenkin erilaisia teollisuus- ja kehitysmaille:

- Teollisuusmaissa tarvitaan kohtuutta aineellisessa kulutuksessa; muuten luonnonvaroja ei riitä köyhyyden poistamiseen. Sama koskee myös kehitysmaiden varakkaita kansanosia.
- Kehitysmaissa aluksi riittää ympäristöhaittojen kääntäminen laskuun. Kehitysmaissa köyhyyden poistaminen edellyttää energia- ja raaka-aineiden kulutuksen lisäämistä. Niiden on kuitenkin käytävä kaikki mahdollisuudet resurssitehokkuuden parantamiseen ja siirtyä suoraan vähähiiliseen ja puhtaaseen teknologiaan, joka keskittyy köyhien perustarpeiden tyydyttämiseen.

Kaiken talouden niin vihreänkin perustavoite on ihmisten perustarpeiden tyydyttäminen. Siksi on tärkeää yhdistää vihreä talous köyhyyden poistamiseen. Pelkkä aine- ja energiavirtojen rajoittaminen ei riitä, eikä ekologinen kestävyyskään, vaan on myös ratkaistava mitä ja kenen tarpeita luonnonvaroilla tyydytetään sekä miten niiden avulla luodaan köyhille työtä ja toimeentuloa.

Nykyään maailman rikkain 20 prosenttia käyttää yli 80 prosenttia maailman luonnonvaroista ja köyhin 20 prosenttia vain alle 1,5 prosenttia (UNEP 2011a).

Talouden vihreä rakennemuutos on joka tapauksessa pitkälinen prosessi. Se vaatii avointa keskustelua ja vastapuolen näkemysten ymmärtämistä. Se ei toteudu, jos teollisuusmaat tyrkyttävät kehitysmaille omaa ympäristöpolitiikkaansa. Toisaalta kehitysmaidenkin olisi ymmärrettävä, kuinka tärkeää niiden talouden kehittymiselle ovat ympäristönäkökohdat ja että ne voisivat oppia teollisuusmaiden kokemuksesta. Niiden on opittava myös itse nykyistä paremmin auttamaan itseään.

5 Taloudellinen ohjaus

Kaikissa vihreän talouden lähestymistavoissa taloudellisella ohjauksella on tärkeä asema. Sen nimeen vannoo niin OECD kuin UNEPin vihreä talous kuin jossain määrin degrowth-liikekin, vaikka se suhtautuukin kielteisesti päästökauppaan ja sen luomiin hiilimarkkinoihin.

Taloudellisella ohjauksella on mahdollisuus saada aikaan huomattavia säästöjä energian ja raaka-aineiden kulutuksessa. Ongelman on, että globaaleilla markkinoilla taloudellisen ohjauksen tulisi olla maailmanlaajuisia. Sen tulisi myös ottaa huomioon suuret tuloerot teollisuus- ja kehitysmaiden välillä ja kohdella oikeudenmukaisesti eri teollisuuden aloja.

Markkinoiden hyväksikäyttö ympäristönsuojelussa perustuu siihen, että vaikutetaan sekä markkinoiden reunaehtoihin että niiden toimintaan. Toimet voidaan kohdistaa tuotantoon tai tuotteisiin.

Käytössä on seuraavia toimia:

Reunaehdot

Tuotanto

- ympäristöluvut
- kaavoitus
- maksut

Tuotteet

- tuotemääräykset
- standardit

Markkinoiden toiminta

- verot
- päästökauppa
- syöttötariffit
- ympäristömerkit
- luontoarvot

Reunaehtoja ei yleensä lueta osaksi taloudellista ohjausta. Perinteellisellä hallinnollisoikeudellisella ohjauksella, kuten ympäristöluvilla kuitenkin määritetään ne ympäristöä koskevat ehdot, jotka yrityksen täytyy täyttää, jotta voi toimia markkinoilla. Kaavoituksella voidaan rajata alueellisesti toiminnan ehtoja.

Päästökauppa on itse asiassa ympäristölupa, jossa toiminnanharjoittaja voi itse valita täyttääkö hän hänelle asetetut ehdot teknisin toimenpitein vähentämällä päästöjä tai ostamalla markkinoita päästöoikeuksia. Hän voi myös valita vähentääkö päästöjä niin paljon, että voi myydä päästöoikeuksia muille. Koska päästökaupalla kuitenkin

vaikutetaan voimakkaasti myös markkinoiden toimintaan, on se syytä lukea tähän ryhmään.

Syöttötariffissa sähkön tuottajalle taataan määrätty hinta; jos markkinahinta on tätä takuuhintaa alhaisempi, maksavat sähkön kuluttajat erotuksen. Sitä on yleensä käytetty uusiutuvien energialähteiden tukemiseen.

Tuotemääräysten täyttäminen on ennakkoehto tuotteiden pääsulle markkinoille. EU:ssa markkinoille pääsyyn riittää, että tuote on testattu yhdessä jäsenmaassa. Valvonta tapahtuu markkinavalvonnan avulla. Ympäristömerkeillä pyritään vaikuttamaan ostajien päätökseen jakamalla tietoa tuotteiden ympäristöystävällisyydestä. Luontoarvojen kaupassa luontoarvojen suojelemisesta tulee tavallaan tuote, jonka voi myydä. Sitä voidaan käyttää luonnon monimuotoisuuden suojeluun tai metsäkadon vähentämiseen.

Verojen avulla pyritään saamaan markkinoilla hintaetua, niille tuotteille jotka ovat ympäristöä säästäviä. Ympäristöverojen taso pyritään asettamaan niin, että saadaan hinta sellaisille ulkoisille ympäristökustannuksille, jotka eivät muuten tule huomioiduiksi markkinoilla. Ulkoisten ympäristökustannusten arvioiminen voi olla hankala tehtävä. Torjunnan kustannuksista saadaan tietoa, mutta hyötyjen arviointi on epävarmimmalla pohjalla. Periaate on kuitenkin selvä.

Verojen ongelmana on myös se, etteivät etukäteen voida tietää kuinka hyvin verotuksen ympäristötavoitteet tulevat toteutumaan. Päästökaupalla ei tätä ongelmaa ole; ennalta määritetty tavoitetaso tullaan joka tapauksessa saavuttamaan. Toisaalta sitä on myös voimakkaasti kritisoitu siitä, että se vain laajentaa finanssikeinottelun piiriä ja irrottaa ilmastopolitiikan arkitodellisuudesta spekulatioiden ja johdannaisen maailmaan.

Päästövähennyksiä ostamalla voidaan myös kompensoida niitä päästöjä, jotka ovat syntyneet esimerkiksi lentomatkasta. Kompensaatiota on kuitenkin vastustettu kutsamalla sitä anekapaksi, jolla vain kuluttaja rauhoittaa omaatuntoaan, voidakseen jatkaa entisiä ympäristön kannalta ongelmallisia kulutustottumuksiaan.

5.1

Ekologinen verouudistus ja työ

Taloudellisen ympäristöohjaukselle on asetettu myös laajempia tehtäviä. On puhuttu ekologisesta verouudistuksesta. Tällöin verotuksen painopiste tietoisesti siirrettäisiin työn verottamisesta ympäristö- ja luonnonvaraveroihin. Ihmistyö korvaaminen koneilla tulisi vähemmän kannattavaksi. Voitaisiin yhtä aikaa sekä parantaa ympäristöntilaa että luoda uusia työpaikkoja. Ekologinen verouudistus on ainoa ympäristöpolitiikan ohjauskeinoista, joka liittyy elimellisesti ympäristöön ja työhön liittyvät politiikan lohkot toisiinsa. Siinä tavoitellaan yhtä aikaa ympäristö- ja työvoimapoliittisia hyötyjä.

Vaikka taloudellisen ohjauksen lisäämisellä on laajaa poliittista kannatusta, niin tehtäessä ympäristöveroehdotuksia, joku aina kiivaasti vastustaa niitä. Hyvä idea, mutta kohde on väärä kohde. Taloudellinen ohjaus muuttaa hintasuhteita ja näin vaikuttaa tuotteiden keskinäiseen kilpailukykyyn ja samalla tuottaa myös voittajia ja hävinneitä. Tämä tekee taloudellisen ohjauksen kehittämisen poliittisesti hankalaksi tehtäväksi.

Paljon auttaa kuitenkin, jos veropolitiikka on suunnitelmallista ja eri tahot voivat ajoissa mukautua sen muutoksiin. Pahinta on poukkoilu; verotasojen jatkuva rukkaaminen.

Taloudellinen ohjaus vaikuttaa myös laajemmin tulonjakoon. Energia haukkaa suuremman osan köyhien kuin rikkaiden tuloista. Energiaverotus esimerkiksi kuten edellä jo on todettu aiheuttaa alemmille tuloluokille suhteellisesti suuremman taloudellisen rasituksen kuin ylemmille tuloluokille, koska energia muodostaa kuluksista suuremman osan (EEA 2011). Osittain ilmeisesti siksi ammattiyhdistysliike suhtautuu niin epäilevästi ympäristönsuojeluun. Ja kuitenkin ympäristöriskit rasittavat enemmän alempia tuloluokkia niin kansallisesti kuin maailman mittakaavassa.

Energiavero on myös tasavero; köyhä ja rikas maksaa kilowattitunnista yhtä paljon. Jos rikkaan tulot ovat pääomatuloja niin hän maksaa itse asiassa energiasta vähemmän, koska sähkön hinta on alhaisemmasta verosta johtuen teollisuudelle halvempi kuin kuluttajille.

Energiaveroa on ollut vaikea tehdä kuluttajalle progressiiviseksi tuloverojen tapaan.

Verotuksen porrastaminen ympäristöhaittojen mukaan on joka tapauksessa tärkeä viesti sekä kuluttajille, että yrityksille, vaikka se ei kokonaan kattaisi ulkoisia ympäristökustannuksia. Kun Suomessa vuonna 2008 muutettiin ajoneuvoverotusta niin, että se perustuu hiilidioksidipäästöihin, tämä aiheutti ennakolta arvioitua selvästi suuramman siirtymisen vähäpäästöisiin ajoneuvoihin. Valtiovarainministeriölle tämä oli ongelmallista, koska arvioitu verokertymä vastaavasti pieneni.

Taloudelliset ohjauksen kannalta tärkeitä ovat varsinaisten ympäristömaksujen, -verojen ja tukien lisäksi se yhteiskunnan harjoittama taloudellinen ohjaus, joka toimii ympäristötavoitteita vastaan. Suomessa esimerkiksi työmatkojen verovähennykset ovat tärkeä yhteiskuntarakennetta hajauttava tekijä. Sen poistaminen kohdistuisi kuitenkin ainakin suhteellisesti voimakkaimmin lapsiperheisiin ja alempiin tuloluokkiin.

5.2

Taloudellinen ohjaus ja luonnonvarat

Herman Daly (2008) kehottaa suuntaamaan ympäristöverotuksen sekä luonnonvarojen ottoon että loppusijoitukseen. Varsinaisia luonnonvaraveroja on kuitenkin otettu vähän käyttöön. Yleensä valtiot ovat pikemminkin verohelpotuksilla tukeneet omien luonnonvarojen hyödyntämistä. Suomessakin on käytössä veroleikkuri, joka tietyn verotason jälkeen poistaa energiaintensiiviseltä teollisuudelta energiaverotuksen kasvun. Jotkut maat tukevat edelleen jopa hiilen tuotantoa. Luonnonvaraverotusta on lähinnä sovellettu maa-aineksiin. Englannista, Ruotsissa ja Tanskassa tällainen vero on käytössä. Suomessakin maa-aineksen verotusta on selvitetty, mutta tähän ei ole löytynyt poliittista tahtoa.

Viime aikoina kaivosvero on kuitenkin noussut julkiseen keskusteluun. Tämän veron avulla varmistettaisiin, ettei kaivosten tuoma taloudellinen hyöty valu liiallisessa määrin ulkomaille ja kaivosten aiheuttamista väistämättömistä ympäristöhaitoista saadaa korvausta.

Päästökauppa tulee olemaan keskeinen keino, kun säädellään hiilidioksidipäästöjä. Ympäristöveroja kuitenkin myös tarvitaan, koska kaikkia päästölähteitä ei voida

säädellä päästökaupan avulla ja toisaalta hiilidioksidin päästökauppa edistää luonnonvarojen säästävää käyttöä, vain jos se johtaa energian säästöön. Päästökauppaa toki voidaan suunnata luonnonvarojen käytön säätelyynkin, kuten on jo tehtykin soveltamalla sitä kalastukseen ja vedenkulutukseen. Kuitenkin energiavero on yksinkertaisin keino verottaa luonnonvarojen käyttöä. Vero on helpompi hallinnoida ja se ei yhä helposti johda markkinahäiriöihin.

Markkinat eivät yksin pysty ratkaisemaan maailman polttavia globaaleja ongelmia. Niitä voitaisiin kuitenkin käyttää nykyistä selvästi tehokkaammin sekä ilmaston muutoksen hillitsemiseksi, luonnon monimuotoisuuden hupenemisen pysäyttämiseksi sekä köyhyyden vähentämiseksi ja oikeudenmukaisuuden lisäämiseksi.

Olen ehdottanut ratkaisuksi maailmanlaajuisia energiaveroa, joka olisi luonteeltaan progressiivinen. Rikkaat maksaisivat enemmän veroa kuin köyhät. Tämä voitaisiin toteuttaa niin, että veron suuruus olisi sidottu esim. maan bruttokansantuotteeseen.

On oikeudenmukaista että rikkaat maksavat enemmän, koska heidän lisäkulutuksensa ei enää kohdistu elämän perustarpeiden tyydyttämiseen ja he ovat jo käyttäneet suuren osan maapallon fossiilista polttoaineista. Kaikkein köyhimmät maat voitaisiin vapauttaa kokonaan verosta.

Kun maa vaurastuu, verotus kiristyy ja kannustaa parantamaan energiatehokkuutta. Rikkaille maille syntyisi myös motivaatio saada vero alas, koska niissäkin talouskasvu kiristäisi verotusta, jos kasvu perustuisi energian kulutuksen kasvuun. Jos verotulot menisivät yhteiseen rahastoon, eivätkä jäisi maan omaan käyttöön, tämä olisi vielä lisämotivaatio parantaa energiatehokkuutta.

Kertyneet varat käytettäisiin kehitysapuun ja nykyinen kehitysapu lopetteisiin. Varoja myönnettäisiin vain hankkeisiin, joilla tyydytetään väestön perustarpeita (asuminen, liikkuminen, ravinto, terveydenhuolto ja koulutus) ja luodaan näille aloille työpaikkoja. Vastaanottajamailla olisi kiinnostusta toteuttaa hankkeita, jotka ovat energiatehokkaita, koska jos toteutuksen myötä energian kulutus nousee, niin samalla verotus kiristyy. Kehitysavun suuruus ei riippuisi yksittäisen maan maksuhalukkuudesta, vaan veron suuruudesta ja kulutetun energian määrästä.

Hiilivuoto voisi olla tässä mallissa ongelmana, kun rikkaat maat maksaisivat korkeampaa energiaveroa kuin köyhät maat. Toisaalta raaka-aineiden alkujalostus on pakko tehdä siellä, missä raaka-ainelähteet ovat ja teollisuuslaitosten sijaintiin vaikuttavat voimakkaasti myös monet muut tekijät ja ennen kaikkea markkinoiden läheisyys.

Tämän mallin suuri etu on, että se yhdistäisi vihreän talouden ja köyhyyden poistamisen elimellisesti toisiinsa. Sen avulla voitaisiin vaikuttaa yhtä aikaa sekä ilmastonmuutoksen hillintään että luoda työpaikkoja ja vaurautta kehitysmaihin. Nämä ovat suuria haasteita, jotka vaativat yhtäaikaista ratkaisua; ilman toisen ratkaisua ei voida ratkaista toistakaan.

Vielä yksinkertaisempaa olisi tämän lisäksi säätää kansainvälisin sopimuksin super-rikkaile erillinen ns. Kroisosvero, jonka tuotto käytettäisiin köyhyyden poistamiseen ja ympäristöongelmien ratkaisemiseen.

Oli sitten päästökaupasta tai energiaveroista, niin ne tulisi rakentaa yhdessä energia- ja raaka-aineiden tuottajien ja kuluttajien kanssa niin, että kaikkien edut tulevat huomioonotetuksi mukaan lukien myös alkuperäiskansat. Muuten maailmanlaajuisesta huutokaupaan perustuvassa päästökaupassa varakkaat ostajat olisivat helposti

köyhiä paremmassa asemassa ja energiaverot ja muut toimet rasittaisivat enemmän köyhiä maita ja varakkaiden maiden köyhimpiä kansalaisia.

Joka tapauksessa on selvää, että taloudellinen ohjaus tulee olemaan keskeinen keino toteuttaa ilmasto- ja luonnonvarapolitiikkaa. Muodossa tai toisessa se tulee nostamaan energian hintaa. Paljon riippuu myös siitä, kuinka paljon markkinahinnat nousevat ja kuinka paljon näiden päälle tarvitaan taloudellista ohjausta yhteiskunnan toimesta. Hinnan nousun seurauksena myös työn ja energian hinnan suhde muuttuu, niin että työn hinta suhteellisesti halpenee energiaan nähden, vaikka osa energian hinnan noususta välittyisikin työn hintaan.

Tähän asti työn tuottavuuden nousu on ollut huomattavan nopeaa ja halpa energia on näytellyt sen toteutumisessa keskeistä roolia. Kansainvälisen luonnonvarapaneelin puheenjohtaja Ernst von Weizsäcker on useaan otteeseen korostanut, että tulevaisuudessa täytyy kiinnittää huomiota ennen kaikkia luonnonvarojen käytön tuottavuuteen. Kun näin tapahtuu, samalla ihmistyö tulee halvemmaksi suhteessa sen korvaamiseen luonnonvarojen hyödyntämiselle.

von Weizsäckerillä (2010) on myös näkemys siitä, miten rebound-ilmiön haitalliset vaikutukset vältetään. Hän ehdottaa, että energian ja materiaalien käytön tehostumisen synnyttämät säästöt pitää sijoittaa tulevaisuuteen; niillä pitää rakentaa uusiutuvaa energiaa, parantaa edelleen energia- ja materiaalitehokkuutta sekä kehittää julkista liikennettä ja muuta kestävästä yhteiskunnan infrastruktuuria. Näin saadaan aikaan kehitys, jossa toteutuu yhteiskunnan mitassa jatkuvan parantamisen periaate.

Taloudellinen ohjaus laajentaa markkinoita oli sitten kysymys luonnonarvo- tai päästökaupasta tai päästöjen verottamisesta. Päästökaupan avulla markkinat alkavat kattaa koko ilmakehän. Ympäristösäätely tuottaa näin sivuvaikutuksia, joilla voi olla arvaamattomia kulttuurin tason seurauksia, jos alamme tarkastella luonnonilmiöitä ennen kaikkea niiden rahallisen arvon näkökulmasta. Miten käy silloin luontosuhteemme? Näemmekö kauneuden sijasta luonnossa ja sen ilmiöissä dollareita ja euroja? Herman Daly varoittaa meitä tällaisesta talouden ylivallassa; kaikki on lopulta taloutta.

6 Ekoinnovaatiot

Vihreän talouden ohjelmissa taloudellisen ohjauksen ohella ekoinnovaatioilla on keskeinen asema. Ilmastopolitiikan tavoitteita on vaikea saavuttaa ilman huomattavaa energia- ja materiaalitehokkuuden parantamista. Tarvitaan kokonaan uusia teknisiä ratkaisuja, tuotejärjestelmiä ja toimintatapoja.

Ekoinnovaatiot pitävät ympäristöä säästävän teknologian lisäksi siten sisällään myös sosiaaliset innovaatiot. Ekoinnovaatioista voidaan erottaa seuraavat tasot:

- sosiaaliset innovaatiot,
- tuoteinnovaatiot,
- tuotantoinnovaatiot,
- tuotejärjestelmä innovaatiot.

Käytännössä rajanveto eritasojen välillä on diffuusi ja ne kietoutuvat toisiinsa. Tuotteiden kehitys voi mahdollistaa uudet sosiaaliset innovaatiot ja päinvastoin. Toisaalta tuotteiden kehitys voi vaatia järjestelmätason muutoksia. Valmistustekniikassa tapahtunut kehitys taas voi mahdollistaa uudet tuotteet ja kulutustottumukset.

Ympäristöteknologian määrittely on osoittautunut hankalaksi tehtäväksi kuin vihreän talouden tai töidenkin määrittely. Melkein kaikella teknologioilla on vaikutuksia ympäristöön. Euroopan Unionin komission suhteellisen laajan määritelmän mukaan ympäristöteknologiat tehostavat pilaantumisen hallintaa, edistävät vähemmän pilaa- via ja vähemmän resursseja edellyttäviä tuotteita ja palveluja sekä edistävät resurssien tehokkaampaan käyttöön liittyviä keinoja.

Ympäristöteknologiasta tulee näin määriteltynä käsitteenä siitäkin kovin laaja ja hämärärajainen. Ongelma on sama kuin vihreän töiden kohdalla; melkein mikä tahansa teknologia käy vihreästä. Vaikeudet vähenevät jos määrittelemme erikseen ympäristöä säästävän teknologian ja varsinaisen ympäristöteknologian.

Ympäristöä säästävä teknologiaa olisi kaikki sellainen teknologia, joka oleellisesti vähentää ympäristöhaittoja. Syynä sen kehittämiseen ja käyttöön- ottoon voivat olla muutkin kuin ympäristösyöt.

Ympäristöteknologia käsittäisi vain sen teknologian, jonka nimenomaisena tarkoituksena on ympäristöhaittojen vähentäminen. Tällöin se kattaa seuraavat alueet:

1. Resurssitehokkuus

- energiatehokkuus
 - *tuotanto*
 - *kulutus*
 - *hukkalämmön talteenotto*
 - *jätteiden hyötykäyttö energiana*
- materiaalitehokkuus
 - *tuotanto*
 - *kulutus*
 - *jätteiden hyötykäyttö materiaana*

2. Uusiutuvat energialähteet

- biomassa
- tuuli
- vesi
- aurinko
- aallot ja vuorovesi
- maalämpö

3. Puhdistustekniikka

- maaperä
 - *fysikaaliset menetelmät*
 - *kemialliset*
 - *biologiset*
- ilma
 - *fysikaaliset*
 - *kemialliset*
 - *biologiset*
- vesi
 - *fysikaaliset*
 - *kemialliset*
 - *biologiset*

4. Jätehuolto

- keräys- ja kuljetukset
- jätteiden loppusijoitus

5. Mittaustekniikka

- anturit
- mittalaitteet ja järjestelmät

Ympäristöteknologiat voidaan jaotella niiden lähestymistavan mukaan myös seuraavalla tavalla:

- olemassa olevien teknologioiden ja menetelmien parantaminen ja kehittäminen.
- uuden muihin tarkoituksiin jo kehitetyn teknologian ja menetelmien soveltaminen ympäristökysymysten ratkaisemiseen.
- kokonaan uusien ratkaisujen kehittäminen.

Painopiste on selvästi siirtymässä puhdistustekniikasta resurssitehokkuuteen. Puhdistustekniikka ei kuitenkaan menetä merkitystä niin pitkään kuin ainekierrot eivät ole suljettuja ja päästöjä esiintyy. Täysin suljettuja kiertoja on vaikea rakentaa ja vähintään hukkalämpöä aina leviää ympäristöön.

Ympäristöteknologiaohjelmat

Suomessa ekoinnovaatioiden tai suppeammin ympäristöteknologian edistäminen on tapahtunut laaja-alaisesti osana yleisempää teknologia- ja innovaatiopolitiikkaa. Ympäristöteknologian osaamisalueiden kehittäminen on tapahtunut rahoitusorganisaatioiden, erityisesti teknologiarahoituksesta pääosin vastaavan TEKES:n strategialinjausten yhteydessä. Myös TEKES:n ja yritysten yhteisrahoituksella toimivat strategisten huippuosaamisten keskittymät (SHOK:t) ovat tehneet omia ohjelmiaan.

Vuonna 2008 käynnistynyt energia- ja ympäristöalueen strategisen huippuosaamisen keskittymä CLEEN Oy on yritysten ja tutkimuslaitosten yhteistyönä valmistelemassaan tutkimusagendassa nostanut keskeisiksi seuraavat alueet:

- Hiilineutraali energiantuotanto
- Hajautetut energiajärjestelmät
- Kestävät polttoaineet
- Energiamarkkinat ja älykkäät sähköverkot
- Tehokas energiankäyttö
- Resurssitehokkaat tuotantoteknologiat ja palvelut
- Materiaalien kierrätys ja jätteiden hallinta
- Mittaus, monitorointi ja ympäristötehokkuudenarviointi

Toinen SHOK, Metsäklusteri Oy haluaa näyttää tietä kestäväen kehityksen bioyhteiskunnalle ja kaksinkertaistaa metsäklusterin tuotteiden ja palveluiden arvon vuoteen 2030 mennessä vuoteen 2006 verrattuna. Tavoitteena on, että vähintään puolet arvosta perustuu uusiin, innovatiivisiin tuotteisiin ja palveluihin, jotka ovat maailman halutuimpia.

TEKES on omissa strategisissa sisältölinjauksissaan valinnut puhtaan energiantuotannon, energia- ja materiaalitehokkuuden sekä luonnonvarojen kestäväen käytön teemat alueiksi, joilla suomalaisilla on hyvä perusosaaminen ja edellytykset menestyä globaaleilla ympäristöteknologian markkinoilla. Näiden valintojen pohjalta TEKES on mm. käynnistänyt uusiutuvaan energiaan, biomassoihin, veteen ja kestäväen rakennettuun yhdyskuntaan sekä kestäväen talouteen liittyvät ohjelmat ja tutkimuspanostukset.

TEKESin rahoitus energia- ja ympäristötavoitteita sisältäviin hankkeisiin on kaksinkertaistunut 2000-luvulla. Vuonna 2009 laajasti ymmärrettynä ympäristöinnovaatioiden kokonaisrahoitus oli 230 M€, mikä on reilut 40% Tekesin koko myöntövaltuudesta. Rahoitusta on siis voitu suunnata pitkäjänteisesti ympäristöteknologioiden kehittämiseen.

Maailmanlaajuisesti aurinkoenergia on ollut se ympäristöteknologian ala, joka on kerännyt suurimman osan riskirahoittajien sijoituksista. Tuulienergia on myös alue, joka myös kiinnostaa sijoittajia.

Elinkeinoelämän keskusliitto on julkaissut oman näkemyksensä ekoinnovaatioista julkaisussaan "Yritykset vihreän talouden eturintamassa". Sen mukaan Suomen talouden vahvuutena ovat perinteisesti olleet luonnonvarat: metsät, vedet ja kai-

vannaiset. Niiden ympärille on syntynyt vahvaa ympäristöosaamista. EK näkee, että tekninen infrastruktuuri on innovaatiotoiminnan, osaavien ihmisten ja rahoituksen lisäksi keskeinen edellytys menestyvälle liiketoiminnalle.

Suomen suurimmat kaupungit ovat yhdessä tehneet sitoumuksen vähähiilisten tavoitteiden saavuttamiseksi. Toinen esimerkki on **Kohti hiilineutraalia kuntaa -hanke (HINKU)**¹, joka alkoi vuona 2008 viidessä pienessä kunnassa yritysten ja tutkijoiden aloitteena. Mukana olevat kunnat ovat lupautuneet toimimaan edelläkävijöinä ja pienolaboratorioina hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi virallisia tavoitteita enemmän ja sovittua aikataulua nopeammin. Kunnat ovat yhteistyössä eri toimijoiden ja sidosryhmien kanssa asettaneet tavoitteekseen vähentää hiilidioksidipäästöjään 80 prosentilla vuoteen 2030 mennessä. Kunnat pyrkivät yhteistyössä ratkaisuihin, joissa on otettu huomioon sekä ympäristö että taloudelliset ja sosiaaliset tekijät.

Kunnat, elinkeinoelämä, kuntalaiset, tutkimuslaitokset ja asiantuntijat ideoivat ja räätälöivät yhdessä uusia ratkaisuja, joilla voidaan vähentää etenkin liikenteen, asumisen ja ruuan päästöjä. Tavoitteena on samalla vahvistaa kuntien elinvoimaisuutta, luoda uusia kumppanuuksia sekä lisätä kysyntää ilmastomyönteiselle teknologialle ja edistää työllisyyttä.

Kaikki kunnat ovat aloittaneet käytännön, jossa kunnan päästövähennystoimenpiteiden toimintasuunnitelma valmistellaan vuosittain ja sisällytetään osaksi kunnan talousarviota.

Kunnat ja paikalliset yritykset ovat hankkeen ensimmäisen kahden vuoden aikana ilmoittaneet kymmeniä toimenpiteitä, joista päästövähennyksiltään merkittävimpiä ovat olleet rakennusten energiatehokkuustoimenpiteet ja uusiutuviin energialähteisiin perustuvat lämmitysratkaisut. Muutamissa kunnissa ratkaisut ovat synnyttäneet kunnan väkilukuun suhteutettuna merkittävän määrän uusia työpaikkoja.

Kaiken kaikkiaan näkemykset siitä mihin pitää panostaa, ovat hyvin samankaltaisia eri ohjelmissa. Kansainvälisesti ympäristöteknologian tuki ohjautuu yleensä maan omien ongelmien ratkaisuun ja teollisuuden vahvuuksien edistämiseen.

6.2

Innovaatiot ja ympäristöohjaus

Ympäristöteknologian kehittämisessä ympäristöpoliittisilla ohjauskeinoilla on ollut merkittävä rooli. Ohjauskeinojen perustarkoitus on luonnollisesti ympäristöhaittojen vähentäminen ja ehkäisy. Tämän tavoitteen saavuttaminen edellyttää kuitenkin, että käytetään hyväksi kaikki ne mahdollisuudet, joita olemassa oleva tekniikka tarjoaa päästöjen ja jätteiden vähentämiselle sekä materiaalien ja energian säästämiseksi ja että luodaan edellytyksiä uusien innovaatioiden syntymiselle.

Yritysten kannalta on myös tärkeää että ympäristöpolitiikan ohjauskeinot mahdollistavat teknologian kehittämisen; ympäristöhaittojen ehkäisy kehittämällä tai soveltamalla uusia teknisiä ratkaisuja on yleensä kustannustehokkaampaa kuin muutosten tekeminen jo olemassa oleviin prosesseihin ja laitteisiin.

¹ Kunnat ovat Kuhmoinen, Mynämäki, Padasjoki, Parikkala ja Uusikaupunki. Vuonna 2011 kuusi kuntaa ryhtyi hankkeen kumppanuuskunniksi.

Uusia teknisiä ratkaisuja kehittävät usein muut yritykset kuin ne, joihin ohjauskeinot kohdistetaan. Laitevalmistajille ja tutkimuslaitoksille käyttöön otettavilla ympäristöpoliittisilla ohjauskeinoilla ja niiden ajoituksella on siten myös tärkeä merkitys, koska ne oleellisesti vaikuttavat kehitettyjen tuotteiden markkinoiden syntyymiseen

Ympäristöpoliittisia ohjauskeinoja kehitettäessä onkin otettu huomioon ohjauskeinojen vaikutukset tekniikan kehitykseen ja innovaatioihin. Eri ympäristöpoliittisissa ohjauskeinoissa tämä näkyy seuraavalla tavalla:

Lupajärjestelmä

- *Lupaehtojen tulee perustua siihen tasoon, joka on saavutettavissa parhaalla käyttökelpoisella tekniikalla (BAT). Tämä periaate sisältää tekniikan kehityksen suomien mahdollisuuksien ja rajoitusten huomioonottamisen lupaehtojen määrittämisessä ja asettaa sekä viranomaisille että teollisuudelle velvoitteen tekniikan kehityksen seurannasta. Toiminnan harjoittaja voi kuitenkin itse valita sen tekniikan, jonka avulla lupaehdot täytetään.*
- *Parhaan tekniikan avulla saavutettava ympäristösuojelun taso muuttuu tekniikan kehittyessä ja vastaavasti lupaehtoja tulee tarvittaessa tarkistaa.*
- *Luvissa voidaan esittää selvitysehtoja uusista teknisistä ratkaisuista, joilla ympäristöhaittoja voidaan vähentää.*

Tuotemääräykset ja standardit

- *Voivat sisältää määräyksiä, jotka edellyttävät tietyn siirtymäajan puitteissa uuden tekniikan kehittämistä.*
- *Laajennettuun tuottajan jätehuoltovastuuseen perustuvat määräykset pyrkivät edistämään tuotekehitystä.*
- *Tuotekehitystä koskevat määräykset pyrkivät suoraan edistämään ympäristönäkökohtien huomioonottamista tuotesuunnittelun yhteydessä.*

Ympäristöjärjestelmät

- *Organisaatiot sitoutuvat ympäristönsuojelun tason jatkuvaan parantamiseen. Järjestelmät kattavat yrityksen kaikki toiminnat ja niiden merkittävät ympäristövaikutukset; tuotekehitys kuuluu järjestelmien piiriin.*

Ympäristö- ja energiamerkinnot sekä tuoteselosteet

- *Tuotekehityksen kannustaminen ympäristöä säästävien tuotteiden markkinoinnin edistämisen avulla.*
- *Kriteerien jatkuva uusiminen luo paineita tuotekehitykselle.*

Taloudelliset ohjauskeinot

- *Uusien ympäristöä säästävien innovaatioiden kilpailukykyisyyttä pyritään edistämään ympäristöverojen, -maksujen ja tukien avulla.*
- *Päästökauppa pyrkii edistämään uuden tekniikan kehittämistä niissä kohteissa, joissa se on kustannustehokkainta.*

Vapaaehtoiset sopimukset

- *Voivat sisältää tavoitteita, joiden saavuttaminen edellyttää uuden tekniikan kehittämistä.*
- *Voivat sisältää myös sopimuksia tukien käytöstä ja niiden saannin edellytyksistä.*

Tutkimusohjelmat

- *Tuotekehityshankkeet.*
- *Uuden tietopohjan luominen.*
- *Verkostojen luominen innovaatioiden tukemiseksi.*
- *Tutkimustulosten tunnetuksi tekeminen.*

Lupamääräykset ovat vauhdittaneet puhdistusteknologian käyttöönottoa ja luoneet markkinoita ympäristöystävällisemmille ratkaisuille. Koska määräykset on sidottu siihen tasoon, joka voidaan saavuttaa parhaalla käyttökelpoisella tekniikalla, ja tekniikka kehittyy jatkuvasti ja vastaavasti säädökset ja ehdot kiristyvät, niin yritykset yleensä ennakoivat toimissaan tämän kehityksen ja itse kehittävät toimintaansa. Näin ne eivät joudu tilanteeseen, jossa ohjaus tulee ulkoa ja aikataulut määritetään viranomaisten toimesta. Lupajärjestelmä ja määräykset luovat siten sekä suorasti että epäsuorasti kysyntää ympäristötekniselle osaamiselle ja pakottavat yrityksiä kiinnittämään ennakoivasti huomiota aiheuttamiinsa ympäristöongelmiin.

Pääperiaatteena lupajärjestelmässä on parhaan tekniikan periaatteen lisäksi ympäristövaikutusten tarkastelu kokonaisuutena sekä laitospöytäisten teknisten ja paikallisten ympäristöolosuhteiden erityispiirteiden huomioonottaminen. Paras tekniikka pitää sisällään myös taloudellisen kohtuullisuuden.

EU on uudistanut EU:n ympäristölupaa käsittelevän direktiivin ja liittänyt sen yhteyteen kaikki teollisuuden päästödirektiivit (IED – Industrial emission directive). Samalla on parhaan tekniikan käytön velvollisuutta korostettu entisestään.

EU on laatinut parhaan tekniikan selvityksiä kaikille niille toimialoille, joita lupamenettely koskee. Nämä antavat kuvan siitä päästötasosta, jota lupaehdoissa voidaan vaatia. Toiminnan harjoittaja saa kuitenkin itse valita ne keinot, joilla vaadittu päästötaso saavutetaan. Näin lupaehdot eivät estä uuden tekniikan kehittämistä.

Työympäristön riskitekijät ovat yleensä heikosti huomioitu parhaan tekniikan selvityksissä, joskin asiantuntija voi niiden avulla myös päätellä, minkälaisia työhygieenisia ja turvallisuusriskejä niiden käyttöön mahdollisesti työpaikoilla liittyy. Yleensä ympäristötoimilla on kuitenkin positiivinen vaikutus työympäristötekijöihin.

Vaikka ympäristölupien perusteena käytetyn parhaan tekniikan selvitykset pitävät myös sisällään tuloillaan olevan teknologian (emerging technology), on niiden vaikutus ekoinnovaatioihin lähinnä välillinen. Koska lupaehdot ajan myötä ovat koko ajan kiristyneet, tämä luo tarpeen kehittää ympäristöteknologiaa.

Ympäristölupajärjestelmä sisältää energiatehokkuuden. Hiilidioksidipäästöjä säädellään kuitenkin teollisuuden osalta lähinnä päästökaupalla. Päästökauppa edistää periaatteessa ekoinnovaatioita, koska se suuntaa toimet sinne, missä ne on kustannustehokkainta tehdä. Toisaalta ei ole varmaa olisivatko nämä sellaisia toimia, jotka muutenkin tehtäisiin teknisistä ja taloudellisista syistä. Tai päinvastoin, toimet olisi pakko tehdä, mutta päästökaupan ansiosta onkin edullisempaa ostaa päästöoikeuksia. Oikeuksien myymisen mahdollisuus johtaa kuitenkin myös sellaiseen päästöjen vähentämiseen, jota ei muuten tehtäisi. Ja päästökauppa vaikuttaa kuin ympäristölupa myös pelkästään järjestelmänä; yritykset tietävät että tulevaisuudessa oikeuksien hinta tulee nousemaan päästörajatusten kiristyessä.

Ekosuunnittelulaki (Eco-design-direktiivi) yhdistää aiemmat energiatehokkuus- ja energiamerkintä-säädökset ja asettaa tiukkenevat energian-kulutuksen raja-arvot laajalle joukolle sähkölaitteita. Tavoitteena on jo suunnitteluvaiheessa huomioida tuotteen koko elinkaaren ympäristömyötäisyys. Toistaiseksi asetuksissa on huomioitu energiatehokkuus, mutta muut tuotteen ympäristövaikutukset ovat jääneet vähemmälle huomiolle.

Tuotteiden ekologiselle suunnittelulle ja energiamerkinnälle asetettavien vaatimusten arvioidaan säästävän sähköä koko EU:n alueella vuonna 2020 noin 5 prosenttia

ensisijaisesta energiankulutuksesta. Tämä on neljäsosa EU:n tavoitteesta vähentää energiankulutusta 20 prosenttia vuoteen 2020 mennessä.

Komission suunnitelmissa on arvioida Ecodesign-direktiivin vaikuttavuutta ja laajentaa sen soveltamisalaa kaikkiin ympäristön kannalta merkittäviin tuotteisiin. Monet jäsenmaat ovat esittäneet, että tässä yhteydessä on syytä myös arvioida se ottaako metodologia riittävästi huomioon mm. tuotteiden kemikaalisäällön, kierrätettävyyden ja materiaalitehokkuuden. Sama koskee myös työturvallisuutta. Tämän direktiivin nojalla on esim. vaihdettu hehkulamput loisteputkiin. Samalla on luotu työsuojelun ongelmia, koska loisteputkissa käytetään elohopeaa.

Ympäristöverojen ja maksujen vaikutus uuden teknologian kehittämiseen on useimpien tutkimuksien mukaan vähäinen, koska verojen taso yleensä on melko alhainen ja energiantensiiviselle teollisuudelle on annettu kansainväliseen kilpailuun liittyvistä syistä verohelpotuksia. EEA:n (2011) selvityksen mukaan ympäristöverojen käytöllä on ollut silti vaikutusta ekoinnovaatioiden edistämiseksi.

Ympäristöteknologian edistämishelmien vaikuttavuutta selvitettäessä on havaittu, että useissa maissa kehitystoimet olisi suoritettu ilman tukiakin tai tukia on ohjautunut hankkeille, jotka eivät teknisesti onnistuessaankaan ole menestyneet markkinoilla.

Toisaalta tukia kuitenkin tarvitaan, koska energiajärjestelmien ja monien ympäristönsuojelun kannalta keskeisten teollisuusalojen muutokset ovat hitaita, investoinnit mittavia ja teknologian tarjoamia mahdollisuuksia voidaan siten hyödyntää täysmääräisesti vain kehittämällä riittävän ajoissa ja riittävän määrätietoisesti lupaavimpien tekniikoiden taloudellisuutta ja toimivuutta. Pysymällä tekniikan kehityksen kärjessä myös teknologian vientimahdollisuudet ovat parhaimmat.

Tuottajan laajennettua jätehuoltovastuuta koskevien säädösten tarkoituksena on saada valmistajat kiinnostumaan tuotteen kehittämisestä niin, että jätteitä syntyisi mahdollisimman vähän. Toistaiseksi on kuitenkin vain vähän esimerkkejä siitä, että nämä järjestelmät olisivat vaikuttaneet tuotekehitystyöhön jätteiden syntyä ehkäisevästi. Syynä on ilmeisesti jätehuollon kustannusten vähäinen osuus yritysten kokonaiskustannuksista. On myös ilmeistä, ettei jätteiden ehkäisyn tavoitetta voida saavuttaa pelkästään jätteepoliittisin toimin, vaan tarvitaan kokonaisvaltaisempaa koko materiavirtaan vaikuttavaa lähestymistapaa.

Tärkeä merkitys innovaatiopolitiikassa on myös julkisilla hankinnoilla. Suomessa valtioneuvosto teki 8.4.2009 periaatepäätöksen, jolla kannustetaan kestäviin hankintoihin kaikkia julkisia toimijoita – valtion keskus- ja aluehallintoa sekä kuntakenttää.

Periaatepäätöksen mukaan tulevaisuudessa julkinen sektori panostaa entistä enemmän uusiutuvaan energiaan, passiivitaloihin, energia- ja ympäristömerkittyihin tuotteisiin ja palveluihin, vähäpäästöiseen liikkumiseen sekä ympäristöystävällisiin aterioihin julkisissa keittiöissä. Tavoitteena on, että vuonna 2015 kaikissa hankinnoissa on punnittu hankinnan kannalta oleellisia ympäristötekijöitä. Ministeriöitä päätös sitoo, kunnille ja valtionyhtiöille periaatepäätöksen tavoitteet ovat suosituksia.

Näin luodaan markkinoita ekoinnovaatioille ja ennen kaikkea edesautetaan niiden markkinoille pääsyä. Tähän asti Suomessa julkisia hankintoja on käytetty varovaisesti innovaatiopolitiikan ohjauksena.

Jotta säätely todella kannustaisi yrityksiä innovaatioihin, tarvitaan haastavia ja mieluummin määrällisiä ympäristötavoitteita. Määräysten ja vaatimusten kehityksen

on oltava myös yritysten ennakoitavissa. Tuotekehitysinvestoinnit vaativat riittävää varmuutta siitä, että säätely todella johtaa kysynnän kasvuun.

Kun Suomi liittyi EU:hun niin pelättiin, että ympäristönsuojelun taso heikkenee. Toisin on käynyt. Ilman EU:ta ympäristönsuojelun taso olisi Suomessa todennäköisesti tällä hetkellä selvästi heikompi. Tästä on osoituksena sekin, ettei meillä juuri ole löytynyt poliittista tahtoa ja kunnianhimoa selvästi ylittää EU:n asettamaa vaatimustasoa millään ympäristönsuojelun loholla. Olemme toki mukana EU-maiden etujoukossa, mutta sen perässä roikkujana.

Suomessa on viime aikoina tullut tavaksi julistautua alalla kuin alalla edelläkävijäksi. Ajatellaan että pelkkä julistautuminen riittää. Onnistuminen edellyttää kuitenkin pitkäjännitteistä ja määrätietoisesta työtä ja ennen kaikkea tahoja ja uskallusta. Elinkeinoelämän ja poliittisten päättäjien on yhdessä löydettävä keinot, joilla synnytetään kannustava ilmapiirin ja säädöskehikko. Täytyy asettaa tavoitteita jotka ylittävät muiden tavoitteet ja täytyy ottaa riskejä. Ilman niitä ei ekoinnovaatioitakaan synny.

Innovaatiopolitiikka on Suomessa pyrkinyt luomaan innovaatioiden synnylle ja leviämislle edullisen toimintaympäristön. Meillä ei ole Tanskan ja Saksan tapaan valittu mitään teknologiaa sellaiseksi, johon todella panostetaan ja jonka avulla voidaan yhtä aikaa synnyttää uusia työpaikkoja ja ratkaista ympäristöongelmia. Ilmastopolitiikassa joudutaan kuitenkin ottamaan kantaa eri teknologioihin ja siihen, miten niitä mahdollisesti tuetaan. Valtioneuvosto päättää uusista ydinvoimaloista ja tukee uusiutuvien energialähteiden käyttöä. Kuitenkin Valcon surullinen kohtalo jätti vuosikymmenien varjon; valtio ei enää ole halunnut olla uuden teollisuudenalan käynnistämisen vaiheen toimija.

Olemmeko menettäneet asemia ja uusia liiketoimintamahdollisuuksia ja työpaikkoja, kun olemme vuosikausia kauhistelleet ilmastopolitiikan aiheuttamia taloudellisia uhkia emmekä ole riittävästi miettineet, miten kääntää ne mahdollisuuksiksi? Toistaiseksi ainakin WWF:n selvityksen (WWF 2012) mukaan kuulumme niihin maihin, jotka ovat ekoinnovaatioiden kehittäjinä kärkijoukkoa. Mutta kuinka kauan?

Joka tapauksessa kaikki edellytykset ympäristöliiketoiminnan voimakkaaseen kasvuun ovat olemassa, jos tosissamme asetamme sen kansalliseksi tavoitteeksi. Mutta uusia työpaikkoja ei synny, jos emme samalla halua olla myös itse ympäristönsuojelussa edeltä kävijöitä. Kokemus osoittaa, että kansallisten ongelmien ratkaisemisen kautta parhaiten syntyy uusia vientituotteita, jotka menestyvät maailman markkinoilla.

Kaiken kaikkiaan yksittäisten ympäristöpoliittisten ohjauskeinojen vaikuttavuus-tutkimusten pohjalta piirtyvä sanoma voi kuitenkin olla liian pessimistinen. Kuten edellä todettiin lupajärjestelmä vaikuttaa innovaatiotoimintaan jo pelkällä olemassaolollaan. Sama koskee myös muita ohjauskeinoja; se mikä tutkimuksissa luetaan markkinoiden paineeksi ja teollisuuden omaehtoiseksi toiminnaksi, voi kuitenkin itse asiassa ainakin osittain olla teollisuuden ja innovaatiotoiminnan vastausta koko ympäristöpolitiikan tuomiin paineisiin ja sen yhteiskunnallisiin vaikutuksiin.

Joka tapauksessa on selvää, että vaikka ympäristöpolitiikan ohjauskeinoilla pyritään edistämään ympäristöinnovaatioiden syntymistä, niin niiden vaikutus ympäristötekniikan kehittymiseen on pääasiassa välillinen; ne lisäävät ympäristöä säästävän teknologian kysyntää ja antavat teollisuudelle tietoa ja uutta tietopohjaa siitä, miten teknologiaa tulisi kehittää ja mille tasolle päästöjen vähentämisessä tulisi päästä. Tämä korostaa suunnitelmallisuuden merkitystä ympäristöpolitiikkaa ke-

hitettäessä. Mitä johdonmukaisempaa ja ennakoitavaa ympäristöpolitiikka on, sitä voimakkaampi on sen vaikutus sekä ympäristöä säästävän teknologian tarjontaan että kysyntään ja näin myös uusien innovaatioiden syntyyn.

Ekoinnovaatioille on ominaista, että ne syntyvät eri tieteiden rajapinnassa. OECD:n selvitysten (2009) mukaan vain noin viidennes niistä on lähtöisen pelkästään ympäristö- tai energiatekniikan piiristä. Tämä tekee ekoinnovaatioiden edistämisestä erityisen haastavaa ja edellyttää monitieteellistä näkökulmaa.

6.3

Sosiaaliset innovaatiot ja työ

Suomessa kansallinen innovaatiopolitiikka on ekoinnovaatioiden osalta pitkälti keskittynyt ympäristöteknologian kehittämisen edistämiseen. Sosiaalisten innovaatioiden merkitys tulee kuitenkin jatkossa kasvamaan.

Sosiaaliset innovaatiot voivat kattaa seuraavia alueita:

- palvelujen tarjoaminen tuotteiden omistamisen sijasta,
- tuotteiden yhteiskäyttö,
- uudet työ- ja toimintatavat,
- ympäristötiedon levittäminen,
- koulutus ja kasvatus.

Palvelujen myyminen ja tuotteiden vuokraaminen sekä tuotteiden yhteiskäyttö muokkaavat sekä yritysorganisaatioita että kuluttajien käyttäytymistä. Kuluttajien kulutustottumusten muutos on ennakkoehto, että esimerkiksi autojen tai kesämökien yhteiskäyttö laajassa mittakaavassa lisääntyisi.

Yritykset joutuvat samalla miettimään uusiksi sen, mikä itse asiassa on niiden tuote. Onko se esimerkiksi ajoneuvo tai liikuntapalvelun tuottaminen. Tämä ajattelutavan muutos läpäisee lopulta koko yritysorganisaation ja tätä kautta vaikuttaa myös työhön ja sen sisältöön.

Anthony Giddens (2010) on ilmastopolitiikkaa käsittelevässä kirjassaan kiinnittänyt huomiota siihen, että ihmisten pitää yhtä aikaa elämässään hoitaa arkensa ongelmia ja samalla kantaa huolta pitkälle tulevaisuuteen ulottuvasta ilmastomuutoksen uhasta. Tässä ristiriitatilanteessa arjen tämän päivän työn ja toimeentulon ongelmat vievät helposti voiton, eikä tilannetta paranna se, että ilmastomuutoksen kansalaisilta vaadittavat toimet esitetään syyllistäen ja vielä uhrauksina. Samoin kansalaisten voi olla vaikea saada selkoa asiantuntijoiden arvioista ilmaston kehityksestä ja erityisesti siihen liittyvistä epävarmuustekijöistä. Giddens peräänkuuluttaa ilmastopolitiikkaa, joka tarjoaa tavallisille kansalaisille positiivisia ja uskottavia toiminnan vaihtoehtoja. Hän kuitenkin toteaa, ettei meillä vielä ole tällaisia malleja.

Eräs mahdollisuus olisi alkaa innovaatiopolitiikassa kiinnittää enemmän huomiota kuluttajiin ja pyrkiä synnyttämään jokapäiväisen arjen innovaatioita niin kotitalouksissa kuin työpaikoilla. Virallisissa asiakirjoissa puhutaankin yhä enemmän tarpeesta kehittää käyttäjälähtöistä innovaatiopolitiikkaa. World Economic Forum

(2012) korostaa kuluttajien ja teollisuuden yhteistyön merkitystä parannettaessa resurssitehokkuutta.

Eva Heiskanen ja Mikko Jalas (2011) esittävät seuraavan yhteenvedon syistä, joiden takia käyttäjät tulee saada mukaan kestävien tuotteiden ja palvelujen kehittämiseen:

- Joillakin käyttäjillä on jo käytössään hyviä ratkaisuja.
- käyttäjät ovat joskus hyviä kehittäjiä.
- käyttäjät räätälöivät tuotteita.
- käyttäjät levittävät ratkaisuja toisille käyttäjille.
- käyttäjät voivat tuottaa kehittäjille uusia ideoita ja tietoa ratkaisujen käyttöönoton edellytyksistä ja niiden hyväksyttävyydestä.

Jotta käyttäjät saadaan mukaan kehittämiseen, tarvitaan uusia työtapoja ja työkaluja. Asuinalueita suunniteltaessa asukkaiden osallistumista suunnitteluun on kokeiltu hyvin tuloksin. Mielenkiintoisia olisivat sellaisen arjen innovaatiot, jotka ovat helposti monistettavissa ja levitettävissä ja joilla levitessään olisi vaikuttavuutta sekä joihin liittyisi uuden liiketoiminnan mahdollisuuksia. Julkisen vallan tehtävänä olisi luoda edellytyksiä tällaiselle toiminnalle ja raivata esteitä sen tieltä.

John Ehrenfeld, joka on yksi teollisen ekologian koulukunnan johtohahmoista, puhuu kirjassaan "Sustainability by Design" (2008) siitä, kuinka tärkeää on siirtyä ongelmien ratkaisusta miettimään koko sitä systeemiä ja niitä verkostoja, jotka ongelmat synnyttää. Hän nostaa keskeiseen asemaan muotoilun (design) käsitteen ja käyttää sitä hyvin laajana yleiskäsitteenä, korostaessaan että kestävä kehitys edellyttää olemassa olevien kestävämmien rakenteiden tietoista sosiaalista uudelleenmuotoilua. Hänen mukaansa meidän pitää muotoilla uudestaan ei vain käyttämämme esineet vaan myös maailmankuvat, uskomukset, normit, valtarakenteet, organisaatiot, työtehtävät ja teknologiat. Uudelleen muotoilu voi syntyä vain sosiaalisten innovaatioiden, uusien verkostojen, yhteistyön muotojen, työtapojen ja kokeilujen kautta. Onnistuneet kokeilut johtavat niiden leviämiseen ja vähitellen suurempiin rakenteiden muutoksiin. Tietotekniikka tarjoaa niiden levittämiseksi aivan uusia mahdollisuuksia.

Suomen kieleen design-käsite ei oikein hyvin käänny; se tuo helposti mieleen lähinnä teollisen muotoilun.

Valtioneuvoston ennakoitiverkko (2009) on myös kiinnittänyt huomiota sosiaalisten innovaatioiden laajaan yhteiskunnalliseen merkitykseen. Ne voivat koskea sekä voimavarojen entistä monipuolisempaa hyödyntämistä että rakenteiden, organisaatioiden ja yhteiskunnan ohjausjärjestelmien uudistamista. Sosiaaliset innovaatiot varmistavat, että talouden ja teknologian kehitys ja yhteiskunnan sosiaalinen kehitys niin työssä kuin kodin arjessa eivät eriydy toisistaan.

6.4

Ennakointi

Ympäristönsuojelussa ennakoinnilla on keskeinen asema. Tarvitaan toimintaympäristön muutosten ennakointia ja erityisesti käsitystä siitä, miten tekniikka kehittyy ja miten sen kehitykseen voitaisiin vaikuttaa niin, että se tukisi vihreää taloutta ja

mahdollistaisi sen rakentamisen. Tämän lisäksi on tarpeen ennakoida itse ympäristöpolitiikan kehitystä.

Ympäristötekniikan kehityksen ennakkointia on harrastettu monissa maissa, jotta innovaatiopolitiikkaa ja muita tukitoimia voitaisiin suunnata oikeisiin kohteisiin. Suomessa SITRA (2006) on tuottanut tällaista materiaalia, kun se valmisteli omaa ympäristötekniikan kehitysohjelmaansa. Ympäristöministeriön innovaatiopaneelilla on ollut jäte- ja materiaalitehokkuusteknologioiden ennakkointia.

Heikot signaalit ovat merkkejä sellaisista tapahtumista, kehityssuunnista, systemin toiminnoista tai muutosten ensioireista, jotka ovat niin heikkoja, että niiden vaikutuksia on vaikea määrittää, mutta joilla voi tulevaisuudessa olla suuri merkitys. Ne ovat tavallaan tulevien tapahtumien ja kehityskulkujen tai niiden mahdollisuuksien ensioireita. Ne liittyvät usein kehityksen epäjatkuvuuskohtiin ja ennakoivat niiden syntyä. Niiden ei välttämättä tarvitse olla uusia ilmiöitä. Ympäristön muuttuessa ja prosessien kehittyessä tutustakin tekijästä ja sen muutoksesta voi tulla heikko signaali tulevasta.

Ympäristönsuojelussa vallitsee varsin laaja yhteisymmärrys sellaisista tulevaisuuden megatrendeistä, joka suurella todennäköisyydellä edelleen jatkuvat ja joihin liittyy hyvin vakavia seurauksia. Lähes kaikissa ympäristöpoliittisissa ohjelmissa näitä ovat ainakin:

- Ilmastonmuutos
- Luonnon monimuotoisuuden hupeneminen
- Kemiakaalien lisääntyvä käyttö

OECD:n ympäristötilan raportti lisää näihin myös vesivarojen riittävyyden. Kemiakaaleja se tarkastelee ympäristöterveyden näkökulmasta.

Kemiallisten aineiden lisääntyvän käytön kokonaisvaikutuksia työ- ja elinympäristössä on näistä vaikein arvioida. Kuinka suuren uhan ne muodostavat työntekijöille ja koko väestön terveydelle esimerkiksi lisääntyvien syöpätapausten, allergioiden tai perimämuutosten kautta ja miten ne lopulta vaikuttavat myös eliöihin ja ekosysteemipalvelujen toimintakykyyn? Esimerkiksi OECD:n arvioiden mukaan ilman epäpuhtaudet ovat jo suurempi ennen aikaisten kuolemien aiheuttaja kuin malaria.

Kuinka suuri osa kemiallisista aineista kuitenkin päätyy lopulta vesistöjen sedimentteihin eikä aiheuta riskiä, jollei sedimenttejä aleta ruopata kai muuten käsitellä? Vaikutusten arviointia vaikeuttaa vielä se, että eri aineiden yhteisvaikutuksesta on olemassa varsin vähän tietoa. Muutama vuosi sitten EU:n ympäristöministerien vernettyä tutkittiin, niistä löytyi lukuisia erilaisia ympäristömyrkyn jäämiä.

Kestävän kehityksen tavoitteiden huomioon ottaminen tuo ennakkointiin uusia näkökulmia ja samalla myös erittäin vaikeasti hallittavia epävarmuustekijöitä. Kestävä kehitys edellyttää, että myös tuleville sukupolville koituvat riskit otetaan huomioon päätöksenteossa. Mutta kuinka pitkälle tulevaisuuteen meidän tulisi kurkottaa? Ja kuka voi tietää miten ihmiset silloin erilaisiin riskeihin suhtautuvat ja miten he niitä keskenään arvottavat?

Taloustieteen mallit eivät yleensä yllä kovinkaan luotettavasti edes kymmenen vuoden päähän, joskin taloudessa ja tekniikan kehityksessä on nähtävissä melko

selviä megatrendejä. Ennakointimenetelmien avulla voidaan arvioida, mitä riskitekijöitä saattaa liittyä erilaisiin kehityskulkuihin.

Taloudessa on pitkän aikavälin säännönmukaisia nousu- ja laskukausia ja teollisuusmaissa tuottavuuden kasvu on viimeiset sata vuotta ollut keskimäärin 2–3 prosenttia vuodessa. Väestön ikäjakautumien, kuolleisuuden ja sairastavuuden kehityksestä on myös saatavissa pitemmän ajan arvioita. Elintason nousu johtaa yleensä väestön kasvun tasaantumiseen.

Teknologian kehityksessä voidaan löytää seuraavia pitkään jatkuneita kehityskulkuja:

- Energia- ja materiaalitehokkuuden lisääntyminen
- Laitteiden ja koneiden pieneneminen
- Automaatio-ohjauksen eteneminen
- Ihmistyövoiman korvaaminen koneilla ja laitteilla
- Kemiallisten yhdisteiden lisääntyvä käyttö

Automaatiokehitys tulee jatkumaan ja koneiden itseohjautuvuus kehittymään. Luonnonlait eivät aseta sille esteitä vielä pitkään aikaan. Nano- ja bioteknologiat voivat myös luoda aivan uusia mahdollisuuksia edellä mainittujen kehityskulkujen etenemiselle.

Teknologian kehityksessä voidaan myös nähdä suuria aaltoja. Ensimmäisen teollisen vallankumouksen jälkeen voidaan erottaa useita innovaatioiden kehitysjaksoja. 1700-luvun lopulla tekstiilit, raudan valmistus, vesivoima ja koneellistuminen loivan pohjan nykyiselle teknologialle. Toinen aalto toi 1800-luvulla mukanaan höyryvoiman laajan käyttöönoton, junat ja teräksen valmistuksen. 1900-luvun alussa alkoi sähkön valtakausi, kemikaalien lisääntyvä käyttö ja autojen valmistus ja 1950-luvulla nousussa olivat mukana petrokemia, avaruusohjelmat ja elektroniikka. Viimeisintä aaltoa leimaa yhteiskunnan digitalisoituminen, tietokoneet ja kännykät. Useat tutkijat pitävät vähähiilisiä teknologioita seuraavana tulevien vuosikymmenien tekniikan kehitykseen ratkaisevasti vaikuttavina tekijöinä.

Teknologioiden kehityksessä voidaan samalla löytää toistuvia lainalaisuuksia. Erilaiset teknologiat noudattavat samankaltaisia kehityskäyriä. Ensin tapahtuu läpimurto, nopeampi kasvu ja kasvun tasaantuminen ja sitten taantuminen. Näin on käynyt esimerkiksi energiatekniikassa; on siirrytty puusta, hiileen sitten öljyyn ja ydinvoimaan ja nyt ollaan jälleen uuden murroksen edessä.

Teknologian kehittyessä muutosten kehitysvauhti näyttää kiihtyvän. Elektroniikkateollisuudessa nämä tekniikoiden kehitysjaksot ovat paljon nopeampia kuin aikaisemmin mutta noudattavat nekin samaa mallia.

Käytössä olevat tekniikat ovat monet perusratkaisuiltaan yllättävänkin vanhoja. Näyttää siltä, että kun toimiva rakenne on löytynyt, niin siihen tehdään enää vain jatkuvasti parannuksia, mutta ei enää mitään radikaaleja muutoksia. Polkupyöriä oli aluksi hyvin monenlaisia, mutta kun perusrakenne vakiintui se on pysynyt jokseenkin samanlaisena. Rakenteet ovat tulleet kevyemmiksi ja vaihteita lisää, mutta muuten muutoksia on ollut yllättävän vähän. Tosin radikaalisesti erilaisiakin ratkaisuja koko ajan kehitellään ja kokeillaan esim. pyöriä, jossa istutaan takakenossa lähellä maata lähes makaavassa asennossa. Nämä ovat ainakin toistaiseksi jääneet

vain erikoisuuksiksi. Voi tietysti olla, että kun energianhinta nousee, niin pyörän kehittämiseen tulee uusia paineita.

Samaa koskee oikeastaan myös autoja ja lentokoneita. Niidenkin tekniisiin perusratkaisuihin on tullut yllättävän vähän muutoksia. Myös monet prosessiteollisuuden tekniikan alkavat olla jo sata vuotta vanhoja. Ilmastomuutoksen hillinnän kannalta tämä on tärkeä kysymys. Voidaanko esimerkiksi perinteellisten voimalaitosten hyötysuhdetta enää paljoakaan parantaa?

Onko niin, että kun tekniikat ovat vakiintuneet, niin itse asiassa mahdollisuudet radikaaleihin innovaatioihin kutistuvat. Tarvitaanko innovaatiopolitiikassa kokonaan uusia lähestymistapoja? Voisiko degrowth-ajattelusta tulla tällainen kehityksen ajuri?

Toisaalta talo on esimerkki hyvin vanhoista perusratkaisuista, joiden puitteissa kuitenkin voidaan jo olemassa olevan tekniikan avulla saavuttaa energian kulutuksen vähentämisessä huomattavia parannuksia. Kaikki tekniikka, jota tarvitaan energiaa tuottaviin taloihin, on jo olemassa.

Materiaali- ja energiatehokkuuden kehityskulut ovat olleet melko vakaita. Pitkään BKT ja energiankulutus kasvoivat rintarinnan, mutta nyt energiakulutus teollisuusmaissa lisääntyy hitaammin kuin talous kasvaa, joskin energiankulutuskin on edelleen kasvu-uralla. Kotimainen materiaalienkulutus on sekin Euroopassa tasaantunut ja irtaantunut kansantuotteen kasvusta.

Teknologia voidaan jakaa kehitysnäkymien suhteen seuraaviin ryhmiin:

- Käytössä oleva tekniikka.
Elinkaarensa lopussa
Elinkaarensa kypsässä vaiheessa
Vakiintumassa oleva
- Lähiaikoina käyttöön otettava tekniikka, joka kuitenkin joko teknisistä tai taloudellisista syistä on vasta kokeiluasteella.
- Tekniikka joka vasta on tutkimus- ja tuotekehitysvaiheessa, mutta jonka odotetaan tulevat käyttöön ennen vuotta 2050.
- Tekniikat joista on vasta esitetty näkemyksiä ja visioita.

Näiden eri ryhmien raja ei ole selvä ja jo käytössä olevien tekniikoiden sisälläkin voi tapahtua merkittäviä uusia läpimurtoja. Kehitystä tapahtuu itse ympäristöteknologioissa ja erityisesti niiden ja tekniikan yleisten kehityssuuntien välisissä rajapinnoissa ja leikkauskohteissa. Näitä ovat esim. nano-, bio- sekä informaatio- ja kommunikatioteknologiat.

Teknologian käyttöönoton aikaan vaikuttavat vahvasti kehitysvaiheen lisäksi seuraavat tekijät:

- Tuotteiden ja laitosten käyttöikä
- Tarvittavien investointien suuruus
- Poliitiikan tavoitteet
- Yhteiskunnallinen hyväksyttävyys

Kännyköiden käyttöikä on parin vuoden luokkaa, joten muutoksia voi tapahtua hyvin nopeasti. Energian tuotannossa puhutaan jo 40–50 vuodesta. Investointien liikkeelle saaminen voi myös osoittautua ongelmaksi. Hiilen talteenoton laaja sovel-

taminen vaatii mittavia investointeja. Toisaalta talouden elvytys ja pankkien pelastamispaketit osoittavat, että suuria rahavirtoja voidaan nopeasti liikutella, jos tähän löytyy poliittista tahtoa. Yhteiskunnallinen hyväksyttävyys voi olla jarruttava tai kiihdyttävä tekijä.

Käyttöönottoon vaikuttaa myös se, että teknologiat ovat yhä enemmän sosio-tekniisiä järjestelmiä, eivät yksittäisiä koneita, laitteita ja työkaluja. Ne vaativat koko tämän järjestelmän rakentamista.

Meillä oli vielä 60–50 vuotta sitten lähinnä julkiseen liikenteeseen perustuva järjestelmä, jonka nyt on syrjäyttänyt yksityisautoiluun perustuva järjestelmä niin perusteellisesti että julkisen liikenteen osuus on vain noin 10 prosenttia. Vaikka se kasvaisi puolella, se on vain 5 prosenttia koko liikenteestä. Samalla yhteiskuntarakenne on muodostunut yksityisauton käyttöä suosivaksi tai suorastaan sitä vaativaksi.

Informaatioteknologia antaa uusia mahdollisuuksia kutoa laitteista järjestelmiä; keskittää niitä, mutta myös luoda hajautettua ohjausta. Se myös rikkoo paikallisuuden tuomia rajoituksia ja levittää järjestelmiä maapallon joka kolkkaan.

Ilmastopolitiikan kannalta keskeinen kysymys on, mitkä ovat ne tekniikat, joiden voidaan olettaa olevan käytössä vielä 2050, ja mitkä ovat siihen mennessä poistuneet käytöstä. Sekä tietysti mitkä teknologiat tulevat nopean käyttöönoton vaiheeseen tänä aikana.

Voi myös olla, että ilmastonmuutoksen hillintä johtaa tilanteeseen, jossa jotkut vanhat jo hylätyt tekniikan palaavat käyttöön samalla hyödyntäen uutta tekniikkaa. Luomuviljelyä voi osittain pitää tällaisena maanviljelystekniikkana ja samoin biologista kasvien tuholaisien torjuntaa. Luontaislääketiede on vielä selvempi esimerkki. Samoin rakennustekniikassa on alettu hyödyntää vanhoja tekniikoita kuten punamullan käyttöä puunsuojana, savusaunoja, maakellareita, olki- ja turvekattoja jne.

Vanhojen lähinnä luontaistalouden tekniikoiden laajamittainen käyttöönotto edellyttäisi, että suuri osa väestöstä todella muuttaisi maaseudulle ja valitsisi vihreän elämäntavan. Kansalaispalkan toteuttaminen voisi luoda tällaiselle yhteiskunnalliselle muutokselle edellytyksiä.

7 Suomen kansantalous ja ympäristöriskit

Tarkastelen seuraavassa ensin Suomen kansantalouden nykyisiä materiaalivirtoja ja niihin liittyviä ympäristövaikutuksia ja sen jälkeen erilaisia skenaarioita siitä, miten Suomessa voitaisiin vähentää hiilidioksidipäästöjä 80 prosenttia vuoteen 2050 mennessä.

Suomi on luonnonvarojen suhteen rikas maa. Meillä on metsävaroja kansalaista kohti moninkertaisesti EU:n jäsenmaiden keskiarvoon verrattuna. Suomen vesivarat ovat puhtaat ja runsaat. Veden arvo luonnonvarana tulee kasvamaan tulevaisuudessa. Toisaalta meillä on kuitenkin jo kansalaisten arkeen vaikuttavia esimerkkejä siitä, kuinka vaaralliset kemiakaalit voivat kertyä ravintoketjuissa niin, että esim. silakoiden ja petokalojen käyttöä joudutaan rajoittamaan. Itämeren tila on kokonaisuudessaan niin heikko, että se rajoittaa monin tavoin sen käyttöä luonnonvarana.

Maamme pohjois- ja itäosien kallioperästä pitäisi geologisten tutkimusten mukaan löytyä vielä runsaasti metallimalmeja. Raaka-aineita jalostavalla metsä- ja metallien perusteollisuudella on ja tulee olemaan keskeinen asema kansantaloudessa siitäkin huolimatta, että viimeisen kymmenen vuoden aikana elektroniikkateollisuus on noussut tärkeäksi vientiteollisuudeksi. Ne ovat myös ilmastonmuutoksen hillinnän ja luonnonmonnimuotoisuuden suojelun kannalta keskeisessä asemassa.

7.1

Nykytila

Suomen ympäristökeskuksen ja Oulun yliopiston ENVIMAT-hankkeessa tehtiin kattava selvitys kansantaloutemme materiaalivirroista ja niihin liittyvistä ympäristövaikutuksista (Seppälä et al. 2009).

ENVIMAT-mallien erityispiirre on, että se antaa mahdollisuuden tarkastella kansantalouden hiilidioksidipäästöjä ja muita ympäristövaikutuksia elinkaarinäkökulmasta. Tämä monipuolistaa aikaisempia tarkasteluja ja ennen kaikkea antoi entistä selkeämmän kuvan erilaisiin materiaalivirtoihin ja tuotteisiin liittyvistä tuotteiden koko elinkaaren aikaisista ympäristövaikutuksista. Laskelmissa ovat mukana varsinaisten luonnonvarojen lisäksi myös niiden hyödyntämisen yhteydessä syntyneet ns. *piilovirrat* (esim. maansiirrot), jotka jäävät taloudellisen hyödyntämisen ulkopuolelle.

ENVIMAT-mallin perusteella Suomi käyttää massamääräisesti suunnilleen yhtä paljon luonnonvaroja ulkomailta kansantalouden käyttöön kuin mitä se hyödyntää

kotimaisia luonnonvaroja. Hieman yli puolet tästä Suomen kansantalouden luonnonvarojen kokonaiskäytöstä palvelee vientiä. Suurimmat virrat ulkomailla syntyvät metalliteollisuuden malmeista. Piilovirtojen osuus on huomattava ulkomailta tuotujen raaka-aineiden yhteydessä.

Nämä luvut heijastelevat sitä tosiasiaa, että Suomen kansantalous on poikkeuksellisen voimakkaasti riippuvainen viennistä ja erityisesti omien luonnonvarojen hyödyntämiseen perustuvasta viennistä. Metsä-, metalli-, kemianteollisuus- ja sähköteknisen teollisuutemme tuotteet palvelevat yli 90% vientiä ja niihin sisältyvät materiaalivirrat palvelevat siis ulkomailla tapahtuvaa kulutusta.

Sen sijaan kotimaan loppukäyttöä (kulutusta ja investointeja) palvelevista toiminnoista maa- ja vesirakentaminen ja talonrakentaminen ovat selvästi merkittävimmit materiaalikulutusta aiheuttavat toimialat. Niiden yhteenlaskettu osuus Suomen loppukäytön suorista materiaalianoksista oli noin 58% vuonna 2002 ja 2005. Tuonnin osuus maa- ja vesirakentamisen materiaalikulutuksessa oli alle prosentin ja talonrakentamisessa se oli noin 5%.

Kokonaisuudessaan tuonnin ympäristövaikutukset ovat kotimaan toimintojen ympäristövaikutusten suuruusluokkaa. Tämä arvio on tuonnin osalta pikemminkin liian pieni kuin suuri, koska tuonnista on vaikeuksia saada käyttöön kaikkia ympäristövaikutustietoja. Suomessa valmistetut vientituotteiden elinkaariset ympäristövaikutukset ovat tuonnin ympäristövaikutusten suuruusluokkaa.

Asuminen ja ravinto ovat tarvelähtöisen tarkastelun perusteella suurimmat kulutuksen ympäristövaikutusten aiheuttajat. Kolmanneksi eniten kulutuksen ympäristövaikutuksia aiheutuu vapaa-ajasta. Autoilu ja muu liikkuminen ovat tässä tarkastelussa osittain sekä ravinnon hankinnan että vapaa-ajan sisällä. Tarkasteltaessa tuloksia kulutustuoteryhmittäin autoilu nousee yksistään kolmanneksi suurimmaksi ympäristövaikutusten aiheuttajaksi asunnon ja ruoan jälkeen.

Suurimmat yksikköpäästöt tuotteista olivat sementillä, elintarvikkeilla, lannoitteilla ja teräksellä sekä pienimmät palveluilla ja raakapuulla. Useimmilla tuotteilla merkittävä osa päästöistä aiheutuu Suomen rajojen ulkopuolella.

Tulosten perusteella palveluiden tuotanto aiheuttaa lähes kolmanneksen Suomen käyttöpohjaisista kasvihuonekaasupäästöistä. Suurin osa vaikutuksista aiheutui paljon käytetyistä palveluista: asuminen, tukku- ja vähittäiskauppa, koulutus ja terveydenhuolto. Näiden palveluiden tuotanto aiheuttaa suurimpia teollisuudenaloja vastaavat kasvihuonekaasupäästöt.

Palveluiden ympäristövaikutuksiin ei ole aiemmin kiinnitetty vähän huomiota, koska on katsottu, että niiden vaikutukset ovat vähäisiä niiden matalan energiatensiivisyyden takia. Kuitenkin ENVIMAT-tutkimus osoittaa, että palvelujen suuri määrä ja ennakoitavissa oleva kasvu tekevät niistä merkittävän päästölähteen. Tulevaisuudessa palvelujen merkitys vain kasvaa tuotantorakenteen muuttuessa ja väestön ikääntyessä.

Kaiken kaikkiaan näyttää siltä, että tärkeimmät Suomen kansantalouden aiheuttamat ympäristöriskit ovat samoja kuin kaikissa kansainvälisissä ohjelmissa esiin nousevat suuret globaalit ympäristöpoliittiset ongelmat eli ilmastomuutos ja biodiversiteetin hupeneminen. Tämän lisäksi maatalouden aiheuttama Itämeren rehevöityminen on keskeinen ympäristöpolitiikan haaste.

ENVIMAT-selvitys osoittaa edelleen, että kansallisten ympäristöriskien ohella tulee ottaa huomioon globaalit markkinat ja kansainvälinen työjako. Meidän on

syitä muutenkin alkaa entistä selvemmin pohtia, mikä on kansainvälisesti oikeudenmukainen tapa jakaa ympäristönsuojelun taakkaa, niin että kansantaloutemme ja luonnonolosuhteittemme erityispiirteet tulevat otetuksi huomioon.

Kulutuksen osalta voidaan periaatteessa ajatella, että luonnonvaroja tulisi eri mailloilla olla käytössään saman verran asukasta kohti tai ainakin, että kulutuksen päästökäytäntöiden tulisi olla yhä suuret. Tosin voidaan perustellusti esittää, että luonnonolosuhteiden ja sääolosuhteiden vaikutus perustarpeiden tyydyttämisessä tulisi kuitenkin ottaa huomioon kulutuksen maakohtaisissa päästötavoitteissa. Samoin tulisi ottaa huomioon väestön tiheys, koska sillä on selvä yhteys liikkumisen tarpeeseen (UNEP 2011a).

Suomen kulutusperusteiset ainevirrat ovat niin suuria, että kulutukseen perustavassa tarkastelussa Suomi on kansainvälisesti tarkasteltuja paljon materiaaleja käyttävä maa. Ennen kaikkea tämä johtuu rakentamisen maankäytöstä, erityisesti teiden rakentamiseen käytettyjen maamassojen suuruudesta. Osittain nämä rakentamisen suuret maamassat selittyvät pohjoisella sijainnilla ja harvalla asutuksella. Esimerkiksi Ruotsissa väestön pääosa asuu selvästi etevämmässä kuin Suomessa.

Tuotannossa oikeudenmukainen taakanjako on ongelmallisempi toteuttaa. Raaka-aineiden jalostaminen kuluttaa aina enemmän energiaa kuin niiden jatkojalostus. Ne maat, joilla on paljon raaka-ainevarantoja väistämättä kuluttavat enemmän energiaa ja niillä on suuremmat materiavirrat, kuin niillä jotka ovat kansainvälisessä työnjaoissa erikoistuneet tuottamaan lopputuotteita. Tämä ongelma poistuu, jos tuotannon päästöjä ei tarkastella pelkästään kansallisvaltioiden rajojen mukaan, vaan maailmanlaajuisesti jakamalla päästöoikeudet tuotannon koko elinkaaren aikaisen ympäristösuorituskyvyn mukaan. Näin ympäristöön kohdistuva paine saataisiin minimoitua paremmin kuin maakohtaisessa jaossa (TEM 2010).

Joka tapauksessa Suomelle on ongelma, että sen teollisuus on suurelta osin niin energia- ja materiaali-intensiivistä. Näillä aloilla kasvihuonepäästöt ovat suuria, mutta erityisesti ne ovat sitä verrattuna niiden tuottamaan arvonsisään. Massa- ja paperiteollisuus tuottivat vuonna 2005 kansantalouden arvonsisäyksestä 4,2 prosenttia ja työllisyydestä 2,6 prosenttia prosenttia, mutta aiheuttivat 8,7 prosenttia kasvihuonepäästöistä

Arvonsisäyksen ja työllisyyden sekä ilmastovaikutuksen suhdeluku on huono muillakin energiaintensiivisillä ja matalan jalostusasteen vientituotteilla joita, ovat öljytuotteet, peruskemikaalit ja rauta ja teräs. Tosin täytyy ottaa huomioon, että näiden alojen työpaikat luovat paikkakunnille noin nelin–viisinkertaisesti muita työpaikkoja.

Toisaalta näillä aloilla kysynnän kasvu ei johda merkittävästi suurempaan kasvihuonekaasupäästöjen kasvuun muilla aloilla, koska ne olivat melko heikosti kytkeytyneitä muualle kansantalouteen. Ilmastovaikutukset kertyvät muutenkin hyvin nopeasti tuotteiden ostoketjuissa; yksittäisten tuotteiden ympäristövaikutuksia voidaan selittää vain muutaman kytkentäketjun kautta.

Koska teollisuutemme jatkossakin joutuu käyttämään paljon energiaa, niin erikoisen tärkeää on kehittää energia- ja materiaalitehokkuutta, niin tuotannossa kuin kulutuksessa. Tätä puoltavat sekä taloudelliset että ympäristösyöt. Maailmanlaajuisesti on järkevää jalostaa raaka-aineet siellä, missä se pystytään tekemään ekotehokkaasti.

Skenaariot

Suomessa on jo laadittu valtiovallan teollisuuden ja ympäristöjärjestöjen toimesta skenaarioita siitä, miten Suomessa voitaisiin päästä vuonna 2050 tilanteeseen, jossa hiilidioksidipäästöt ovat laskeneet 80 prosenttia.

Valtioneuvoston tulevaisuusselonteossa on esitelty näljä erilaista skenaariota. Näissä väestön on oletettu kasvaneen 5,7 miljoonaa vuoteen 2050 mennessä. Skenaariot poikkesivat toisistaan merkittävästi monessa suhteessa, mutta kaikki oli laadittu niin, että ne johtavat 80 prosentin päästövähennykseen vuonna 2050. Skenaariot nimettiin niiden johtoajatuksen mukaan seuraavasti:

***Tehokkuuskumous** skenaariossa tapahtuu vallankumous energian käytön tehokkuudessa ja energian loppukulutus Suomessa puolittuu. Kaikki energia tuotetaan uusiutuville energialähteillä. Aluerakenne kehittyy kohti 8–12 vahvaa kaupunkimaista aluekeskusta.*

Elinkeinorakenne palveluvaltaistuu voimakkaasti ja samalla teollisuuden osuus kansantaloudesta pienenee. Paljon energiaa kuluttavan metsäteollisuuden tilalle on tullut uutta korkean jalostusasteen teollisuutta.

***Kestävä arkikilometri** skenaariossa aluerakenne on kehittynyt kohti ympäri maata sijaitsevia palvelukeskuksia, joiden ympäristöön rakennetaan tehokkaasti. Päivittäispalvelut saadaan läheltä ja liikkumisen tarve on oleellisesti vähentynyt. Kulutuskeskeisyys on laantunut; palvelut korvaavat aineellisia tuotteita.*

Teollisuus on uudistunut biojalostamoja, informaatio- ja viestintäteknologiaa sekä kierrätysraaka-aineita hyödyntävällä tuotannolla. Ekologinen suunnittelu ja rakentaminen ovat vientituotteita. Ydinvoiman käyttö on lisääntynyt.

***Omassa vara parempi** skenaariossa pyritään omavaraisuuteen ja paikallisuuteen. Pientalot tuottavat energiansa itse. Uutta asutusta on ohjautunut pariinkymmeneen vahvaan aluekeskukseen. Autot kulkevat päästöttömällä sähköllä ja kotimaisilla biopolttoaineilla.*

Metsäteollisuus on muuttunut bioteollisuudeksi ja kotimainen elintarviketeollisuus on vahvaa. Energiaomavaraisuutta tukeva uudistus-, korjaus- ja puurakentaminen on kysyttyä. Uusiutuvan energian osuus on suuri. Kasvis- ja lähiruuan suosio kasvaa.

*Skenaariossa **teknologia ratkaisee** väestön keskittyminen eteläiseen Suomeen on jatkunut vahvana. Suurkaupunkien ympärillä on välttävä yhteiskuntarakenteen, mutta asutus on maaseudulla vähentynyt oleellisesti. Liikennetarve on kasvanut; sen tyydyttävät sähköautot ja nopeat junat.*

Energian kulutus on nykytasolla, ja teollisuuden osuus on suuri. Ydinvoimaa on rakennettu merkittävästi lisää. Suuren kulutuksen takia fossiilisia polttoaineita käytetään vielä yhdistettynä hiilen talteenottoon ja varastointiin. Etelässä on energiapihiä osaamisteollisuutta ja luonnonvaroja tehokkaasti hyödyntävä energiaintensiivinen teollisuus on ruuhka-Suomen ulkopuolella.

Tulevaisuuskatsauksen skenaarioissa energian loppukulutus, elinkeinorakenne, alue- ja yhdyskuntarakenne sekä energiantuotantotavat olivat hyvin erilaisia. Toisaalta jotkin toimenpiteet näyttivät kuitenkin olevan tarpeellisia riippumatta siitä, minkälainen tulevaisuuspolku valitaan. Näitä olivat:

- energiatehokkuuden olennainen parantaminen,
- sähkön osuus energiasta kasvaa,
- vähäpäästöisten teknologioiden kehittäminen energiaintensiivisessä teollisuudessa ja biotaloudessa,
- teollisuus uudistuu ja tehostuu, palvelujen osuus kasvaa,
- liikenteen ajoneuvoteknologian kehittäminen ja joukkoliikenteen osuuden merkittävä kasvattaminen,
- ruokailutottumusten muuttaminen.

Energiateollisuus (2010) on laatinut selvityksen siitä, miten Suomessa voitaisiin saavuttaa sähkön ja kaukolämmön osalta hiilineutraali tavoite vuonna 2050.

Vuonna 2050 nykyisistä ja rakenteilla olevista voimalaitoksista olisi käytössä vain jo rakennettu vesivoima ja rakenteilla oleva ydinvoimalayksikkö. Uusilla investoinneilla saataisiin sähkön ja kaukolämmöntuotannon kokonaispäästöt lakemaan nykyisestä 30 miljoonasta tonnista 5–7 miljoonaan tonniin. Energiateollisuus luottaa siis edelleen voimakkaasti ydinvoimaan; sillä on keskeinen merkitys, jotta tavoitteet saavutetaan vuonna 2050.

Vähähiilisyiden tavoitetilaa ei saavuteta vain energiantuotantoa kehittämällä. Energiateollisuuden arvion mukaan myös energian käyttö tehostuu. 2050 Suomessa on laajamittaisesti otettu käyttöön nykyisin jo olemassa olevaa ja uutta kehitteillä olevaa energian käyttöä tehostavaa teknologiaa yhteiskunnan eri alueilla. Käytettyjä teknologioita ovat älykkäät sähköverkot, hiilidioksidin talteenotto- ja varastointitekniikka, passiivirakentaminen, valaistustekniikka ja liikenteen sähköistäminen.

Palveluissa ja teollisuuden sähkön käytössä on arvioitu olevan tehostamispotentiaalia noin 20 prosenttia. Liikenteen energiatehokkuutta voidaan parantaa sähköautoilla, joiden energiankulutus on noin 70–80 prosenttia vastaavia polttomoottoriautoja pienempi.

Teknologioteollisuus (2011) on puolestaan laatinut tulevaisuuden kuvia haastatellamalla asiantuntijoita. Näissä arvioissa kiinnitetään huomiota energian tuotannon ja kulutuksen ohella, myös kemiallisiin aineisiin ja resurssitehokkuuteen. Haastattelujen joukossa vallitsi näkemys, että öljypohjaisen talouden merkitys on heikentynyt huomattavasti 2030 jälkeen helposti saatavan öljyn niukkuuden takia. Asumiseen ja liikkumisen energian kulutus on laskenut 50 prosenttia.

Metsäteollisuus (2012) on julkaissut oman arvionsa nimellä ”Biotaloudella vähähiiliseen tulevaisuuteen Eurooppalainen metsäteollisuus vuonna 2050”. Tämän vision mukaan vuoden 2050 vähähiilinen yhteiskunta perustuu biotalouteen; uusiutuvista ja kierrätettävistä luonnonvaroista valmistettuihin tuotteisiin, joiden tuotanto perustuu energian ja resurssien käytön tehokkuuteen sekä ekologiseen, taloudelliseen ja sosiaaliseen kestävyYTEEN. Hiilidioksidipäästöjen vähentäminen 50–60 prosenttia vuoteen 2050 mennessä on mahdollista investoimalla tehokkuuden parantamiseen nykyisin tunnetuilla tekniikoilla. Uuden sukupolven teknologioiden avulla voidaan päästöjä vähentää niin, että 80 prosentin päästövähennys on mahdollinen massa- ja paperiteollisuudessa.

Suomen WWF:n (2010) Gaia Consultingilta tilaaman raportin mukaan Suomi voisi tulla toimeen ja menestyä vuonna 2050 ilman yhtäkään ydinvoimalaa, fossiilisten polttoaineiden käyttämistä ja energian tuontia. Energian kulutusta voitaisiin tämän skenaarion mukaan vähentää niin paljon, että energia tuotettaisiin vuonna 2050 kokonaan uusiutuvilla energiavaroilla. Tällöin päästöt vähenisivät nykyisestä 90 prosenttia.

Talouden oletetaan kasvavan vuosina 2010–2030 keskimäärin 1,5 prosenttia vuodessa ja tämän jälkeen kaksi prosenttia. Talouden rakennemuutos toteutuu ja kasvu tapahtuu aloilla, jotka eivät ole energia-intensiivisiä. Uusiutuva energia ja energiatehokkuuden parantaminen luovat nekin uusia työpaikkoja. Palvelujen osuus nousisi nykyisestä 65 prosentista 80 prosenttiin. Paperiteollisuuden tuotanto putoaa nykyisestä puoleen ja kemianteollisuuden tuotanto kolmanneksen.

Energian kulutuksen lasku syntyy teollisuuden rakennemuutoksen, älykkäiden sähköverkkojen, energiatehokkuutta edistävän säätelyn sekä liikenteen sähköistymisen siivittämänä. EU-direktiivit vähentävät laitteiden ja koneiden energiankulutusta. Kaiken kaikkiaan energian käyttö vähenisi noin puoleen nykyisestä.

Sähköautojen lasketaan tässä mallissa yleistyvän tuntuvasti vuoden 2020 jälkeen, ja vuonna 2050 koko henkilöautoliikenne kulkisi sähköllä. Samana aikana julkisen liikenteen osuus kasvaa 50 prosenttia. Liikkumisen tarvetta vähentää uudenlainen yhdyskuntien suunnittelu sekä etätyöt ja -asiointi.

Euroopan komissio (2010) on julkaissut tiedonannon tiekartasta, jonka avulla Euroopan unionista pyritään rakentamaan kilpailukykyinen vähähiilinen talous vuoteen 2050 mennessä. Komission etenemissuunnitelmassa määritellään käytännön toimet, joiden avulla talouden avainsektorit – energiatuotanto, liikenne, teollisuus, rakentaminen sekä maa- ja metsätalous – pyrkivät vähentämään EU:n kasvihuonepäästöjä vuoteen 2050 mennessä 80 prosentilla vuoden 1990 tasoon verrattuna. Kustannustehokkuuden maksimoimiseksi päästöjen vähentämiseen pyritään kokonaan EU:n sisällä tapahtuvilla toimilla sen sijaan, että suuria summia sijoitettaisiin kolmansien maiden energiatehokkuuden kehittämiseen.

Komission etenemissuunnitelma painottaa sähköistämisen, uusiutuvan energian, älykkäiden sähköverkkojen, hybridi- ja sähköajanneuvoteknologian tutkimustyötä ja käyttöönottoa. Biopolttoaineita voitaisiin käyttää erityisesti lentoliikenteessä ja raskaassa maantieliikenteessä. Se korostaa myös energiatehokasta rakentamista ja rakennetun ympäristön ja maankäytön suunnittelua. Paremmilla maa- ja metsätalouden menetelmillä voitaisiin lisätä alan kykyä varastoida ja sitoa hiiltä maaperään. Maatalouden toimenpiteillä olisi puututtava muun muassa seuraaviin tekijöihin:

tehokas lannoitteiden käyttö, paremmat rehut. biokaasun tuottaminen lannoitteista, kotieläinten parempi tuottavuus sekä paikallistason tuotannon monipuolistaminen. Energiaintensiivisten tuotannonalojen arvellaan pystyvän puolittamaan päästönsä parantamalla energia- ja resurssitehokkuutta sekä hiilidioksidipäästöjen vähentämistekniikoiden tehostamisella.

Komissio toteaa tiedonannossaan, että vähähiilisen talouden tavoittelu vaatii investointeja energiatehokkuuteen ja puhtaaseen teknologiaan tulevina vuosina. Investointitarpeen seuraavan 40 vuoden aikana arvioidaan olevan vuosittain 1.5% bruttokansantuotteesta – yhteensä 270 miljardia euroa joka vuosi. Mittavat investoinnit tulevat kuitenkin hyödyttämään Euroopan taloutta monin tavoin. Vuosittaiset polttoainesäästöt nousevat 175–230 miljoonaan euroon ja mahdollisesti jopa 400 miljoonaan euroon, jos fossiilisten polttoaineiden tuontia pystytään vähentämään puoleen nykyisestä. Vihreä ja ekologinen talous tulee vähentämään terveydenhuollon kustannuksia ja unionin riippuvuutta tuontien energiasta sekä luomaan jopa 1,5 miljoonaa uutta työpaikkaa.

Valtiovallan, energiateollisuuden ja WWF:n ennusteissa sekä EU:n tiekartassa on paljon yhteistä eroistaan huolimatta. Ratkaisevaa on energiankulutuksen oleellinen tehostuminen, liikenteen sähköistäminen, rakentamisen energiatehokkuuden parantaminen ja uusiutuvien energialähteiden lisääntyvä käyttö. Työtä kaikissa käsitellään lähinnä vain ilmastomuutoksen hillintätoimien luomien uusien työpaikkojen kautta.

Kokonaan toisenlaisia tulevaisuudenkuvia tarjoavat **degrowth-liikkeen skenaariot**. Marko Ulvila ja Jarna Paananen pitävät kaikkia valtioneuvoston tulevaisuusselonteon skenaarioita vain vihreän kapitalismin eri muunnelmina; niillä on liian ruusuihen kuva hiilidioksidipäästöjen vähentämisen mahdollisuudesta ja että ne eivät ota huomioon Suomen kansantalouden päästöjä muissa maissa ennen kaikkea Kiinassa.

Näiden vaihtoehdoksi he nostavat näkymät ekodiktatuurista, sivilisaation syök-
sykierteestä ja vihreästä uusjaosta.

Ekodiktatuurissa ympäristöongelmia ratkotaan komentotalouden avulla. Johto koostuu itseään täydentävästä ja vaihdettavissa olevista hierarkkisesti järjestäytyneistä henkilöistä. Kulutusta leikataan raskaalla kädellä, mutta pieni eliitti elää mukavuudessa. Sosiaaliset erot ja tyytymättömyys kasvavat demokraatin puutteesta, mutta eliitti ammentaa hyväksyttävyytensä ympäristötilan vaalimisesta ja pitää tiukan otteen yhteiskunnasta.

Sivilisaation syökisykierteessä ongelmat alkavat kun öljyn hinta nousee voimakkaasti. Seuraa finanssikriisi, teollisuustuotannon romahdus ja ruokapula. Nälänhätä pohjustaa panepidemioiden leviämistä. Ilmastomuutos etenee ja voimustuvaan omavaraisuuteen perustuva talous alkaa vakiintua.

Vihreän uusjaon yhteiskunta syntyy joukkoliikkeestä, jossa jäsenet purkavat riippuvuuttaan fossiilikapitalismista ja sen rakenteista ja rakentavat yhteisöllisesti omavaraista yhteiskuntaa. Syntyy kansanvaltainen kohtuuden yhteiskunta. Yhteistyön ja välittämisen talous kukoistaa julkisten laitosten, osuuskuntien ja pienyritysten voimin. Progressiivisten verojen ja kulutuskattojen avulla vähennetään eriarvoisuutta ja kohtuullistetaan ylikuluttavien yhteiskuntaluokkien jäsenten käyttäytymistä.

Näihin skenaarioihin voisi liittää vielä yhden. Käytetään maksimaalisesti hyväksi jo olemassa olevaa tekniikkaa ja tuetaan sen käyttöönottoa tiukan hallinnollisoikeu-

dellisen säätelyn avulla, koska itse asiassa huomattavan pitkälle kohti vähähiilistä yhteiskuntaa päästäisiin jo olemassa olevan tekniikan avulla ja säätelemällä nykyistä tarkemmin energian käyttöä.

Vuoden 1973 öljykriisin aikana sisäasianministeriö antoi talouselämän säännöstelystä poikkeuksellisissa oloissa annetun lain nojalla koko joukon määräyksiä energian säästämiseksi. Määräysten rikkomisesta olisi voinut seurata sakkoa tai jopa vankeusrangaistus. Lisäksi ilmoitettiin, että ellei niitä noudateta, joudutaan turvautumaan myöhemmin pakkosäännöstelyyn. Yhtään rangaistusta ei kuitenkaan annettu. Rangaistusuhan alaisia määräyksiä olivat:

- asuin- ja toimistohuoneiden ylin lämpötila 20 astetta,
- myymälöiden ja työhuoneiden ylin lämpötila 18 astetta,
- varastojen ja teollisuustilojen ylin lämpötila 16 astetta,
- autotallien lämmitys kielletty,
- lämmitetyn veden käyttö uima-altaissa kielletty yleisiä altaita lukuun ottamatta,
- lumen sulattaminen kaduilta ja pihamailta lämmitetyllä vedellä kielletty,
- autojen lämmitys sähköverkosta kielletty alle 10 asteen pakkasella,
- liikkeiden näyteikkunavalaistus sallittu vain liikkeiden aukioloaikoina,
- moottoriteitä ei saa valaista.

Määräykset olivat voimassa joulukuusta 1973 toukokuun 1974 loppuun. Lisäksi liikenneministeriö määräsi yleisen 80 kilometrin nopeusrajoituksen, joka jäi voimaan myös kriisin jälkeen.

Nämä toimet hyväksyttiin ensimmäisen öljykriisin aikana, koska silloin todella pelättiin öljyn loppuvan. Nyt ne tuntuvat esimerkiksi sisälämpötilojen osalta todella rajuilta päätöksiltä. Ja nykytiedon perusteella esim. autojen lämmittäminen sähköverkosta on ympäristösyistä perusteltua. Toisaalta ne osoittavat kuinka nopeasti tilanteen muuttuessa myös eri toimien yhteiskunnallinen hyväksyttävyyys voi muuttua.

Tässä esityksessä on hyödynnetty edellä esitettyjä skenaarioita sekä jo olemassa olevan tuotantorakenteessa sisällä nähtävissä olevia kehityskulkuja. Tältä pohjalta on pyritty rakentamaan realistinen kuva vuonna 2050 käytettävissä olevista teknologioista ja niiden vaikutuksesta työhön. Näissäkin puitteissa kehitykselle tarjoutuu toki erilaisia vaihtoehtoja.

8 Vähähiilisten teknologioiden käyttöönoton kehitysnäkymiä

Käyn nyt seuraavaksi läpi ympäristöä säästävien teknologioiden käyttöönoton näkymiä Suomessa vuoteen 2050 mennessä. Esitän käyttöönottoon liittyviä näkökohtia, mutta en tee määrällisiä arvioita enkä käy läpi kaikkia mahdollisia tekniikoita; rajoitun niihin, joilla voi olettaa olevan mielenkiintoa Suomessa, jotka ovat keskeisesti olleet esillä vähähiilistä suomalaista yhteiskuntaa käsittelevissä skenaarioissa tai jotka muutoin voivat vaikuttaa tekniseen ja yhteiskunnalliseen kehitykseen. Teknologioita olen käsitellyt sekä tuotannon että kulutuksen näkökulmasta.

Vähähiiliset teknologiat voidaan tuotanto- ja kulutusprosessin eri vaiheiden mukaan jakaa seuraavasti:

- Energian ja raaka-aineiden tuotanto
- Tuotteiden valmistus
- Palvelujen tuotanto
- Kulutus
- Jätteiden hyötykäyttö
- Jätteiden loppusijoitus

Tarkastelen ensin energian tuotantoa, sitten niitä teollisuuden aloja, jotka ovat keskeisiä ilmastonmuutoksen hillinnän kannalta ja lopuksi kulutusta. Tuon tästä yhteydessä esiin myös näihin tekniikoihin liittyviä erilaisia riskitekijöitä ja samalla pohdin missä määrin yhteiskunnallinen hyväksyttävyys tulee vaikuttamaan ekoinnovaatioiden käyttöönottoon.

Ilmastonmuutoksen hillinnällä on ja tulee olemaan keskeinen asema koko vihreässä taloudessa. Sen tekninen perusta ei voi kuitenkaan rakentua vain vähähiilisyiden varaan, vaan kaikki ympäristöhaitat käytettyjen teknologioiden koko elinkaaren osalta on huomioitava ja rajoitettava riskit hyväksyttävälle tasolle. Muuten on olemassa vaara, että siirrettään vain ongelmaa paikasta toiseen. Yhtä tärkeää on myös huomioida vähähiilisen teknologian vaatimat materiavirrat luonnonvarojen riittävyyden näkökulmasta.

Energia

Ilmastonmuutoksen hillinnässä käytettyjä energiateknologioita voidaan ryhmitellä seuraavasti:

- energiatehokkuuden parantaminen ja energian säästäminen,
- energian tuottaminen ilman hiilidioksidipäästöjä,
- syntyneiden päästöjen talteenotto ja varastointi.

Energiatehokkuuden parantaminen ja energian säästö ovat aina ensisijaisia toimenpiteitä. Tämä koskee myös energiantuotantoa, koska siinäkin kuluu energiaa. Mitä vähemmän käytämme energiaa sitä vähemmän meidän tarvitsee myös tuottaa sitä? Päästöjen talteenotto on aina viimeinen keino. Se aiheuttaa aina ylimääräisiä kustannuksia ja ympäristöhaittoja ja heikentää koko järjestelmän hyötysuhdetta. Toimien keskinäinen suhde ja energiatehokkuuden ensisijaisuus helposti kuitenkin unohtuu ilmastopolitiikassa ja kaikki keinot esitellään samanarvoisina.

Energia- ja materiaalitehokkuus

Energiatehokkuusteknologia kattaa koko yhteiskunnan teknisen järjestelmän ja näin sen yksityiskohtainen määrittäminen ei ole mielekäästä. Energia- ja materiaalitehokkuutta voidaan parantaa:

- tuottajalla energia ja raaka-aineet tehokkaammin,
- tuottamalla tuotteet ja palvelut vähemmällä energian ja aineiden kulutuksella,
- käyttäjällä tuotteita ja palveluja niin, että energiaa ja aineita säästyy,
- hyödyntäjällä väistämättä syntyvää hukkalämpöä.

Energia- ja materiaalitehokkuudella on monia etuja muihin ilmastomuutoksen hillintätoimiin nähden:

- 1) Mitä vähemmän käytetään energiaa ja aineita, sitä pienemmät ovat tuotteiden koko elinkaaren aikaiset ympäristö- ja työturvallisuushaitat. Mitä vähemmän aineita otetaan luonnosta ja sinne palautetaan, sitä paremmin luonnonjärjestelmät pystyvät näihin ainevirtoihin sopeutumaan ja sitä pienempi on luonnon monimuotoisuuden kohdistuva uhka.

2) Taloudellinen hyöty saadaan välittömästi pienenevänä raaka-aine- ja energialaskuna. Hyvin todennäköisesti energia ja raaka-aineiden hinnat tulevat edelleen tulevaisuudessa nousemaan, kun maapallon väkirikkaat maat Kiina ja Intia jatkavat talouskasvuun ja pyrkivät turvaamaan hyvän elintason kaikille kansalaisilleen. On syytä ajoissa sopeutua kohoaviin hintoihin.

3) Energia- ja materiaalitehokkuus ovat kansainvälisillä markkinoilla tärkeä kilpailutekijä. Emme Suomessa voi kilpailla halvoilla työvoimakustannuksilla halvan työvoiman maiden kanssa kuin korkeintaan insinööri työvoiman osalta, mutta energian ja raaka-aineiden hinta on maailmanlaajuisesti sama ja näin ollen energiatehokkuudessa saavutettu kilpailukykykin.

4) Energia- ja materiaalitehokkuuden parantamiseen ei välttämättä tarvita suuria investointeja, pienetkin parannukset voivat olla kannattavia. Energiatehokkuustoimikunta luetteli yli 125 toimenpidettä energiatehokkuuden parantamiseksi.

5) Energian ja raaka-aineiden säästössä on vielä helposti toteutettavaa vähennyspotentiaalia eli englannin kielellä ilmaistuna ” low hanging fruits”. Nopein poimija voi tämän liiketoiminta mahdollisuuden hyödyntää.

6) Parannuksia voidaan saada aikaan muuttamalla toiminta- ja käyttäytymistapoja, parantamalla työmenetelmiä ja tuotteita sekä palveluja. Yhteiskunnan läpi kulkevien energia- ja materiavirtojen kymi koostuu lukemattomista pikkuisista puroista. Näin pieneenkin maahan voidaan luoda ekoinnovaatioita tukevia edeltäjäkävijöiden markkinoita. Pelkäämään siirtymällä kasvispitoiseen ruokavalioon ja kulkemalla työmatkoja jalkaisin ja polkupyörällä voi kuluttaja pienentää omaa hiilijalan jälkeään. Tällöin hän myös elää terveellisemmin ja todennäköisesti hiilijalanjälki vähenee pienempien terveyspalvelujen tarpeen kautta. Hän voi edelleen säästää energiaa ja materiaaleja valitsemalla pienemmän mutta tarpeisiin nähden riittävän auton tai asunnon.

Sen sijaan energian ja raaka-aineiden tuotannon muuttamisen vähähiiliseksi vaatii mittavia investointeja. Esimerkiksi hiilen talteenottoyksiköiden rakentaminen voimalaitoksiin on niin kallista puuhaa, ettei siihen näytä riittävän suomalaisten suuryritystenkään varallisuus, vaikka EU avustaisi investointeja. Tällaisille tuotteille tarvitaan lisäksi maailman laajuiset markkinat.

Energiatehokkuuteen on pitkään kiinnitetty sekä valtiovallan että yritysten toimesta paljon huomiota. Materiaalitehokkuus on jäänyt vähemmälle huomiolle. Viime vuosina on kuitenkin tapahtunut muutos. Motivan tehtäväkenttää on laajennettu

käsittämään materiaalitehokkuuteen liittyvät asiat. Energiakatselmusten ja -säästö-sopimusten mukaisten materiaalikatselemusten ja -säästösopimusten valmistelutyö on aloitettu.

Vaikka energiankäytön tehostaminen on useissa tapauksissa liiketaloudellisesti kannattavaa, jäävät monet tehostamisinvestoinnit VNK:n tulevaisuusselonteon mukaan tekemättä, koska tiellä on seuraavia esteitä:

- tietämättömyys mahdollisuuksista
- kielteiset asenteet
- osaamisen puute
- palvelujen ja markkinoiden puute
- vahvan poliittisen tuen puute
- pääomien puute
- ratkaisujen hajanaisuus

Energian säästöä on vaikeuttanut myös se, että yritykset ovat yleensä vaatineet näiltä investoinneilta lyhyttä parin vuoden takaisinmaksuaikaa. Taloudellisesti kannattavat energiansäästöinvestoinnit ovat jääneet tekemättä. Ilmastopolitiikka on tuomassa muutoksen investointiperusteisiin; yritysten alkavat omassa ympäristötoimissaan entistä suuremmalla painoarvolla seurata omia päästöjään, hiilijalanjälkeään ja sen hinnan kehitystä.

Kaikki käytetty energia muuttuu lopulta lämmöksi, joka päätyy ympäristöön joko ilmaan höyryjen, poistoilmojen tai savukaasujen mukana tai vesistöihin jäte- ja jäähdytysvesien mukana. Tätä energiaa kutsutaan hukkalämmöksi. Sitä voitaisiin nykyistä enemmän käyttää hyväksi erityisesti lämmityksessä. Tähän ei tarvita mitään uutta mullistavaa tekniikkaa. Hukkalämmön hyödyntäminen parantaa energiatehokkuutta ja vähentää näin päästöjä. Termodynaamisesti on järkevää aina käyttää vapaa energia mahdollisimman tarkkaan hyväksi.

Sanna Perkiö (2010) on esittänyt jätevesin hukkalämpöveroä esim. ydinvoimaloille, jotta niille tulisi tarve ryhtyä etsimään voimaloiden hukkalämmölle hyötykäyttöä. Teollisuuden energiasäästösopimuksiin liittyvät energiakatselmuksot johtavat usein laitosten hukkalämmön hyödyntämiseen rakennusten lämmittämisessä.. Varkaudessa esimerkiksi on kasvatettu puunjalosteollisuuden integraatin hukkalämmön avulla sampia ja tuotettu kaviaaria.

8.1.2

Energian tuotanto

Fossiilisten energialähteiden käyttö tuottaa väistämättä hiilidioksidipäästöjä. Niiden päästöjä voidaan vähentää lähinnä parantamalla voimalaitosten hyötysuhdetta.

Maakaasun poltossa hiilidioksidia syntyy noin puolta vähemmän kuin hiilen poltossa. Kiinnostus maakaasua kohtaan on kasvamassa ja uusia kaasuputkia rakennetaan. Viime vuosina on myös suurta innostusta herättänyt liuskekaasun hyödyntäminen. Poraustekniikka on melko yksinkertaista, mutta sen aiheuttamia ympäristöhaittoja erityisesti pohjaveden pilaantumista tunnetaan vielä heikosti.

Tärkeintä olisi tietysti vähentää fossiilisten polttoaineiden käyttöä ja päästä niistä kokonaan eroon.

Uusiutuva energia

Uusiutuvan energian käyttöä lisäävät ilmastonmuutoksentorjunnan ohella energiaomavaraisuuden parantaminen ja huoltovarmuuden takaaminen.

Niiden avulla voidaan myös luoda uutta liiketoimintaa ja työpaikkoja alueilla jotka kärsivät korkeasta työttömyydestä. VTT:n arvion mukaan EU:n Suomelle vuodelle 2020 asettaman uusiutuvan energian tavoitteen saavuttaminen toisi noin 3000 htv/vuosi. Eniten työpaikkoja lisäisi metsähakkeen lisäkäyttö ja tuulivoima (Lindroos 2012).

Euroopan unionin alueella vuonna 2009 noin 50 prosenttia uudesta asennetusta sähköntuotannon kapasiteetista perustui uusiutuviin energialähteisiin eli pienvesivoimaan, biomassaan, tuuleen, auringon tai geotermiseen energiaan. Yhdysvalloissa vastaava osuus oli yli 50 prosenttia. Nopeinten kasvaa tuulivoima. Samana vuonna uusiutuvien energiamuotojen osuus koko maailman sähköntuotannosta oli kuitenkin vain 5,5 prosenttia (Vehmas 2011)

Tuulienergia

Tuulienergia on teknologiana jo saavuttanut vaiheen, jossa se laajenemista rajoittaa lähinnä hinta. Tuulivoima tarvitsee edelleen yhteiskunnan tukea. Tuulisähkön hinta on koko ajan laskenut tekniikan kehittyessä ja tuotantomäärien kasvaessa. Tuulivoimalla tuotetun sähkön kustannustaso on todennäköisesti noin kymmenen vuoden sisällä kilpailukykyinen muiden energiantuotantomuotojen kanssa.

Kustannukset ovat joka tapauksessa vähäisiä sen jälkeen kun investoinnit on tehty. Tuulivoimalla ei ole merkittäviä käytönaikaisia raaka-ainekustannuksia ja ylläpito-kustannukset ovat pienet. Tuuli voima ei tarvitse mitään polttoainetta tuottaakseen energiaa.

Tuulivoiman kasvu jatkuu maailmalla noin 20 prosenttia vuodessa. IEA:n mukaan kasvaa nykyisestä tasosta yli kymmenkertaiseksi vuoteen 2030 mennessä. Euroopassa tuulivoimaa on eniten Saksassa ja Espanjassa. Tanska on ollut myös johtavia maita tuulivoiman käyttöönotossa.

Tuulivoimalan suunniteltu käyttöikä on noin 20–40 vuotta. Sen jälkeen se täytyy peruskorjata tai purkaa. Tuulivoimaloiden koko on jatkuvasti kasvanut. Nykyisin taloudellisin voimalakoko on 2–3 MW sijoituspaikasta riippuen. Merellä oleviin tuulipuistoihin rakennetaan jopa 5MW:tin laitoksia.

Vuoden 2009 lopussa Suomessa oli 118 voimalaa, jotka tuottivat yhteensä 0,4 prosenttia Suomen sähköntuotannosta. Hallituksen ilmasto- ja energiastrategian mukainen tavoite tuulivoimatuotannolle on 6 TWh vuonna 2020. Energiategiällisyyden (2010) vision mukaan tuulivoimalla voitaisiin vuonna 2050 kattaa noin 10–15 prosenttia sähköntuotannosta tuottamalla sähköä 15–20 TWh. WWF:n arvion mukaan tuulivoiman tuotanto olisi tällöin 24 TWh (Gaia Consulting 2010). Tuulivoimaloille soveltuvia alueita on erityisesti rannikolla, merialueilla ja Lapin tuntureilla.

Tuulisuus vaihtelee vuorokauden, vuodenaikojen ja sääolosuhteiden mukaan, mutta keskimääräinen tuulen energia on kuitenkin lähes melko ja laajalla alueella

tuotannon erot tasoittuvat. Talvisin tuulee enemmän kuin kesäisin. Tuulivoimaa on siten mahdollista tuottaa enemmän silloin kun kulutuskin on suurempaa. Alle 20 %:n energiantuotanto-osuudella tuulivoima ei merkittävästi lisää säätövoiman tarvetta.

Tuulivoima soveltuu myös hajautettuun pienimuotoiseen energiantuotantoon. Sillä voidaan tuottaa energiaa omakotitaloon, maatilalle tai mökille. Tällä hetkellä näin tuotettua sähköä ei voi myydä sähköverkkoon.

Vaikka kritiikkiä on esitetty Suomessakin tuulivoimahankkeita kohtaan, niin mielipiteet eivät ole niin jyrkästi jakautuneita kuin ydinvoiman kohdalla. Mielenkiintoista on, että insinöörikunta suhtautuu muuta väestöä myönteisemmin, ei vain ydin- vaan myös tuulivoiman käytön lisäämiseen (TEK 2009). Tuulivoima on myös mukana kaikissa julkisen vallan, teollisuuden ja kansalaisjärjestöjen vähähiilistä yhteiskuntaa käsittelevissä skenaarioissa.

Tuulivoiman rakentamista ovat vastustaneet ennen kaikkea lähiseutujen kesämökkien asukkaat. Tuulivoimaloita on vastustettu lähinnä niiden aiheuttaman maisemahaitan ja melun takia. Tuulivoimaloiden on pelätty myös laskevan kiinteistöjen hintoja. Myös lintujen ja lepakkojen on pelätty menehtyvän tuulivoimaloiden siipiin.

Yksittäisen tuulivoimalan melu on merkittävä vain voimalan välittömässä läheisyydessä; 40 dB:n raja kulkee jo noin 200–300 metrin etäisyydellä voimalasta, ja 45 dB:n noin 100–200 metriä voimalasta. Useamman kymmenen voimalayksikön merituulipuisto aiheuttaa merkittävästi taustamelusta erottuvaa ääntä vain alueen sisällä ja läheisyydessä: 45 dB raja kulkee vajaan kilometrin etäisyydellä reunimmaisista voimalayksiköistä. Lapojen pyöriminen voi aiheuttaa välkkymistä ja heijastukset ja varjot voivat näkyä kauas.

Amerikkalaisen tuulivoimaan varsin kriittisesti suhtautuvan National Wind Watch -yhdistyksen mukaan suuren mittakaavan tuulivoimatuotannon etuja liioitellaan ja haittoja vähätellään (www.wind-watch.org). Yhdistyksen mukaan tuulivoiman merkittäviin haittapuoliin paikallisille yhteisölle lukeutuvat tuulivoimaloiden suuri koko, väistämätön melu, valoilmiot sekä näistä johtuvat elämänlaadun ja jopa terveyden vaarantuminen. Yhdistys listaa tuulivoimasta aiheutuviksi oireiksi mm. unettomuuden, päänsäryn, tinnituksen, korvien paineen, huimauksen, näön hämärtyminen, sydänongelmat, paniikkikohtaukset ja keskittymisongelmat. Ongelmien todetaan olevan merkityksellisiä alle 2 km etäisyydellä suurista tuulivoimaloista.

Tuulivoiman ympäristövaikutuksia voidaan tehokkaasti ehkäistä kaavoituksen avulla. Tuulivoima-alueita on rajattu myös maanpuolustus- ja lentoturvallisuussyistä. Näitä varauksia ollaan tarkistamassa. Kaiken kaikkiaan Suomessa olosuhteet tuulivoiman käyttöön otolle ovat hyvät. Talviolosuhteet aiheuttavat laitteille erityisvaatimuksia. Meillä on myös alan teollista valmistustoimintaa. Näin voi olettaa, että vuonna 2050 ainakin 20 prosenttia tarvittavasta energiasta tuotetaan tuulivoimalla.

Bioenergia

Bioenergia on fossiilisten polttoaineiden jälkeen maailmassa eniten käytetty polttoaine. Sen osuus on noin kymmenisen prosenttia. Se sopii hyvin sekä keskitettyyn että hajautettuun tuotantoon. Bioenergian tuotannolla on keskeinen asema kansallisessa ilmasto- ja energiastrategiassa (2008) sekä biotalousstrategiassa (2010).

Bioenergian lähteitä ovat:

- puu ja puuperäiset polttoaineet,
- peltobiomassat,
- biokaasu,
- kierrätys- ja jättepolttoaineiden biohajoavat osat.

Suomessa käytettävästä energiasta noin viidennes tuotetaan puulla ja puupohjaisilla energialähteillä. Tämä osuus on teollisuusmaiden korkein. Syynä on puunjalostusteollisuuden keskeinen asema kansantaloudessa. Se hyödyntää puupolttoaineita ja prosesseissaan syntyviä puupohjaisia jäteliemiä energiantuotannossa. Jos metsäteollisuuden tuotannon volyyymi tuntuvasti pienenee tai sen tuote valikoima oleellisesti muuttuu, tällä on vaikutusta myös bioenergian kokonaistuotantoon ja myös siihen, miten Suomi pystyy saavuttamaan sille EU:ssa asetetut uusiutuvan energian käytön tavoitteet.

Etanoli ja kasvisöljyistä jalostettu biodiesel ovat niin sanottuja ensimmäisen sukupolven biopolttoaineisiin. Metsäteollisuudessa syntyy myös sivutuotteita, joista voidaan hakkuutähteen ohella valmistaa liikennepolttoaineiksi soveltuvia biopolttoaineita metsäteollisuuden biojalostamoilla, joita parhaillaan kehitetään. Ensimmäisen laitoksen rakentamispäätös on jo tehty.

Suhteellisesti suurimmat kasvutavoitteet nykyisin käytössä olevista polttoaineista on ilmasto- ja energiastrategiassa asetettu metsähakkeen käytölle. Sen käyttöä rajoittavat jossakin määrin kuljetuskustannukset. Pitkät kuljetusmatkat syövät myös osan saadusta ympäristöhyödystä kuljetusten haitallisina päästöinä. Lisääntyvä kysyntä voi myös nostaa hintaa.

Suomessa metsän kasvu kestää nelisenkymmentä vuotta. Tämä on itse asiassa se sama ajanjakso, jonka aikana pitäisi päästä 80 prosentin hiilidioksidipäästöjen vähenemään ja allekin. Näin on kyseenalaista auttaako energiapuu enää Suomen olosuhteissa vähentämään hiilidioksidia ilmakehästä.

Peltobiomassoilla, kierrätyspolttoaineilla, biopohjaisilla polttonesteillä ja biokaasulla tuotetun energian merkitys on toistaiseksi ollut varsin vähäinen koko energiantuotannossa. Niiden merkitys on kuitenkin kasvamassa, kun fossiilisille polttoaineille etsitään vaihtoehtoja. Suomessa peltobiomassan käyttö energiana ovat ottaen huomioon elinkaarenaikaiset ympäristövaikutukset ja alhaisen energiatehokkuuden tuskin kannattavaa. Ruokohelpikään ei ainakaan toistaiseksi ole pystynyt lunastamaan sille asetettuja odotuksia lähinnä polttoteknisten vaikeuksien takia.

Biopolttoaineiden tuotanto ainakaan nykyisellä kasvuvauhdilla ei ole maailmanlaajuisestikaan kestävä kehityksen mukaista. Itse asiassa biopolttoaineiden tuotanto voi joissakin tapauksessa jopa lisätä hiilidioksidipäästöjä, jos biopolttoaineiden tuotantoon otettu maapinta-ala on aikaisemmin sitonut hiiltä enemmän kuin mitä säästöjä biopolttoaineiden elinkaarenaikaisilla päästöjen vähenemillä on saavutettu (UNEP 2009). Ongelmana ovat olleet myös kehitysmaissa huonot työolosuhteet ja matala palkka. Lisääntyvä tuotanto on myös ajanut köyhiä pienviljelijöitä tiloiltaan kaupunkien slummeihin.

Peltobiomassan käyttöä polttoainetuotantoon rajoittaa siten myös yhteiskunnallinen hyväksyttävyyys. Ainakin jos maailman ruokaongelma kärjistyy, niin kansalaisten

on entistä vaikeampi hyväksyä viljan käyttämistä muuhun kuin elintarviketuotantoon. Kysymys ei ole vain poliittinen, vaan myös syvästi moraalinen.

Vesikasvien hyödyntämisessä on käyttämättömiä mahdollisuuksia. Lyhyellä aikavälillä potentiaalisin on järviruoko. Levien kasvattamista bioenergiantuotantoon tutkimus on jo käytäntöön soveltamisen asteella. Mikrolevien öljyntuotantopotentiaali on monikertainen maalla kasvaviin öljykasveihin verrattuna. Levät uusiutuvat nopeasti ja satoa voidaan korjata päivittäin. Levistä tehty öljy voidaan jalostaa biodieseliksi ja loppu biomassassa kelpaa eläinten rehuksi.

Levien kasvattamiseen laajamittaisessa öljyntuotannossa liittyy vielä ongelmia eivätkä siitä tuotetut polttoaineet ole vielä taloudellisesti kilpailukykyistä. Todennäköisemmin suljetut kasvatusteknologiat ja teollisuuden tai jätevesien puhdistuksen yhteyteen integroituvat kasvatusteknologiat olisivat soveltuvimpia (Keskitalo 2011).

Levien kasvatusta vaatii sopivia lämpö- ja valaistusolosuhteita ja myös ravinteita. Hiilidioksidin puute rajoittaa levien kasvua, joten johtamalla voimalaitoksen hiilidioksidipäästöjä voidaan osa niiden hiilestä sitoa leviin.

Biomassaa tullaan käyttämään energiatuotantoon vuonna 2050, mutta kuinka paljon, niin sen arviointi on hankalaa. Leväenergian tuotannossa voi hyvinkin tapahtua läpimurto, jota siitä voi tulla merkittävä osa biopolttoaineiden tuotantoa.

WWF:n (2010) skenaariossa vuonna 2050 sähkön tuotannosta tuotetaan jopa 39 prosenttia uusiutuvalla bioenergialla tehostamalla metsähakkeen käyttöä ja korvaamalla väheneviä metsäteollisuuden sivuvirtoja paperituotannon laskiessa energiapuun käytöllä.

Biomassalla on monta muutakin käyttökohdetta kuin energian tuotanto. Sellun ja paperin tuotanto työllistää enemmän kuin bioenergian tuotanto. Puurakentamisen merkitys hiilen sitojana tulee myös korostumaan. Öljyn hinnan kallistuminen vaikuttaa myös bioenergian tuotantoon, koska siihen liittyy koneellista korjuuta ja kuljetuksia.

Lisäksi bioenergian tuotanto aina kuormittaa enemmän tai vähemmän ekosysteemejä. Energiapuun korjuun lisäämiseen liittyviä riskejä on järeän lahoppuun määrän väheneminen, minkä seurauksena lahoppuusta riippuvaisten lajiston uhanalaiskehitys jatkuu tai kiihtyy. Korjattava biomassaa vähentää saatavilla olevia ravinnemääriä ja lisää metsien lannoitustarvetta, jolloin lisääntyy myös ravinteiden huuhtoutuminen vesistöihin. Metsämaiden happamuus voi kasvaa energiapuun korjuun myötä, jolloin kadmiumin, elohopean ja lyijyn huuhtoutumisriski kasvaa. Tutkimukset osoittavat kantojen toimivan pitkäaikaisina hiilen sitoijina. Biotalousstrategia (2010) esittää tästä huolimatta, että metsäbiomassan käyttöä voidaan Suomessa nykyisestä huomattavasti lisätä, mutta että hakkuumäärien lisäys edellyttää, että metsänhoitotoimenpiteistä huolehditaan pitkäjänteisesti metsien puuntuotoskyvyn, luonnon monimuotoisuuden ja ekosysteemipalvelujen turvaamiseksi.

Kotimaisena polttoaineena turpeella on huomattava aluepoliittinen, työllistävä ja energiahuollon varmuutta lisäävä vaikutus. Lisäksi turvetta käytetään tukipolttoaineena puuperäisiä biopolttoaineita hyödynnettäessä. Turpeen käytön rajoitteet liittyvät soiden ojituksesta ja turpeen poltosta aiheutuviin kasvihuonekaasupäästöihin sekä ojituksen ja turvetuotannon vaikutuksiin vesistöissä ja suolounnossa. Turvetuotannolla on myös haitallisia melu- ja pölyvaikutuksia.

Turpeen käytön yhteiskunnallinen hyväksyttävyys on johtanut pitkiin kiistoihin ympäristöjärjestöjen, maanviljelijöiden ja teollisuuden välillä. Luonnonsuojelijat

ovat vaatineet ojittamattomien soiden säilyttämistä luonnontilassa. On ilmeistä, ettei turpeen käyttö tulevaisuudessa polttoaineena ainakaan lisäännä, vaan se aikanaan loppuu, kun ilmastopolitiikan tavoitteet kiristyvät ja sen käyttö tulee taloudellisesti yhä vähemmän kannattavaksi. Ympäristöministeri Ville Niinistön mukaan turpeen käyttö loppuu 20 vuoden kuluessa.

Bioenergia tarjoaa mahdollisuuksia hajautetulle energiantuotannolle ja samalla myös kehittää omavaraisia yhteiskuntia. SITRA:n (2011) mukaan periaatteessa noin 100 000 asukkaan yhteiskunta voitaisiin rakentaa niin, että se olisi lähes omavarainen ruuan, energian ja ravinteiden suhteen. Ravinteet ja vesi kierrätettäisiin, ravinnon jätteistä tuotettaisiin biokaasua ja tuuli ja aurinkoenergiaa hyödynnettäisiin. Kuljetusten määrä vähenisi ja väestöpohja olisi kuitenkin riittävä palveluille.

Aurinkoenergia

Auringon energialla on monta etua. Sitä voidaan tuottaa sekä pienessä että suuressa mittakaavassa. Aurinkoenergiaa on alueilla, joilla asutus on harvaa ja joille on vaikea löytää muuta käyttöä. Sen aiheuttamat ympäristöhaitat rajoittuvat tuotantokapasiteetin rakentamiseen ja huollon aiheuttamiin elinkaarenaikaisiin päästöihin. Sitä on myös tarjolla sadoiksi miljooniksi vuosiksi.

Tämän takia sitä yleisesti pidetään tulevaisuuden tärkeimpänä energian tuotannon muotona. Mutta tähän oli vielä aikaa, vaikka näyttää siltä että vuosien kehittelytyön ja lupauksen jälkeen aurinkoenergia on nyt lähivuosina läpimurtovaiheessa. Kansainvälinen energiajärjestö IEA arvioi kuitenkin, ettei sillä vielä 2030 pystytä tuottamaan yhtä paljon energiaa kuin tuulen, biomassan ja vesivoiman avulla, vaikka sen kehittämiseen panostetaan voimakkaasti.

Aurinkoenergiaa voidaan hyödyntää joko passiivisesti tai aktiivisesti. Passiivisesti auringon valoa ja lämpöä voidaan talon sijainnin ja rakenteiden avulla käyttää suoraan ilman erillistä laitetta. Aktiivisessa hyödyntämisessä auringonsäteily muunnetaan joko sähköksi aurinkopaneeleilla tai lämmöksi aurinkokeräimillä. Nanoteknologiaan perustuvissa Grätzel-kennoista, voidaan tehdä ohuita kalvoja, joilla voidaan peittää seinä ja niitä voidaan yhdistää ikkunoihin.

Pientaloissa voidaan käyttää sekä passiivisia että aktiivisia menetelmiä. Aurinkopaneeleilla säteilyn määrästä voidaan muuttaa noin 15 prosenttia sähköksi ja aurinkokeräimillä noin 25–35 prosenttia lämmöksi.

Aurinkolämmitysjärjestelmä voidaan yhdistää kaikkiin päälämmitysmuotoihin. Se sopii hyvin lämmitysjärjestelmään, jossa jo on vesivaraaja (esimerkiksi puu- tai hakelämmitys) ja lämpöpumppujärjestelmiin. Sähkölämmitteisessä talossa aurinkosähköllä voidaan lämmittää käyttövesi.

Aurinkosähköjärjestelmiä on myös perinteisesti käytetty, kun verkkosähköä ei ole saatavilla. Kohteita ovat kesämökit, veneet, väyläloistot, linkkimastot ja saaristo- ja erämaakohteet. Näissä tarvitaan vähän tehoa, eikä laitteen kallis hinta ole ongelma, koska muutakaan yhtä hyvää teknistä ratkaisua ei ole tarjolla.

E erityisen hyvin aurinkoenergia sopii hyvin kehitysmailiin, missä auringon valoa on paljon. Hyvin yksinkertaisilla laitteilla, voidaan kiehauttaa vettä ja valmistaa ruokaa ja pitää se lämpimänä. Aurinkokeitin voidaan tehdä pelkästään alumiinifoliosta, pahvilaatikosta ja mustasta kattilasta. Varjopuolena on, että keittimellä, joka ei varaa

energiaa, voidaan valmistaa ruokaa vain päivällä. Se kuitenkin säästää puuta ja hiiltä eikä aikaa tarvitse käyttää polttopuiden hakemiseen eikä tarvitse hengittää savuja.

Aurinkopaneeleilla voidaan kyliin tuoda sähköä valaistukseen, tv:n katselua varten ja kännyköiden lataamisen. Kävin Beninissä katsomassa kansalaisjärjestöjen asentamia aurinkopaneeleja. Kylään johti vain kapea polku. Laitteet oli asennettu savimajojen katoille. Yhden laitteen teho riitti kolmeen pieneen loistelamppuun. Yksi oli sijoitettu pihalle; sen valossa perhe saattoi punoa koreja myös pimeään tultua. Korit olivat heidän pääasiallinen toimeentulonsa. Lapset saattoivat myös tehdä läksyjä pimeään tultua. Toisessa talossa oli vedetty johto myös sisären taloon. Kylän kymmenestä talosta kahdeksaan oli asennettu aurinkopaneeli.

Laitteet toimivat moitteettomasti paitsi sade kautena. Ongelmana oli, ettei laitteisiin kuulunut kännykänlatauksen pistoketta. Ne olivat olleet kyläläisten käytössä puolitoista vuotta. Yksi henkilö oli koulutettu hoitamaan laitteita. Talo sai paneelin, jos kuului ne hankkineeseen kansalaisjärjestöön. Perustamismaksu on 1,5 euroa ja kuukausimaksu 2 euroa.

Tämän Suomen ulkoministeriön rahoittaman kehitysyhteistyöprojektin avulla neljään kylään asennettiin kotitalouksiin yhteensä 150 paneelia, joiden teho oli 50 W ja 4 paneelia julkisiin tiloihin, joiden teho oli 260 wattia.

Tapio Heikkilän (2010) suorittaman arvonnoin mukaan kyläläiset ovat kaiken kaikkiaan olleet tyytyväisiä laitteisiin; ne ovat toimineet hyvin. Sähkövalaistus on tuonut kylät sivistyksen piiriin. Arviointiraportin mukaan aurinkopaneelien sosiaaliseen hyväksyttävyyteen ei siten ollut liittynyt mitään ongelmia.

Suurin ongelma on ollut se, että julkisiin rakennuksiin asetetut laitteet on yhtä lukuun ottamatta varastettu. Varkaita ei saatu kiinni, vaikka käännyttiin paikallisen Voodoo-papinkin puoleen syyllisten löytämiseksi. Paneelit olivat myös aiheuttaneet kateutta niissä kotitalouksissa, jotka olivat jääneet niitä ilman. Laitteiden pitkäaikaisesta toimivuudesta ei ollut vielä luonnollisesti saatu kokemuksia. Arviointia suoritettaessa ne olivat vasta olleet käytössä 1,5 vuodesta 7 kuukauteen. Kännykkäpistokkeiden lisäksi oli toivottu myös TV:n katselun mahdollisuutta. Kuukausivuokrien keräämisessä on myös ollut ongelmia.

Tuotettuun tehoon nähden ja verrattuna kyläläisten tulotasoon ratkaisu oli hyvin kallis. Suomesta hankitut pienet kotitalouksien katoille asennetut paneelisetit lampuineen maksoivat noin 770 euroa. Paneelien ikä on arviolta 20 vuotta ja akkujen 5–6 vuotta. Tosin aikaisemman ja heikomman valotehon omaavien kerosiinilamppujen käyttökään ei ole halpaa. Se maksaa jopa lähes 100 euroa vuodessa.

Ostamalla LED-roikkalamput ja antamalla näitä varten kyläläisille hyvin pientä korvausta varten parin vuoden paristot, olisi valaistusongelma ratkaistu huomattavasti halvemmalla. Toinen mahdollisuus olisi ollut asettaa kyliin yhdet paneelit vain näiden roikkalamppujen ja kännyköiden lataamista varten. Toisaalta kokemusten hankkiminen aurinkopaneelien toimivuudesta tällaisissa oloissa on tietysti myös tärkeää. Kokemuksia tarvitaan niiden kestävydestä paikallisissa ilmasto-oloissa ja käytössä sekä niiden käyttöön liittyvistä sosiaalisista tekijöistä. Tulvat olivat koitelleet kyliä, mutta paneelit olivat säilyneet käyttökelpoisina. Kyläläiset ovat siirtäneet suojaan paneeleita, kun on ollut vaara, että savitalo sortuu tulvaveden takia.

Laajamittainen keskitetty aurinkoenergian tuotanto on myös alkamassa. Kehitteillä ja rakenteilla on kaksi erilaista aurinkoenergiajärjestelmää. Näissä joko kaarevien peilien avulla heijastetaan auringonsäteilyä polttopisteeseen tai käytetään aurinko-

kennoille. Edellisessä tuotetaan höyrytetyn nesteen kautta turbiinien avulla sähköä ja jälkimmäisessä suoraan sähköä.

Kaliforniassa rakennetaan neljää aurinkoenergiayksikköä, jotka tuottavat jopa 1 000 megawattia sähköä, mikä vastaa kapasiteetiltaan isoa maakaasu- tai hiilivoimalaa. Yksiköt rakennetaan liittovaltion maille. Yhdysvalloissa onkin paljon alueita, jotka sopivat hyvin aurinkoenergian tuotantoon.

Eurooppalainen Desertec-projekti pyrkii saamaan rahoitusta jättimäiselle hankkeelle rakentaa Pohjois-Afrikkaan ja Lähi-itään niin paljon aurinkovoimaa, että sillä voitaisiin kattaa 15 prosenttia Euroopan sähkön tarpeesta. Osa tuotetusta energiasta käytettäisiin puhtaan veden tuottamiseen merivedestä aurinkoenergian tuottajamaihien. Teknillisten valmiudet alkavat olla olemassa ja rahoituksestakin neuvotellaan. Nähtäväksi jää, miten arabimaiden viimeaikainen poliittinen liikehdintä vaikuttaa tämän hankkeen toteuttamismahdollisuuksiin.

Suomessa isoille auringonenergian tuotantolaitoksille tuskin on edellytyksiä. Osana yhteisiä sähkömarkkinoita Saharassa tai Etelä-Euroopassa tuotettua sähköä voi tietysti virrata tännekin.

Ydinvoima

Kansainvälinen energiajärjestö IEA:n arvion mukaan ydinvoimalla voisi vuoteen 2030 vähentää yli kolme prosenttia maailman energiantuotannon päästöjä verrattuna perusuraan. Merkittävänä haasteina ydinvoiman lisärakennukselle ovat kuitenkin turvallisuuskysymykset, ydinjätteen käsittely ja kustannukset. Asenteet ydinvoimaa kohtaan ovat viime vuosina muuttuneet ilmastopolitiikan takia entistä myönteisemmiksi. Toisaalta tällä hetkellä on vielä aikaista sanoa kuinka kohtalokas ydinvoiman tulevaisuudelle oli Japanin onnettomuus, ja miten voimakkaasti se jatkossa vaikuttaa ydinvoiman yhteiskunnalliseen hyväksyttävyyteen.

Kokonaan erilaiseksi tilanne ydinvoiman suhteen voi muuttua, jos terroristijärjestöt saisivat haltuunsa ydinaseen. Ydinaseiden jatkuva leviäminen ja poliittiset epävakaudet niitä omistavissa maissa eivät tee tätäkään mahdollisuutta täysin epätodennäköiseksi.

Kasvava energiantarve ja ilmastopolitiikka ovat saaneet monet maat rakentamaan tai suunnittelemaan lisäydinvoiman rakentamista. Toisaalta Saksa, Sveitsi ja Italia ovat Japanin ydinvoimaonnettomuuden jälkeen luopumassa kokonaan ydinenergiasta ja EU on laatimassa sen alueella oleville ydinvoimaloille turvallisuustestejä. Näiden lopputuloksena voi olla kiristyneet turvavaatimukset ainakin voimaloille, jotka sijaitsevat rannikolla ja näin myös ydinenergian kustannustaso nousee ja kilpailukyky heikkenee.

Periaatteessa Suomessa voitaisiin vähähiilisyys saavuttaa tuottamalla kaikki energia ydinvoimalla. Tämän tarvittaisiin parikymmentä ydinvoimalaitosta. Koska kallioperä sopii hyvin ydinjätteen loppusijoitukseen, ei tämäkään aseta estettä. Valtioneuvoston tulevaisuuselonteon skenaarioiden joukossa onkin mukana sellainen skenaario, jossa ydinvoiman käyttö on merkittävässä asemassa. Kysymys on ennen kaikkea poliittisesta valinnasta.

Koska nyt rakenteilla olevat ydinvoimalat joka tapauksessa ovat toiminnassa vielä vuonna 2050, tulee ydinvoimalla siten olemaan oma osuutensa ilmastopolitiikan keinovalikoimassa.

Jo ydinvoiman käytön nykytasolla Euroopalla on käsissään vakava ydinjäteongelma. Mantereella on välivarastoissa kymmeniä tonneja ydinvoimaloista syntyneitä korkea-aktiivisia jätteitä. Vaarallisen ydinjätteen määrä kasvaa vuosittain.

Riskien hallinnan kannalta olisi järkevää haudata muiden EU-maiden ydinvoimaloiden yhteen paikkaan. Tällöin voidaan turvallisuus varmistaa parhaiten. Ympäristön kannalta pahin tilanne olisi, jos jokaisella ydinvoimalla olisi oma loppusijoituspaikka.

Suomi on edellä muita maita ydinenergian jätehuollossa ja maaperä on sopiva loppusijoitukselle. Pitäisivätkö EU:n korkea-aktiiviset ydinjätteet loppusijoittaa Suomeen? Olisiko se meille todella hyvä ja pyyteeton ympäristöteko? Omat ydinjätteet on joka tapauksessa tarkoitus haudata Suomeen. Tälle ratkaisulle lienee kuitenkin erittäin vaikea saada hyväksyntää, vaikka se osoittautuisi erinomaiseksi miljardien eurojen suuruusluokan liiketoiminnaksikin. Kansalaiset eivät yksinkertaisesti suostu ottamaan oman maan maaperään muiden ydinjätteitä. Säteilyturvakeskuksen pääjohtaja Jukka Laaksonen toteaaakin energia-lehdessä 4/2009:

”Ensimmäinen edellytys sille, että Suomeen voisi ottaa muiden maiden ydinjätettä olisi radikaali muutos suomalaisessa yleisessä mielipiteessä ja laaja kansallinen konsensus lainsäädännön muuttamiseksi. Tätä en näe mahdolliseksi”

Eri asia on, voinko EU joskus tulevaisuudessa painostaa Suomea ottamaan vastaan muiden maiden ydinjätettä. Tällä hetkellä se ei vaikuta mahdolliselta, mutta jos EU kehittyä kohti liittovaltiota ja esimerkiksi terroristiuhkien takia päädytään lopulta keskitettyyn jäteongelman ratkaisuun, voi tilanne olla toinen.

Ydinvoiman vienti voi myös tulevaisuudessa nousta jälleen ajankohtaiseksi, joko kotimaisen kulutuksen laskiessa tai jos poliittiset voimasuhteet tulevat suosuisiksi. Teollisuudella näyttää olevan valmiutta ja haluttua ydinvoiman kasvavaan vientiin.

Merkittävimmit ydinvoimalaitoksen haittavaikutukset radioaktiivista säteilyä lukuun ottamatta ovat kaikille voimalaitoksille yhteisiä. Näistä ydinvoiman tapauksessa huomattavin on lauhduttimen jäähdytykseen käytetyn meriveden lämpeneminen. Mereen palatessaan se lämmittää vesistöjä ja saattaa aiheuttaa paikallisia ekosysteemimuutoksia suosien paikallisesti lämpimän alueen lajeja kylmän alueen lajien kustannuksella.

Loviisan voimaloiden hukkalämmön hyväksikäytöstä Helsingin lämmitystarpeisiin on keskusteltu vuosien ajan. Helsinki ei ainakaan toistaiseksi ole lämmennyt näille hankkeille.

Ydinvoimaa koskevat mielipiteet ovat itse asiassa olleet melko vakaita ja jakavat jyrkästi kansaa puoluekannasta ja sukupuolesta riippumatta. Kantoja selittävät parhaiten kansalaisten tuntema luottamus yhteiskunnan instituutioita kohtaan ja heidän yksilöllinen arvomaailmansa (Whitfield et al. 2009).

Hiilidioksidin talteenotto ja varastointi

Hiilidioksidin talteenotto ja varastointi (CCS) on kehitteillä oleva tekniikka, jonka tarkoitus on puhdistaa suurten yksiköiden kuten hiilivoimaloiden savukaasut hiilidioksidista erottamalla tämä päästöistä ja kuljettamalla esimerkiksi maan- tai merenalaisiin varastoihin.

Hiilidioksidin erotus maakaasusta on ollut normaalia toimintaa jo pitkään. Kaasukentillä erotettu kaasu on pumpattu takaisin kenttään. Hyötynä on kaasukentän

paineen säilymisen takia parempi kaasun saanto. Hiilidioksidin talteenottoa ei kuitenkaan toistaiseksi ole sovellettu suuren mittakaavan voimalaitoksissa (Teir et al. 2011).

Talteenotto voidaan suorittaa joko niin, että palamisprosessissa syntynyt hiilidioksidi joko nesteytetään savukaasupesurissa tai sidotaan kemiallisesti sopivaan mineraaliin. Vastaavasti kaasutusprosesseissa polttoainekaasun hiilidioksidi voidaan poistaa pesurissa ennen palamisprosessia. Happipolttoon perustuvassa hiilidioksidin erotuksessa polttoaine poltetaan hapen ja savukaasun seoksessa, jolloin sen erottaminen on savukaasun korkean hiilidioksidipitoisuuden takia helpompaa.

Hiilidioksidin erottamisen voimalaitoksen savukaasuista tekee ongelmalliseksi käsiteltävien kaasujen suuri määrä ja hiilidioksidin pieni pitoisuus savukaasuisa. Erottaminen vaatii nykytekniikoilla paljon energiaa ja pienentää siten laitoksen hyötysuhdetta ja lisää siten myös fossiilisten polttoaineiden kulutusta; jotta hiilestä saataisiin ”puhdasta” täytyy polttaa lisää hiiltä. Kuljetus varastointipaikalle ja varastointi kuluttavat nekin lisää energiaa ja materiaaleja.

Polttoaineen käsittelyllä ennen polttoa saadaan käsiteltävien kaasujen määrää pienennettyä. Ennen polttoa tapahtuva erottaminen sopii paremmin uusille laitoksille ja polton jälkeen tapahtuva vanhoille laitoksille. Teräs- ja sementtiteollisuuden prosessit vaativat myös omat erotusmenetelmänsä.

Palamisprosessin jälkeisellä erottamisella on mahdollista saada talteen jopa noin 90 % hiilidioksidipäästöstä. Talteenotto pienentää voimalaitoksen hyötysuhdetta 10–15 prosenttiyksikköä verrattuna tilanteeseen ilman hiilidioksidin talteenottoa. Uuden voimalaitoksen rakentamisen kustannukset nousevat 50–80 % ja tuotantokustannukset 40–70 %. Jälkiasennuksessa olemassa olevaan voimalaitokseen vaaditaan suuria muutoksia sekä savukaasu- että höyrypiiriin. Kysymyksessä on vasta tuloillaan oleva tekniikka, jonka todellisesta teknistaloudellisesta käyttökelpoisuudesta ei ole vielä täyttä varmuutta (Keskitalo 2011).

Erottamisen jälkeen taiteenotettu hiilidioksidi kuljetetaan varastointipaikalle. Kuljetus voi tapahtua putkilla tai laivoilla. Molemmissa vaihtoehdoissa hiilidioksidi kuljetetaan nesteytettynä kovan paineen alaisena. Tähän sopii periaatteessa maakaasun kuljetuksiin kehitetyt tekniset ratkaisut. Laivoja varten tarvitaan myös välivarastoja ja pitkällä matkoilla putkikuljetuksiin paineenostoasemia. Maailman mittakaavassa putkikuljetus tulee olemaan pääasiallinen kuljetusmuoto.

Varastointiin voidaan käyttää maaperässä syvällä olevia suolavesikerrostumia, ehtyneitä hiili-, öljy- ja kaasukenttiä tai muita siihen sopivia geologisia muodostelmia. Ympäristösyistä ei pidetä hyväksyttävänä hiilidioksidin sijoittamista merien syvänteisiin, koska hiilidioksidi voi siellä aiheuttaa meriveden happamoitumista. Mereen varastointi on Euroopassa kielletty.

Suomesta ei löydy suunnitelluille menetelmille sopivia geologisia varastointimuodostelmia. Lyhyellä tähtämellä laivakuljetukset ovat ainoa vaihtoehto. Putkikuljetus on kallista ja tulee kysymykseen vasta jos talteenotto on laajaa.

Varastointiin liittyy seuraavia ympäristöriskejä:

- Pohjaveden saastuminen (vuotanut hiilidioksidi voi tehdä pohjavedestä happamampaa, mikä voi johtaa raskasmetallien liukenemiseen).
- Vuotanut hiilidioksidi voi kerääntyä notkelmiin ja aiheuttaa vahinkoja ihmisille ja eläimille.
- Pitkäaikainen vuoto voi edistää ilmastonmuutosta.

Kun ajatellaan kuinka mittavia määriä hiilidioksidia joudutaan pumppaamaan varastoihin, niin vuotojen mahdollisuutta ei voida kokonaan poistaakaan. Kysymys on jälleen siitä, minkä tason vuotoriskiä voidaan pitää hyväksyttävänä.

EU:ssa on vuonna 2009 säädetty direktiivi hiilidioksidin geologisesta varastoinnista. EU:n suunnitelmissa on aloittaa 12 hiilentaiteenoton suurta kokeiluprojektia vuoteen 2015 mennessä. Suomessa koelaitosta on suunniteltu Meri-Poriin. Sekä TVO että Fortum ovat vetäytyneet projektista.

Hiilidioksidin varastointihankkeita on Keski-Euroopassa vastustettu ja onnistuttu estämään, koska on pelätty sen pääsevän karkaamaan varastointipaikasta ja aiheuttavan mahdollisesti tukehtumiskuolemia väestölle. Näin on tapahtunut Afrikassa, jossa maaperään luonnon olosuhteiden takia oli varastoinut hiilidioksidia, joka pääsi purkautumaan. Vuonna 1986 Kamerunin Nyosin kraatterijärvestä purkautui ilmaan hiilidioksidia tappaen 1800 ihmistä ja paljon karjaa (Keskitalo 2011).

Kansalaisjärjestöt ovat vastustaneet hiilidioksin talteenottoa ja varastointia, koska katsovat sen vain lisäävän hiilen polttoa. Sen on myös nähty vähentävän kiinnostusta vähentää päästöjä ja suorittaa tarvittavia rakenteellisia muutoksia energian tuotannossa. Se syö myös erittäin suuria pääomia, jotka olisi järkevämpi sijoittaa uusiutuvien energialähteiden kehittämiseen ja energiatehokkuuteen (Nef 2010).

Toisaalta on vaikea uskoa, että ihmiskunta jättäisi fossiiliset polttoaineet maahan, kuten ilmastotutkija James Hansen (2009) esittää. Hänen mukaansa tärkeintä olisi luopua kokonaan hiilen käytöstä. Hansenin mukaan katastrofaalista ilmastomuutosta ei voida muuten välttää, koska hiilidioksidi pysyy niin kauan ilmastokehässä. Hiilen louhimien aiheuttaa lisäksi pahoja ympäristöongelmia, vesin ja ilman saastumista sekä maisematuhoja. Siinä tapahtuu edelleen myös paljon työtaturmia.

Ainakin niin kauan kuin hiili käytetään, on välttämätöntä kehittää hiilidioksidin poiston ja varastoinnin tekniikoita ja kehittää niitä. Vuonna 2050 hiilen talteenotto ja varastointi lienevät siten jo täysin kehittynyttä teknologiaa.

Hiilidioksidin talteenotolla ja varastoinnilla on oma paikkansa erilaisissa skenaarioissa; sillä voidaan eri arvioiden mukaan päästä merkittäviin noin 10–20 prosentin kasvihuonekaasujen päästövähennyksiin globaalisti vuonna 2050. Itse asiassa monissa skenaarioissa katsotaan, että ilman sen käyttöönottoa on mahdoton saavuttaa ilmastomuutoksen hillinnän tavoitteita. Epäselvää kuitenkin on, missä määrin talteenotolaitoksia ehditään rakentaa ja niihin tarvittavat pääomat saadaan käyttöön niin nopeasti, että talteenotolla olisi merkittävä rooli maailmanlaajuisesti ilmastomuutoksen hillinnässä ja löytyykö riittävästi käyttökelpoisia varastointipaikkoja (Nef 2010).

Jos hiilen talteenotto ja varastointi yhdistetään bioenergiaa tuottavaan laitokseen, saadaan aikaan tekniikka, joka imee hiilidioksidia ilmakehästä. Suurin osa nykyisistä biomassavoimalaitoksista on kuitenkin niin pieniä, että hiilidioksidin talteenotto on niille kalliimpaa kuin fossiilista polttoainetta käyttäville laitoksille. Fischer-Tropch-biodieselin valmistuksen yhteydessä voitaisiin myös soveltaa hiilidioksidin talteenottoa (Tier et al. 2011)

Uudessa-Seelannissa toimii teollisuuslaitos, joka sitoo hiiltä muuttamalla biomassaa puuhiileksi (www.carbonscape.com). Tekniikkana on orgaanisen massan säteilyttäminen mikroaalloilla. Tämä tuottaa biojätteistä puuhiiltä, jonka varastointi ja käsittely, toisin kuin hiilidioksidin, on yksinkertaista. Lisäksi vaarattomana aineena sitä voi käyttää täytemassana esimerkiksi maisemoinnissa tai pelloilla vettä ja ravinteita sitovana massana. Sen on esitetty lisäävän maanviljelysmaiden satoisuutta.

Puuhiilen etu on se, että normaaleissa lämpötiloissa se ei reagoi helposti minkään luonnossa esiintyvän kemikaalin kanssa, eivätkä bakteerit hajota sitä. Tällä tavoin se säilyy pois hiilen kiertokulusta pitkään jopa kymmeniätuhansia vuosia.

Metsän istuttaminenkin hiilen varastointikeinona vie aikaa, mutta sopivissa ilmastolosuhteissa sen avulla päästään melko nopeasti sitomaan hiiltä. Etuna on myös, että istutusta voidaan suorittaa hyvinkin pienessä ja hajautetussa mittakaavassa, ja kuitenkin päästä kaiken kaikkiaan suuriin varastointimääriin. Metsänielujen kasvataminen tukee myös luontomatkailua.

8.2

Luonnonvaroja jalostava teollisuus

8.2.1

Kaivos- ja metalliteollisuus

Suomeen on viime vuosina avattu merkittäviä uusia kaivoksia, toimivien kaivosten tuotantoa lisätään ja useita kaivosprojekteja on käynnissä. Metallimalmin louhinnan volyymin arvioidaan moninkertaistuvan vuosikymmenen loppuun mennessä. Kaivostoiminnan painopiste on Itä- ja Pohjois-Suomessa.

Kiviainestuotanto on vuosittain noin 120 miljoonaa tonnia, ja ala onkin tonnimääränä mitattuna suurin kaivannaisteollisuuden sektori Suomessa. Asukasta kohden käytetään vuosittain noin 22 tonnia kiviainesta. Kiviaines on joko murskattua kalliota tai soraa ja hiekkaa. Kalliomurskeiden tuotanto on viime vuosina lisääntynyt soran ja hiekan rajallisen saatavuuden vuoksi erityisesti kasvukeskusten läheisyydessä, minne myös kiviainesten käyttö on keskittynyt.

Kaivostoiminta elää metalliraaka-aineiden hintojen nousun takia nopean kasvun aikaa. Euroopan komission 39 kriittisen raaka-aineen listalla on monta sellaista metallia ja mineraalia, joita esiintyy Suomessa taloudellisesti kiinnostavina määrin, tai joiden löytämiseksi on hyviä mahdollisuuksia.

Oman tärkeän ryhmänsä muodostavat niin sanotut high tech -metallit, joita tarvitaan erityisesti huipputeknologiassa – pieniä määriä, mutta välttämättä. Niillä on kysyntää esimerkiksi tulevaisuuden energia- ja ympäristöteollisuudessa, polttokennojen valmistuksessa, nanoteknologiassa, superjohteissa, hybridiautoissa ja tietoliikenteessä. Yksin kännykän valmistuksessa tarvitaan yli neljäkymmentä metallia.

Erytyisesti telluriumin, indiumin ja galliumin kysynnän arvellaan kasvavan nopeasti lähivuosina. Näistä mineraaleista galliumia ei ole Suomesta löydetty. Indiumista tunnetaan esiintymiä ja uusien mahdollisuus on kohtuullinen.

Vuoteen 2050 mennessä kriittisiin mineraaleihin ovat tarjolla myös kohtalaisen yleiset germanium ja koboltti, joista koboltti kuuluu Suomesta löydettyihin malmeihin.

Kansainvälinen luonnonvarapaneeli on myös selvittämässä maailmanlaajuisesti metallien riittävyyttä ja kriittisyyttä talouden kannalta. Näissä selvityksissä on huomattu, että tiedot monien metallien kohdalla ovat todella puutteellisia. Tämä koskee myös niiden osuutta kierrätystaloudessa (UNEP 2010).

Suomessa on jo viime vuosina kehitetty useita malmiaiheita kohti varsinaista kaivostoimintaa. Vuoden 2008 syksyllä aloittivat toimintansa kaksi merkittävää uutta kaivosta: Talvivaaran kaivos Sotkamossa ja Suurkuusikon kultakaivos Kittilässä.

Näiden hankkeiden lisäksi on useita muita pitkälle kehitettyjä hankkeita, joiden tavoitteena on aloittaa kaivostoiminta lähivuosina.

Talvivaaran alueella on kaksi malmiesiintymää, Kuusijärvi ja Kolmisoppi, muodostavat yhden Euroopan suurimmista nikkeliyesiintymistä. Nikkelin lisäksi esiintymästä saadaan sinkkiä, kuparia ja kobolttia sekä uraania. Rikastus tapahtuu biokasaliuotuksena.

Kittilän Suurikuusikkoon on rakennettu Euroopan suurin kultakaivos. Kaivoksen rakentamista aloitettaessa kultavarantojen arveltiin riittävän neljäksitoista vuodeksi. Myöhemmät kairaukset ovat kuitenkin osoittaneet, että kyseessä on suurempi esiintymä. Tonnista malmia saadaan noin viisi grammaa kultaa.

Kaivostoiminta tulee myös merkittävästi lisäämään materiaalivirtoja. Materiaalivirtatutkijan Ilmo Mäenpään arvion mukavaan vuonna 2008 tai sen jälkeen käynnistyneiden tai päätettyjen/suunniteltujen kaivosten kokonaislouhinta olisi noin vuonna 2015 noin 200 miljoonaa tonnia (Mt.).

Vuonna 2008, jolloin aloittelevien uusien kaivosten, Talvivaara ja Suurikuusikko, louhintamäärät olivat vielä varsin pienet, Suomen kaivosten kokonaislouhinta oli 39 Mt., eli kasvu 200 Mt:iin merkitsisi kaivostoiminnan viisinkertaistumista. Samana vuonna Suomen kotimaisten luonnonvarojen kokonaiskäyttö käyttö oli noin 250 Mt, jonka uudet kaivokset nostaisivat lukemaan 450 Mt.

Kaivostoiminta aiheuttaa aina vähintään vakavia paikallisia ympäristöhaittoja, pölyä ja muita päästöjä ilmaan, päästöjä vesistöihin, melua ja häiriötä ekosysteemeille. Kaivosten jätevesialtaisiin voi liittyä myös suuronnettomuuden riski. Tämän takia esiintyy usein ristiriitoja kaivosyhtiöiden ja niiden naapureiden sekä kansalaisjärjestöjen kesken. Myös matkailuyrittäjät ovat olleet huolissaan kaivosten ympäristövaikutuksista.

Uraanikaivosten avaaminen aiheuttaa erityisesti voimakkaita ristiriitoja. Kysymys tällöin ei ole vain itse kaivoksen aiheuttamista ympäristöriskeistä, vaan ylipäättänsä ydinvoiman käytöstä ja siihen liittyvistä erilaisista riskinäkemyksistä. Kaivoksia ja rikastusta vastustetaan, koska halutaan eroon ydinvoimasta eikä tämän takia myöskään haluta lisätä uraanin tuotantoa. Toisaalta voidaan esittää, että on tekopyhää vastustaa uraanin tuotantoa niin kauan kun käytämme ydinvoimaa, jos tämän tuotanto täyttää voimassaolevan ympäristö- ja säteilyturvalainsäädännön vaatimukset. Tai ainakin Suomessa pitäisi sallia niin suuri tuotanto, kuin mitä omat voimalamme käyttävät, vaikka uraanin loppurikastus suoritettaisiin muualla. Muussa tapauksessa siirrämme osan oman ydinvoimamme elinkaaren aikaisista ympäristö- ja työturvallisuushaitoista muille.

Viime aikoina on puhuttu vihreästä kaivostoiminnasta. Se tähtää mahdollisimman materiaali-, energia- ja vesitehokkaiisiin prosesseihin sekä tuottavuuden kasvuun ja ympäristövaikutusten minimointiin.

Voidaan tietysti kysyä sopiiko vihreä termi ylipäättänsä käytettäväksi kaivostoiminnan yhteydessä, kun se joka tapauksessa saa aikaan luonnossa palautumattomia muutoksia vähintään uusiutumattomien luonnonvarojen hupenemisen muodossa. Joka tapauksessa on odotettavissa, että kaivostoimintaan liittyvillä ekoinnovaatioilla on tulevaisuudessa suurta kysyntää.

Jos vihreä kaivostoiminta johtaa siihen, että avolouhosten sijaan toiminnat sijoitetaan ympäristösyistä maan alle, tämä lisää maan alla työskentelyä. Toisaalta

automaatio etenee myös kaivoksissa; toimintaa voidaan enenevässä määrin ohjata maan pinnalta.

Raaka-aineiden hinnan nousu voi johtaa myös siihen, että vanhoista kaatopaikoista aletaan ottaa talteen materiaaleja. Erilaisista teollisuuden pohjakuonista ja tuhkista voidaan ottaa talteen metallit ja käyttää loppuainees maarakentamisessa. Englannin kielessä käytetään tällaisesta toiminnasta termiä urban mining.

Kaivosten päästöt ja ympäristövaikutukset ovat erilaisia eri kaivoksilla, riippuen muun muassa louhittavan malmin ominaisuuksista. Merkittävimpiä ympäristöä kuormittavia tekijöitä ovat pölyt, kaivannaisjätteet ja jätevedet. Päästöjen lisäksi kaivostoimintaan liittyvä laaja-alainen maankäytön tarve aiheuttaa huomattavia muutoksia ympäristössä.

Kaivosteollisuudessa siirrellään suuria ainemääriä ja synnytetään jätevesiä; ympäristöteknologian kehittämisen kannalta nämä tekijät ovat keskeisiä. Kaivannaisjätteen määrää voidaan vähentää materiaalitehokkuutta lisäämällä ja sivutuotteiden tehokkaammalla hyödyntämisellä. Tämä vaikuttaa myös jätealueiden maankäyttötarpeeseen ja vesien käsittelyyn. Yleisemmin ympäristöturvallisuutta voidaan lisätä merkittävästi parantamalla jätevesien hallintaa ja puhdistusta (Kauppila et al. 2011).

Kaivoksiin liittyvä ympäristökysymys on myös, miten kaivostoiminnan lisääntyvä energiantarve tyydytetään, kun samanaikaisesti pitäisi kansantalouden kokonaisenergiankulutuksen kääntyä laskuun, jotta ilmastotavoitteet saavutetaan

Kaivostoiminnan kasvu tulee myös moninkertaistamaan sivukivien ja alan tuotamien jätteiden määrän. Näille pitäisi löytyä hyötykäyttöä maanrakennuksessa ja muissa toiminnoista. Tätä vaikeuttaa kaivosten syrjäinen sijainti, joka tekee kuljetuskustannukset suhteettoman kalliiksi.

Kaivostoiminta tuskin johtaa samalla tavalla uusien niiden ympärille syntyvien yhteiskuntien syntyä niin kuin 1900-luvulla, vaan työvoima asettuu asumaan jo olemassa oleviin yhdyskuntiin.

Sodan jälkeen Suomeen syntyi monipuolinen metallien jalostusteollisuus. Outokummun kehittämästä leikkisulatusmenetelmästä tuli vientituote, jonka käyttö levisi laajalle. Sen kehittäminen perustui tarpeeseen säästää energiaa. Myöhemmin sen ympäristöystävällisyys on tullut myös tärkeäksi tekijäksi. Osittain myös teknisen osaamisen takia metallinjalostus teollisuus on säilynyt Suomessa, vaikka omat kaivokset välillä ehtivät niin samalla tästä osaamisesta on syntynyt uutta liiketoimintaa.

Nykyisen kaivosbuumin oloissa tilanne näyttää toiselta; vaihtoehtona omalle tuotannolle on että rikasteet viedään ulkomaille jalostettavaksi tai niillä korvataan tuontia. Vienti on kannattavaa koska kuljetuskustannukset ovat melko vähäinen osa kokonaiskustannuksista. Nähtäväksi jää kuinka paljon olemassa olevaa metallien jalostusteollisuutta laajennetaan ja kuinka paljon syntyy kokonaan uutta metalleja jalostavaa teollisuutta.

8.2.2

Metsäteollisuus

Suomen teollisuuden kahden peruskivijalan metsä- ja elektroniikkateollisuuden molempien toiminta liittyy tiedonvälitykseen. Merkittävää on ero siinä, että elektroniikkateollisuus ja siihen liittyvä tiedonvälitys on vasta kehityksensä nousuvaiheessa, kun taas paperin valmis lienee jo saavuttanut lakipisteensä.

Yleensä uusi teknologia työntää enemmän tai vähemmän nopeasti vanhan tieltään. Nyt on käynyt kuitenkin niin, että meillä on jo käytössä täysin kehittynyt sähköinen tekninen järjestelmä, joka hyvin pystyisi hoitamaan kaiken tiedonvälityksen, mutta se ei kuitenkaan ole kuin osittain syrjäyttänyt painotuotteita. Paperi on tietoteknisessä järjestelmässä vain lisukkeena, jota toistaiseksi tarvitaan, koska paperilta lukeminen on käyttäjäystävällisempää kuin näyttöpäätteeltä lukeminen. Printterit ja kirjapainot ja koko niihin liittyvä tuoteketju ovat teknisesti katsoen tarpeettomia. Kaikki tieto pystytään jo välittämään kansalaisille ilman niitäkin.

Paperin käyttöön liittyvät kulutustottumukset voivat kuitenkin muuttua hyvinkin nopeasti. Nuorten tärkein media on jo nyt Internet ja he lukevat uutisia enemmän sähköisessä muodossa kuin painetusta sanomalehdestä. Sitä paitsi näyttöpäätteitä koko ajan kehitetään käyttäjäystävällisemmiksi.

Meillä on jo esimerkkejä siitä, että paperituotteet voivat kadota nopeasti. Vaikka paperiton toimisto yhä odottaa tuloaan monilla työpaikoilla paperiposti on tyrehtynyt lähes kokonaan, faksia ei käytetä, laskutuskin hoidetaan sähköisesti ja julkaisuista tehdään vain webbioversio. Sähköinen mainontakin kasvaa ja syö markkinoita painetuilta mainoksilta. Sähköpostia printataan paljon, mutta teollisuusmaissa kopiopapereiden käytön kasvu on alkanut taittua ja sanomalehtipaperin kulutus on kääntynyt USA:ssa laskuun.

Elektronisen kirjan markkinat ovat alkaneet kasvaa voimakkaasti. Tietotekniset yritykset ja suuret kirjakauppa- ja siirtävät kasvavalla innolla maailman kirjavarantoja Internetiin.

Kiinassa, Intiassa ja muissa nopeasti kehittyvissä maissa paperinkulutus kasvaa, mutta sen ei välttämättä tarvitse noudattaa länsimaiden kehityskäyriä. Voi hyvin olla, että juuri paperituotteiden osalta kehitysmaiden suuret massat hyppäävät intensiivisen materiaalisuuden vaiheen yli suoraan langattomaan mediaan. Kännyköitä myydään jo kehitysmaissa niin paljon, että niiden asukkaat alkavat olla paremmin sähköisen kuin painetun median saavutettavissa. Beninissä en kolmen kuukauden oleskelun aikana nähnyt kertaakaan kenenkään lukevan sanomalehteä.

Kestävän kehityksen kannalta paperin poistuminen tiedonvälityksestä ei ole suuri ongelma, koska metsien biomassalle on monta muutakin käyttöä ja ilmastopolitiikka tulee lisäämään näiden merkitystä. Jo nyt metsien biomassan käytöstä käydään kiihkeää poliittista kädenvääntöä. Mikä osa pitäisi varata paperituotteille, mikä bioenergian ja biopolttoaineiden tuotantoon tai mikä luonnonsuojelualueiksi?

Vaikka sähköinen tiedonvälitys tarvitsee energiaa ja oman aineellisen infrastruktuurinsa ja synnyttää siihen liittyviä uusia ympäristöongelmia, niin elektronisessa tiedonvälityksessä bitin siirtäminen on lähes aina ympäristöystävällisempää kuin paperilla, koska siihen tarvittava järjestelmä joka tapauksessa on jo olemassa ja sähköisessä viestinnässä tuotteen eli tiedon hävittäminen vaatii vain delete-napin painamista. Elektroniikka pystyy käyttäjäystävällisyyttä lukuun ottamatta täysin korvaamaan paperin, mutta paperi ei enää pysty tiedonsiirrossa alkuunkaan korvaamaan elektroniikkaa. Elektroninen tuote on myös helppo monistaa, jakaa ja varastoida.

Sähköisen tiedonvälityksen tehostuminen tulee johtamaan siihen, että paperi tulee tiedonvälityksessä menettämään asemansa ainakin vuoteen 2050 mennessä. Näin on aina käynyt kun uusi teknologia on haastanut vanhan. Autot syrjäyttivät hevoskärryt, sähkölamput kaasuvalon, lentokoneet ilmalaivat ja sähköliedet puuhellat jne. ja jne. Traagisimmat esimerkit ovat sodankäynnin alueelta.

Metsäteollisuudella tulee kuitenkin olemaan tärkeä asema Suomen kansantaloudessa runsaiden metsävarojemme takia, mutta metsäteollisuuden tuotevalikoima tulee varmasti muuttumaan. Kysymys ei ole vain metsäyhtiöiden strategisista valinnoista, vaan ratkaisuisista jotka koskettavat koko suomalaista yhteiskuntaa. Metsäbiomassan hyödyntäminen on tärkeää ei vain elinkeino- vaan myös alue- ja ympäristöpoliittisesti. Sillä on myös yhteys huoltovarmuuteen.

Toisaalta niin kauan kuin puunjalostusteollisuuden tuotteet ovat massatuotteita eli paperia ja sellua, niin ympäristöhaitatkin pysyvät edelleenkin jalostusarvoon nähden suurina ympäristöhaittojen irtikytkennästä huolimatta. Materiaalitehokkuutta tulisikin tehostaa ei vain tuottamalla samat tuotteet vähemmästä raaka-aineesta, vaan ennen kaikkea jalostusarvoa nostamalla. Artekin Aaltotuolista saa puukiloa kohti tuloja tuhatkertaisesti paperiin nähden. Kaikkea puuta ei tietenkään voi jalostaa design-tuotteiksi, mutta niiden osuuden tulisi olla mahdollisimman suuri.

Teollisuuspolitiikan keskeinen kysymys onkin se, miten metsien biomassaa hyödynnetään. Mille metsäteollisuuden tuotteille on kysyntää vuonna 2050? Miten maamme biomassaa tulisi käyttää elintarviketuotantoon, puurakentamiseen, metsä- ja kemianteollisuuden raaka-aineeksi, bioenergiaksi, liikenteen polttoainetuotantoon, hiilinieluksi ja luonnon monimuotoisuuden turvaamiseen sekä metsien monikäytön, virkistykseen ja matkailun tarpeisiin ja jopa nanoselluksi niin, että kestävä kehitys on mahdollista?

Vaikka vuonna 2050 sähköinen tiedonvälitys on voimakkaasti syrjäyttämässä paperia tiedonvälityksessä, niin pakkausteollisuudessa paperiteollisuuden tuotteilla on edelleen kysyntää ja puurakentamisen markkinat laajenevat. Muuten metsäteollisuuden on joka tapauksessa edessään rakennemuutos. Biojalostamoja tullaan rakentamaan ja tuottamaan biopolttoaineita sekä kehitetään uusia tuotteita, biokemikaaleja, biopolymeerejä sekä biomuoveja ja muita puupohjaisia materiaaleja, lääkkeitä ja kosmetiikkatuotteita. Suurten puuvarojen takia tuotteiden kirjokin tulee olemaan laaja ja vain osa tuotteista voi olla korkean jalostusasteen ja yksikköhinnan omaavia. Alan inertia on kuitenkin niin suuri, että muutoksia on vaikea ennustaa ja niitä saattaa syntyä vasta pakon edessä.

Keskeinen elinkeinopolitiikan kysymys on myös, miten pystytään entistä paremmin yhdistämään toisiinsa maamme korkea elektroniikkateollisuuden osaaminen ja luonnonvarojen kestävä hyödyntäminen. Silti on selvää, että teollisuutemme tulee suurelta osin säilymään hyvin energia- ja materiaintensiivisenä. Metsäteollisuus tuskin kasvattaa energian kulutustaan, mutta koska on järkevää olettaa, että metsien biomassaa joka tapauksessa hyödynnetään, niin ellei siitä huomattava osa ohjautu energiantuotantoon, niin metsäteollisuuden energian tarve tuskin aivan dramaattisesti laskeekaan. Paljon vaikuttaa se, minkä muodon väistämätön metsäteollisuuden rakennemuutos saa.

8.2.3

Jätteet luonnonvarana

ENVIMAT-jätetutkimuksessa löydettiin jätejakeita, joiden synnyn ehkäisyyn tai hyödyntämiseen kaivataan uusia innovaatioita (Mattila et al. 2011). Runsaasti materiaaleja käyttävillä teollisuustoimialoilla näitä ongelma-alueita löytyi muun muassa seuraavasti:

- Elintarviketeollisuus: eloperäiset jätteet
- Kaivannaisteollisuus: sivukivet
- Massa- ja paperiteollisuus: soodasakka, tuhkat
- Lannoitteiden valmistus: pasute, kipsi
- Rauta- ja terästeollisuus: sivuvirrat
- Muu metallien valmistus: hienokuona, raekuona, prosessisakat, jarosiitti
- Talonrakennus: korjausrakentamisen sekajäte
- Maa- ja vesirakentaminen: käyttökelpoiset materiaalit, jotka on luokiteltu jätteeksi
- Kauppa: eloperäiset jätteet, pakkausmateriaalit

Materiaalitehokkuuden parantamisella ja jätteiden vähentämisellä havaittiin tutkimuksessa myös merkittäviä vaikutus ilmastomuutoksen hillinnän kannalta. Kuormittavuudeltaan merkittäviä panoksia sekä jätteiden että ilmastomuutoksen kannalta ovat eläintuotteiden käyttö meijeriteollisuudessa sekä lihanjalostuksessa, sementin käyttö rakennuksissa sekä maa- ja vesirakentamisen sisäiset tuotevirrat. Näissä kohteissa prosesseja parantamalla ja raaka-aineita muuttamalla voitaisiin vähentää koko kansantalouden jätemääriä ja kasvihuonekaasupäästöjä. Sen sijaan esim. louhintatuotteiden käyttöä tehostamalla voidaan vaikuttaa jätemääriin, mutta ei juurikaan kasvihuonekaasuihin.

Biojätteen hyödyntäminen tarjoaisi mahdollisuuksia vähentää kasvihuonekaasupäästöjä sekä korvata fossiilisia polttoaineita liikenteessä. Uusiutuvan energian osuutta liikenteessä vuonna 2020 koskevasta tavoitteesta voitaisiin saavuttaa noin kolmannes käyttämällä biojätteestä tuotettua biokaasua. Karjan lannan ohella eloperäiset lietteet ja muut vesipitoiset biohajoavat jätteet tarjoavat merkittävän potentiaalisen biokaasun tuottamiseen biokaasulaitoksissa.

Suomeen ollaan rakentamassa tai suunnittelemassa parasta aikaa useita uusia jätteidenkäsittelylaitoksia, että voidaan myös olettaa, että lähes kaikki yhdyskuntajäte vuonna 2050 hyötykäsittelään vähintään energiana.

Painopiste on jätehuollossa siirtymässä kierrätyksessä ja jätteiden hyötykäytöstä jätteiden synnyn ehkäisemiseen eli materiaalitehokkuuteen. Jätteen synnyn ehkäisyä on vaikea hoitaa jätehuollon keinoin.

Suomessa on mahdollisia kunnostuksia kaipaavia pilaantuneen maan kohteita arvioitu olevan noin 20 000; vuosittain on kunnostettu noin 300 kohdetta. Tällaisia kohteita ovat esim. ampumaradat, huolto- ja jakeluasemat, kemialliset pesulat, kyllästämöt, sahat, metalliteollisuus, korjaamot, maalaamot, romuttamot, ratapihat, satamat ja vanhat kaatopaikat.

Yleisimpiä kunnostusmenetelmiä ovat:

- massanvaihto (pilaantuneen maan vaihtaminen puhtaaseen).
- huokosilmäkäsittely (haihtuvien hiilivetyjen poistaminen huokosilmäimun tai puhalluksen avulla).
- saastuneen maan stabilointi.

Uusia saastuneita maa-alueita syntyy enää vähän. Kohteiden suuren määrän takia, niiden kunnostus kestää kauan.

Ympäristöministeriön ympäristöinnovaatiopaneeli järjesti vuonna 2009 työpajan, jonka tavoitteena oli ennakoida jätealan kehitykseen ja materiaalitehokkuuden parantamiseen liittyviä teknologian kehittämistarpeita sekä erityisesti myös biohajoavaan jätteeseen, uusiomateriaalien käyttöön ja teollisuusjätteisiin liittyviä ongelmia ja teknologiatarpeita. Työpajaan osallistuivat paneelin jäsenet sekä heidän kutsumansa asiantuntijat. Mukana oli tutkijoita, virkamiehiä ja teollisuuden edustajia.

Työpaja tuotti pitkän listan ideoita, joista osallistujat tiivistivät muutaman tärkeimmän innovaatioalueen. Nämä liittyivät raaka-aineiden hallintaan, logistiikkaan, tuotesuunnitteluun ja palvelukonsepteihin, teolliseen integraatioon, kulutustottumuksiin ja ohjauskeinoihin seuraavasti:

Raaka-aineiden standardisointi

- raaka-aineista ja jätteistä tulisi tietää enemmän vakioidusti,
- tavoitteena materiaalien ilmasto- ja ympäristövaikutusten pisteyttäminen,
- kierrätettävyyden parantaminen,
- paikkatieto materiaaleista, pörssi ja markkinapaikka,
- hankintakulttuurin muutos.

Uusiomateriaaleja tukevat palvelukonseptit

- tietokanta saatavilla olevista uusiomateriaaleista,
- korjauspalvelut ja korjauskelpoiset tuotteet, joihin varaosia,
- moduulit, standardit, normit, ohjeet,
- jonkinlainen sääntely tuotevarioinnille (esim. kännykkälaturit),
- tuoteselosteeseen tiedot kierrätettävyydestä,
- sama jakelukanava uusiotuotteille ja ”perinteisille” tuotteille,
- uusiomateriaalipalvelut (yrittäjyyys).

Logistiikka

- uusiomateriaalien synty ja käyttö eri alueilla on suuri haaste,
- tavoitteena paikallisten hyötykäyttökohteiden hyödyntäminen ja uusien ratkaisujen keksiminen,
- hajautettu tuotanto,
- ympäristö ystävällisen kuljetusteknologian kehittäminen, esim. putkitukset,
- ICT:n hyväksikäyttö,
- myös rautatieverkot ja kanavat,
- alueelliset synergiat ja näiden hyödyntäminen (Perämeri),
- kannustimet,
- kokonaisvaltainen suunnittelu, laitosten sijoittaminen (ml. julkinen sektori).

Jättemateriaalien ainesosien ja energian talteenoton tehostaminen

- tarkastellaan tuotteen koko ketjua,
- tarkastelun kohteena esim. alkuaineet, hivenaineet, ravinteet, komponentit, energia ym.,
- olemassa olevan esim. kaivos-, bio-, nano-, geeni- ja entsyymitekniikan soveltaminen ja hyödyntäminen, uuden teknologian kehittäminen,
- syntypaikkalajittelu, jättemateriaalivirtojen hallinta,
- taloudellinen ohjaus kannustimeksi.

Innovatiivinen tuotesuunnittelu uusiokäytölle

- kaksi tavoitetta:
 - 1) uusiomateriaalien käyttö,
 - 2) käytön jälkeinen materiaalien hyödyntäminen,
- tavoitteena materiaalien 100 % kierrätys,
- suunnittelijoiden ym. koulutus, kaikkien tahojen ymmärrettävä kierrätyksen mahdollisuudet,
- jos uusiotuotteiden laatu paranee, myös kilpailukyky paranee,
- "lego-ideologia" rakentamisessa.

Jätteiden tuote ja tuotanto

- virtuaalinen, älykäs, interaktiivinen; hyödyntää tietoteknologiaa
- tuotteet kestäviä, päivitettäviä, modulaarisia
- myös "keskustelevia": tuote, kuluttaja, yritykset
- Kehdosta Kehtoon -tuotesuunnittelu
- High Techiiä myös purkuteknologiaan
- tuotteilla verkkoidentiteetti (ID-numero)

Nanoteknologia

- lujat ja keveät rakenteet, korkeita lämpötiloja kestävät materiaalit, ohuet ja itsensä puhdistavat pinnoitteet, suuri pinta-ala/paino-suhde
- teknologia uusi, riskienarviointi kehitteillä
- tarjoaa suuria mahdollisuuksia materiaalitehokkuuden suhteen,
- mutta käyttöön liittyy merkittäviä jäteriskejä, joita ei vielä tunneta
- kokonaisriskiarviointia kehitettävä
- ekologinen selkäreppu?

Nollajätteen teollisuusalue

- teollisuuspuisto, jossa toisen jäte on toisen raaka-aine, lyhyet kuljetusmatkat, keskitetyt ympäristöpalvelut
- alue-YVA, puiteluvitus, kaavoitus
- kokonaisoptimointi (jäte, materiaalit, energia)
- "kierrätysautomo"
- jalostusteknologia
- edellyttää tiedon avaamista
- tarvitaan myös teollisuuspuiston isännöitsijä (välittävä toimija, liiketoimintaa)

Elinkaarivero

- elinkaaren aikaiset ympäristökuormat määrittelevät tuotteen/palvelun/raaka-aineen elinkaariveron
- tarvitaan hyvät työkalut määrittämiseen
- analogiaa taloustieteistä
- askel askeleelta eteneminen
- suora vaikutus kuluttajan toimintaan
- suurin este asenteet / muutosvastarinta
- lainsäädäntö ja veropolitiikka edellytyksenä

Henkilökohtainen päästökauppa

- henkilökohtaisen hiilijalanjäljen laskeminen
- ongelmana mittaaminen / jyvittäminen
- hyödynnetään bonuskorttien analogiaa, siirrytään siruihin
- voidaan laajentaa muihin ympäristövaikutuksiin
- asteittainen eteneminen (ravinto, liikenne, asuminen) (kauppa ja kompensointi)
- esteenä asenteet, yksilön kontrollin lisääminen

Elämäntapamuutos

- *”tuunattu yhteisöllinen urbaani retroelämä”*
- *yhteisöasuminen: talokeittiöt, talokohtainen energiantuotanto, talosaunat, pesutuvat, yhteiset autot, ekovessat*
- *mutta myös yksilöllisyys*
- *kotitalousviljely, sesonkituotteiden käyttö*
- *lähtökohtana yhteiskuntarakenne, kaavoitus, talojen suunnittelu*
- *teknologiset ratkaisut avuksi, esim. sähköinen resurssien varausjärjestelmä*
- *myös taloudelliset kannustimet tärkeitä*

”Kierrätyskone”

- *tai ”kierrätyskosysteemi”*
- *tunnistaa ja hajottaa materiaalin*
- *hyödyntää uusinta tunnisteteknologiaa*
- *teollisia prosesseja kehitetään kaikenlaisen materiaalin vastaanottamiseksi*
- *haasteena tunnistaminen, erottaminen, jalostaminen*
- *haasteena myös kysynnän puute, uusien jätteiden syntyminen, prosessin toimintaedellytykset, raha, tutkimus*
- *Ekopark hyövä lähtökohta*

Mielenkiintoista oli kuinka voimakkaasti huomio kiintyi pois perinteisestä jättepolitiikasta kohti elinkaariajattelua ja materiaalitehokkuutta. Samoin kiinnostavaa oli sosiaalisten innovaatioiden huomiointi ideoinnissa.

8.3

Kulutus ja tuotejärjestelmät

Ihmisten aineelliset perustarpeet ravinto, asuminen ja liikkuminen aiheuttavat suurimmat osan ympäristöhaitoista (UNEP 2010a, Seppälä et al. 2009)). Hyvinvointipalveluiden aiheuttama ympäristökuormitus syntyy sekin rakennuksista, ruuasta ja liikenteestä.

Perustarpeisiin liittyvät elintavat ovat jokaisen kulttuurin keskeistä sisältöä ja ydintä. Kun yritetään vaikuttaa perustarpeisiin, samalla vaikutetaan siihen, miten ihmiset elävät ja heidän tulisi elää. Worldwatch Institute on oikeassa, kun se kuluusta käsittelevässä vuoden 2010 maailmantila raportissaan korostaa voimakkaasti kulttuurin merkitystä kestäväälle kulutukselle.

Julkinen valta voi tehdä taloudellisesti epäedulliseksi epäterveellisen tai ympäristön kannalta ongelmallisen ruuan, mutta ei sitä kieltää. Edes tarpeettoman liikkuamisen määrittäminen yhteiskunnan toimesta ei sovi hyvin yhteen kansalaisten perusoikeuksien turvaamisen kanssa. Ihmisten tulee tehdä kestävä ruoka-, asumis- ja liikkumisvalinnat itse. Yhteiskunnan roolina on tällöin tehdä nämä valinnat mahdollisiksi ja tukea niitä.

Sen enempää vihreä talous kuin talouden supistaminen eivät ole toistaiseksi esittänyt vakuuttavia kuvauksia siitä, miten kulutuksessa saataisiin aikaan tuotejärjestelmätason muutoksia. Vaikka rakenteelliset tekijät ovat mukana OECD:n vihreän

kasvun ohjelmassa, on vaikea nähdä, että ehdotetuilta toimilla saataisiin aikaan radikaaleja tuotejärjestelmätason muutoksia.

Tuotejärjestelmien taso kytkee kulutuksen kiinteästi energia-, maatalous-, liikenne- ja tietoliikennepoliittisiin ratkaisuihin. Näkökulma on tarvelähtöinen. Ehkä pitäisikin maatalouspolitiikan sijasta puhua ravintopolitiikasta, asuntopolitiikan sijasta asumispolitiikasta ja liikennepolitiikan sijasta liikkumispolitiikasta.

Tärkeä kysymys on myös se, missä määrin tuotejärjestelmien tulisi olla paikallisia, alueellisia tai maailmanlaajuisia eli mitä tuotteita olisi tarkoituksenmukaista tuottaa hajautetusti ja missä tapauksissa suuren tuotantomittakaavan tuoma ympäristöhyöty on niin merkittävä, että se peittää alleen kuljetusten aiheuttamat päästöt ja ympäristöhaitat. Ja miten keskittyminen tai hajauttaminen vaikuttaa ainevirtojen vähentämiseen.

Kerran muotouduttuaan tuotejärjestelmät omaavat tietyn inertian, ne eivät enää käyttydy itseorganisoituvien vaan adaptoituvien systeemien tavoin. Ulkoiset muutokset ja impulssit eivät enää aiheuta uudelleenorganisointumista ja kehittymistä, vaan pyrkimyksen palauttaa systeemi homeosatatin tavoin takaisin vanhaan tasapainotilaan.

Vihreän talouden kannalta tuotejärjestelmiin liittyvä inertia voi olla ongelmallista, jos pelkkä ulkoihin muutoksiin mukautuva ja systeemin entiseen tasapainoon palauttava vaihe kestää pitkään, koska haitalliset ympäristövaikutukset voivat kasaantua ja aiheuttaa vaikeasti korjattavia muutoksia ekologisten järjestelmien toimintakyvyssä. Yksityiseen auton käyttöön perustuva liikennejärjestelmä on tästä esimerkki; kaikista julkiseen liikenteeseen suoritetuista panostuksista huolimatta sen osuus on liikkumisessa vähentynyt. Olemme lukkiutuneet käyttämään yksityisiä ajoneuvoja. Maatalous on toinen hyvä esimerkki; luomu ei sovi systeemin rakenteisiin ja siksi kysynnän kasvusta huolimatta ei synny riittävästi tarjontaa.

Tuotejärjestelmiin liittyvät aikatekijät ovat muutenkin tärkeitä poliittisten ohjauskeinojen vaikuttavuuden kannalta. Suomessa energia- ja ilmastostrategian tavoitteet olisi saavutettava jo vuonna 2020. Tähän on aikaa alle kymmenen vuotta. Väestön perustarpeiden tyydyttämisen kannalta keskeisillä tuotteilla puhumattakaan itse tuotejärjestelmistä on selvästi pitempi elin ikä esim. rakennuksilla noin 50–100 vuotta ja autoilla noin 10–15 vuotta.

Toisaalta kuluttajat voivat omilla ostopäätöksillään saada aikaan nopeitakin muutoksia. Energiatehokkuuden parantaminen hankkimalla lämpöpumppuja ja loisteputkia, siirtymällä kasvisravintoon tai jättämällä väliin ulkomaille suuntautuvan lomamatkan tuo ympäristösäästöjä välittömästi.

Vieläkin yksinkertaisempaa on noudattaa ohjetta ” pieni on kaunista”. Pieni ei välttämättä ole aina ympäristön kannalta paras ratkaisu, mutta useimmissa tapauksissa näin on. Ja mikä vielä parempaa, kun ostaa pienen tuotteen ympäristöhaitat vähenevät tuotteen koko elinkaaren osalta. Tarvitaan vähemmän raaka-aineita sekä energiaa ja syntyy vähemmän jätettä. Pieni auto ei vain kuluta vähemmän, vaan se tarvitsee pienemmän tallin ja vähemmän tie- ja parkkipaikkatilaa.

Painosta on myös helppo saada luotettavaa tietoa ja useimmiten ei tarvita mitään erillistä ympäristöinformaatiota; pienuuden voi havaita omilla aisteillaan. Kilot ja tonnit ymmärtävät jokainen.

Vaikka emme menisi niin pitkälle kuin eräs futurologi, joka ehdotti ihmisen geneettistä pienentämistä kestäväen kehityksen turvaamiseksi, niin voimme helposti

tehdä paljon oman materiaalisen selkäreppumme pienentämiseksi. Erityisen tärkeää olisi miettiä, kuinka suuri tuote on niin suuri, jotta se täyttää tarpeemme. Luopumalla käyttötarkoitukseen liian suuresta, meidän ei edes heikennä elintasoamme eikä meidän juuri tarvitse muuttaa käyttäytymistämme. Valitsemme vain riittävyyden. Säästämme myös kustannuksissa.

Tuotejärjestelmiin vaikuttaminen vaatii joka tapauksessa pitkäjänteistä suunnittelua. Elinkeinopolitiikka on viime vuosina pitkälti perustunut siihen, että julkinen valta luo yrityksille hyvän toimintaympäristön, mutta ei pyri voimakkaasti muuten vaikuttamaan teollisuuden rakenteisiin. Anthony Giddensin (2009) mukaan ilmastopolitiikan tavoitteita ei kuitenkaan voida saavuttaa muuten kuin lisäämällä suunnittelua. Hän puhuu yhteiskunnallisen suunnittelun uudelleentulemisesta erityisesti koko kansantalouden tasolla.

8.3.1

Ravinto

Suomessa on enemmän peltoalaa, kuin tarvitaan ravinnon tuottamiseen väestölle. Kokonaispeltoala on noin 2,3 miljoonaa hehtaaria, mistä tarvitaan ruokaomavaraisuuden turvaamiseen ja Suomen elintarvike- ja rehuteollisuuden tarvitseman raaka-aineen tuottamiseen vain noin 1,8 milj. hehtaaria. Täten noin lähes neljäsosa peltoalasta voitaisiin tarvittaessa käyttää muuhun tuotantoon (Biotoustrategia 2010).

Ilmastonmuutoksen eteneminen muuttaa ravinnon tuotannon edellytyksiä. Todennäköisesti Suomessa sadot lisääntyvät, vaikka uudet tänne tulevat tuholaishyönteiset ja sään ääri-ilmiöiden lisääntyminen sitä vähentäisivätkin.

Kalatalouden ja sen sivuvirtojen ympärille on mahdollista rakentaa uutta biotaloutta. Särkikalakannat ovat kasvaneet Etelä-Suomen rannikolla ja rehevöityneissä järvissä. Poistokalastuksella voitaisiin yhtä aikaa vähentää vesistöjen rehevöitymistä sekä tuottaa elintarvikkeita ja eläinrehuja.

Kuluttajan jätejalanjäljestä noin neljännes aiheutuu elintarvikkeiden valmistuksesta (Seppälä et al. 2009). Elintarvikkeiden jätejalanjälki taas koostuu suurimmalta osalta kemiallisten mineraalien louhinnasta ja lannoitteiden valmistuksesta. Luonnonmukaisessa maataloudessa lannoitus perustuu kasvien typensidontaan, lantaan, sivukiviin (apatiitti) sekä teurasteollisuuden sivutuotteisiin (lihaluujauho). Nämä lannoitteet lähinnä vähentävät muiden toimialojen jätejalanjälkeä.

Kuluttaja voi vähentää omaa jätejalanjälkeään tehokkaasti suosimalla luomutuotettuja elintarvikkeita. Laajamittainen siirtyminen luonnonmukaiseen maatalouteen vähentäisi jätteiden syntyä ja lisäisi hyötykäyttöä koko maan tasolla.

Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan mukaan Suomen ruokapolitiikan keskeinen valinta on luomuviljelyyn panostaminen. Ruokapolitiikkaa koskevassa lausunnossaan valiokunta esittää useita perusteluja suomalaisen luomutuotannon lisäämiseksi. Luomun puolesta puhuvat mm. ilmasto-olosuhteet, maatalouden päästöjen vähentäminen ja huoltovarmuus (Eduskunta 2010).

Joidenkin arvioiden mukaan noin 10% kotitalouteen ostetuista elintarvikkeista päätyisi jätejakeeseen. Noin kolmannes kotitalouksien biojätteestä on YTV alueella ruokajätettä. Mikäli häviöt muissa ketjun osissa, kuten ravintoloissa ja kaupassa, otetaan huomioon, hävikkien osuus koko ruuantuotannosta voi olla jopa 25% Jos

tämä hävikki saataisiin poistettua, vaikutukset ruuantuotannon kokonaiskysyntään olisivat merkittäviä, samoin vältetyt ympäristövaikutukset.

ENVIMAT-mallin avulla voidaan kuitenkin hahmotella, mitä tapahtuisi, jos ruokajätettä ei enää tuotettaisi (Mattila et al. 2011). Mikäli oletetaan, että ruokahävikki vähenisi 10 %, eli hukkaan menisi enää 0–15 % elintarvikkeista, ja että tämä säästö korvaisi kotitalouksien ruokaostoja tasaisesti kaikissa elintarvikeryhmissä, voidaan antaa karkea arvio vaikutusten suuruusluokasta. Kotitalouksien elintarvikkeiden ostot vähenisivät 10 %. Mikäli tämä johtaisi tuotannon vähenemiseen samassa suhteessa, kotimaiset kasvihuonekaasupäästöt vähenisivät 420 000 t CO₂e, kotimainen materiaalinkulutus vähenisi 1,3 miljoonaa tonnia ja maankäyttö 140 000 ha. Samalla kuitenkin työttömäksi jäisi yli 8000 ihmistä ja bruttokansantuote alenisi noin 300 M€, kun ruuantuotanto supistuisi. Toisaalta säästyneet rahat ruokaketjun eri vaiheissa mahdollistavat uusien työpaikkojen syntymisen muualla, minkä takia kokonaistaloudellisyysvaikutuksia on vaikea ennustaa.

Voikin kysyä eikö kustannusten nousun kanssa painivien kuntien olisi järkevää säästää ruokaa ja palkata säästyneillä euroilla uusia opettajia ja päivähoitajia? Sama tietysti koskee laajemminkin kuntien toimintaa. Energia- ja materiaalitehokkuudesta löytyy säästöpotentiaalia, joka ei ole poissa palvelutasosta.

Ylipainoa voidaan myös pitää eräänlaisena ravintohävikkinä ja vielä terveydelle vaarallisena sellaisena. Iltalehti syyllisti liikalihavia ihmisiä ilmastomuutoksesta 21.4.2009 Otsikolla ”Ylipainoiset ovat uhka ympäristölle”:

”Ruoan tuotanto on suuri tekijä maapallon ilmaston lämpenemisen kannalta. Brittitutkijoiden mukaan hoikat väestöt, kuten vietnamilaiset, kuluttavat lähes 20 prosenttia vähemmän ruokaa ja tuottavat näin ollen vähemmän kasvihuonekaasuja kuin väestöt, joissa 40 prosenttia ihmisistä on ylipainoisia. Jälkimmäistä suuntausta edustavat yhdysvaltalaiset, joista jo 33,3 prosenttia on liikalihavia.

Kuljetuksesta koostuvat päästöt ovat myös pienempiä hoikille ihmisille. Tutkijoiden huolenaiheena on, että liikalihavuus on useissa maissa kasvussa.

– Meidän on puututtava globaaliin lihomiseen. Mitä painavampia olemme sitä vaikeampaa ja epämiellyttävämpää liikkumisesta tulee, ja sitä riippuvaisemmiksi tulemme autoistamme. Hoikkana pysyttelemisen on hyväksi sekä terveydelle että ympäristölle, he tähdentävät.”

Esko Aho ehdotti jo useita vuosia sitten liikalihaville erityistä terveysveroa, joka kattaisi heidän aiheuttamansa ylimääräiset terveyskulut. Nyt tähän on löytynyt ympäristöperustekin.

Ravinnon kohdalla terveys- ja ympäristönäkökohdat joka tapauksessa tukevat toisiaan. Ravinnon hiilijalan jälki vähenee noin 20 prosenttia, jos kaikki suomalaiset siirtyisivät syömään kasvisvoittoista ruokavaliota. Vegaani pärjää jopa puolella keskivertoruokavaliosta päästöistä.

Suuri kysymys vuoteen 2050 mennessä myös on, kuinka suuri osuus ravinnosta tuotetaan geeniteknologialla ja kuinka suuri ympäristöhyöty näin saavutetaan. Ilmastomuutoksen edetessä voi väestön suhtautuminen geeniteknologiaan muuttua, jos voidaan osoittaa että sen käyttö on ilmastopoliittisin perustein tärkeää.

Biotalousstrategian (2010) mukaan elintarviketuotannon ohella biomateriaalit tarjoavat monia mahdollisuuksia, esimerkiksi tekstiilien, paperin, komposiittien, suodattimien ja eristeiden valmistuksessa. Tärkkelyspitoisia kasveja voidaan hyödyntää erilaisissa teollisuuden sovelluksissa kuten biologisesti hajoavissa muoveissa

ja pesuaineissa. Kasveja voidaan hyödyntää lääkkeiden, makuaineiden, hajusteiden ja muiden erikoiskemikaalien tuottamisessa.

Peltojen käyttäminen biomateriaalien tuotantoon tulee olemaan helpommin hyväksyttävää kuin niiden käyttö bioenergian tuotantoon.

8.3.2

Asuminen ja rakentaminen

Rakennetussa ympäristössä käytetään noin 40 prosenttia kaikesta energiasta ja siitä aiheutuu noin 30 prosenttia hiilidioksidipäästöistä. Koska rakennuskanta uusiutuu hitaasti, niin yli puolet vuoden 2050 rakennuskannasta on jo olemassa tänään. Korjausrakentamisella on siten keskeinen sija parannettaessa rakennusten energiatehokkuutta. Vanhan rakennuskannan osalta kiinteistöjen hoidolla on myös suuri merkitys. Paremmalla huollolla, kunnossapidolla ja energian kulutuksen seurannalla ja laitteiden säädöllä voidaan yksistään säästää julkisissa rakennuksissa noin 5–15 prosenttia energiankulutuksesta. Puurakentaminen vähentää hiilidioksidia korvatesaan sementtiä ja toimii hiilinieluna.

Asuntokuntien koko pienenee edelleen, mikä lisää asuntorakentamisen sekä erityisesti toimivien pientalojen ja helposti muunneltavien asuntojen tarvetta. Väestön ikääntyminen johtaa siihen, että yhä enemmän varakkaita ikäihmisiä asuu suurissa asunnoissa turhankin väljästi ja samalla lapsiperheet asuvat edelleen ahtaasti.

Ympäristöministeriön rakentamista käsittelevän ohjelman ERA-17 mukaan rakennetussa ympäristössä tarvitaan energiatehokasta ja hiilidioksidipäästöt huomioon ottavaa kaavoitusta ja maankäyttöä, hajautettua energiantuotantoa, aurinkosähkön käyttöönottoa, sähkönkulutuksen reaaliaikaista mittaamista, rakentamisen ohjausta ja valvontaa, kiinteistöjen käyttöä ja omistusta sekä osaamisen kehittämistä (Martinkauppi 2010).

Osa toimenpiteiden edellyttämistä investoinneista on taloudellisesti kannattavia jo nyt ja tarvittava tekniikka on jo olemassa. Energiankulutuksen ja päästöjen vähenemisen lisäksi toimenpiteillä voidaan merkittävästi parantaa rakentamisen ja asumisen laatua. Maaseudulla hajautetun energiantuotannon rooli on merkittävä, kun taas kaupunkialueilla täydennysrakentamisen ja yhdyskuntarakenteen eheyttämisen rooli korostuu.

Passiivitalo on rakennus, jonka lähes kaikki tarvittava lämpöenergia saadaan aikaan aurinkoenergiaa sekä rakennuksen käytön aiheuttamaa lämpöä hyödyntämällä. Passiivitaloille on annettu rakennusteknisiin tekijöihin perustuvia määritelmiä.

Passiivitalon täytyy olla hyvin lämmön eristävä ja tiivis; siinä on koneellinen ilmastointi, mutta ei varsinaista lämmitysjärjestelmää. Siinä riittää pienitehoinen varalämmitysjärjestelmä talvella energian huippukulutusta varten. Yhdistämällä passiivitaloon aurinkoenergiaa voidaan saada nollaerגיataloja ja taloja, jotka tuottavat energiaa.

Passiivitalon rakennuskustannuksissa saavutetaan kustannussäästöjä pois jäävän päälämmitysjärjestelmän osalta. Toisaalta lisäeristykset ja koneellinen aiheuttavat lisäkustannuksia noin 15 prosenttia. Koneellisen ilmastointi voi olla ongelmallinen allergioista kärsiville. Samoin keskusteltua on herättänyt niihin mahdollisesti liittyvät uudet homeongelmat. Passiivitalo vaatii ilmanvaihdon säännöllistä ja tarkkaa huoltoa.

Taloakin voidaan siten yhä enemmän tarkastella ihminen–kone-järjestelmänä, jonka toimintaa ihminen ohjaa, vaikka systeemin vuorovaikutukset eivät ole yhtä kiinteitä kuin autossa. Tuleehan passiivitalossa ihmisen tuottamana hukkalämpökin osaksi talon lämmöntuotantojärjestelmää. Mitä monimutkaisempi on ohjausjärjestelmä, niin sitä vaativammaksi muuttuvat myös huolto ja kunnossapitotyöt.

Rakennusten energiatehokkuusdirektiivin myötä EU:ssa siirrytään lähes nollaenergiarakentamiseen uusien julkisten rakennusten osalta 2019 alkaen ja kaikkien uusien rakennusten osalta vuoden 2021 alusta. ERA 17 -ohjelman mukaan nopeasti toteutetut aurinkoenergian tuotantoon liittyvät toimenpiteet mahdollistavat, että Suomi voisi olla nollaenergiaratkaisujen kehittämisessä edelläkävijä.

Valaistuksessa ollaan siirtymässä hehkulamputa loisteputkien kautta Led-valaistukseen. Energian kulutuksessa tapahtuu huomattava väheneminen. Suomen olosuhteissa valaistuksen hukkalämpö on voitu hyödyntää lämmityksessä, joten energian säästön hyöty on laskennallista hyötyä vähäisempi.

Rakennusmateriaalien valmistuksessa voidaan korvata sementtiä jätejakeilla, jolloin sekä vähennettäisiin hiekan ja saven ottoa, että vähennettäisiin hyödyntämättömän jätteen syntyä muilla toimialoilla. Erityisesti rauta- ja terästeollisuuden kuonien käyttö sementin valmistuksessa korvaa kalkin käyttöä, mikä pienentää merkittävästi sementin valmistuksen kasvihuonekaasupäästöjä.

Sementin korvaaminen myös puurakenteilla aiheuttaa pienemmän materiaalinkulutuksen. Puukuutio metri varastoi tonnin hiilidioksidia ja päälle tulee vielä se päästövähennelmä joka syntyy kun korvataan muu materiaali. Ilmastopolitiikka tuleekin johtamaan puurakentamisen uuteen tulemiseen.

Uudisrakentamisen energian kulutusta voidaan säädellä rakennusmääräyksien avulla. Tämä tie on hidas, koska vain vähäinen osa rakennuskannasta uusiutuu vuosittain. Korjausrakentamiselle ollaan myös laatimassa määräyksiä. Koska ilmastopolitiikassa aikajänne, jossa merkittäviä parannuksia on saatava aikaan, on noin neljäkymmentä vuotta, niin tämäkin korostaa korjausrakentamisen merkitystä energian säästössä.

Parantamalla lämpöeristystä ja uusimalla ikkunoita sekä asentamalla maalämpö- ja ilmalämpöpumppuja, voidaan yhtä aikaa saada energialasku pienemmään, lisätä asumismukavuutta ja hillitää ilmastonmuutosta. Ongelmana on investointien pitkä takaisinmaksuaika. Ilmalämpöpumpuilla se on noin vain noin neljä vuotta; niiden käyttö onkin voimakkaasti lisääntynyt. Toisaalta energian hinnan kallistuessa tulevaisuudessa asunnon ja rakennuksen energiatehokkuudesta tulee tekijä, joka entistä enemmän vaikuttaa niiden arvoon.

8.3.3

Liikkuminen

Liikenteen ekoinnovaatioiden kannalta tärkeimpiä ovat sähköautot ja liikenteen metsäpohjaiset biopolttoaineet sekä sähköinen liikenteenohjaus. Nämä kaikki ovat kehityskaarensa siinä vaiheessa, että nopeat läpimurrot ovat mahdollisia.

Sähköautoja käytettiin viime vuosisadan alussa, mutta polttomoottori syrjäytti ne, kun öljyä alettiin löytää ja sen hinta halpeni. Polttomoottoriautolla oli etuna, että sillä pääsi pitempiä matkoja ja ajokilometrit tulivat halvemmaksi. Sisätiloissa sähkökäyt-

töisiä trukkeja on käytetty ja käytetään edelleen. Ne eivät pilaa työpaikkojen sisätilan ilmaa, lyhyet ajoetäisyydet eivät ole ongelma ja meluakin syntyy vähän.

Sähköautojen uudesta tulemisesta on puhuttu pitkään, mutta esteenä ovat olleet energian varastointiongelmat ja niistä johtuva liian usein tapahtuva akkujen lataamisen tarve. 1970-luvun energiakriisi lisäsi kiinnostusta sähköautoihin, mutta kun energiahinta sukelsi jälleen vuosikymmeniksi alas, niin kiinnostus lopahti.

Sähköauton kannattajat ovat väittäneet, että auto ja öljyteollisuus ovat olleet halettomia investoimaan sähköautoon, koska niillä on niin paljon investoituna koko polttomootoriauton valmistukseen ja infrastruktuuriin. Tässä varmasti on ainakin jossakin määrin perää, mutta toisaalta koska kuluttajat ovat olleet täysin tyytyväisiä polttomootoriautoihin, niin miksi lähteä kehittämään voimalla uutta, jonka tulevaisuuteen liittyy suuria taloudellisia epävarmuuksia. Epäselvää myös pitkään oli, tulisiko vetyautosta tulevaisuuden ratkaisu liikenteen ympäristöongelmiin.

Lisääntyvän liikenteen aiheuttama kaupungin huono ilmanlaatu johti katalyysaattoreiden käyttöönottoon ja on muutenkin tuonut paineita toisaalta kehittää perinteisiä polttomootoriautoja entistä ympäristöä säästävimmiksi sekä alkaa etsiä niille vaihtoehtoja. Ilmastopolitiikan kiristyvät tavoitteet ovat edelleen lisänneet kiinnostusta sähköautoja kohtaan, vaikka polttomootoreiden energiankulutusta onkin pystytty jatkuvasti pienentämään. Sähköautossa energiankäytön hyötysuhde on oleellisesti parempi kuin polttomootoriautossa.

Liikenne- ja viestintäministeriön teettämän selvityksen mukaan sähköautoista ei ole apua vielä vuoden 2020 energia- ja ilmastotavoitteiden saavuttamiseen, mutta tilanne muuttunee merkittävästi vuoteen 2030 ja varsinkin vuoteen 2050 mennessä (Nylund 2011). Sähköautojen käyttö edellyttää julkisen latausverkoston rakentamista. Sähkön tuotantokapasiteetti ei rajoita sähköautojen yleistymistä. Lataus on kuitenkin hoidettava älykkäästi, muuten sähköautot lisäävät huipputehon tarvetta ja sähköverkon kuormaa.

Suurin ongelma sähköauton kehittämisessä on sähköenergian varastointi. Polttomootoriautossa on samanpainoisella energialatauksella käytettävissä noin kymmenkertaisesti enemmän energiaa liikkumiseen. Sähköautolla yhdellä latauksella ajomatka on vain noin 100–150 kilometriä. Itse asiassa tämä kuitenkin riittäisi monissa tapauksissa päivittäiseen käyttöön; Suomessa keskimääräinen ajomatka päivässä on noin 45 kilometriä (Nylund 2011). Yöllä ja työpäivän aikana auto seisoo ja akun lataaminen on mahdollista.

Suuret autovalmistajat ovat tuoneet ensin markkinoille hybridautoja, joissa on sekä poltto- että sähkömoottori. Nyt ovat markkinoille myös ilmestyneet ensimmäiset kaupallisessa massatuotannossa olevat sähköautot. Sähköauton kehityksen on mahdollistanut litium-akkutekniikka, jolla saavutetaan noin nelinkertainen tehopainosuhde lyijyakkuihin verrattuna.

Useimmat käytössä olevat sähköautot ladataan sähköverkosta. Tarvittava sähköteho vastaa sähkökiuasta. Myös jarrutusenergiaa voidaan hyödyntää latauksessa. Suomalainen sähköverkkoinfrastruktuuri on varsin valmis vastaanottamaan sähköajoneuvoja. Jakeluverkkomme kuormituskestävyys mahdollistaa jo nyt laajamittaisen sähköajoneuvojen käytön. Lisäksi ulkotiloissa on noin 1,5 miljoonaa maadoitettua pistoketta lohkolämmittimiä varten. Nämä pistorasiat soveltuvat pääosin tai ovat helposti muutettavissa myös sähköautojen latauspisteiksi.

Toinen vaihtoehto on vaihtaa akut huoltoasemalla uusien ladattuihin akkuihin. Ongelmana on tässä järjestelmässä se, että tarvitaan enemmän akkuja. Jos vaihtaa kerran päivässä akkuja, täytyy olla kaksinkertainen määrä sähköverkosta lataamiseen nähden. Tämä lisää kustannuksia. Se vaatii myös uuden oman jakelujärjestelmänsä.

Sähköauton tulevaisuus riippuu pitkälti akkujen hinnan ja kestävyiden sekä tehonpainsuhteen kehittymisestä. Akkujen pitäisi olla pitkäikäisiä, helposti ladattavia ja kohtuuhintaisia. Suomen olosuhteissa myös niiden kylmän kestävyydellä on merkitystä; pakkasessa sähköauton todellinen ajomatka ilman latausta saattaa olla vain noin puolet valmistajan ilmoittamasta matkasta ihanteellisissa olosuhteissa (Nylund 2011). Sähkämoottorit, moottorien hallintapiirit, laturit ja suurin osa muusta tekniikasta on sen sijaan jo pitkälle kehittyntä ja hinnaltaan varsin kilpailukykyistä verrattuna polttomoottoriauton osiin.

Sähköauton tarvitsema sähkö maksaa paremman hyötysuhteen takia vain murtoosan vastaavan bensiinikäyttöisen auton polttoainelaskusta. Se tarvitsee myös vähemmän huoltoa ja on rakenteeltaan yksinkertaisempi sekä kestää kulutusta pitempään.

Sähköautoissa on parempi kiihtyvyys kuin vastaavan kokoluokan bensiiniautoissa. Sähköauton moottori ei sanottavasti aiheuta melua; melu syntyy lähinnä renkaista. Sähköautot auttavat siten ratkaisemaan taajamien meluongelmaa.

Meluttomuus voi kuitenkin myös olla jossakin määrin ongelmallista liikenneturvallisuuden takia, mutta ihmiset todennäköisesti nopeasti tottuvat kaupunkien muuttuneeseen melumaisemaan ja hiljaisetkin autot on helppo havaita, kun taustamelun taso on matala. Näin sähköautot parantavat taajamissa asumisen viihtyvyyttä. Ne parantavat myös hengitysilman laatua, koska päästöt ovat siirtyneet jalankulkijoiden hengitysvyöhykkeen läheltä teollisuuslaitosten piippuihin.

Sähköauton ympäristöystävällisyys riippuu lopulta oleellisesti siitä miten sen tarvitsema sähkö on tuotettu. Tuuli- ja vesisähköllä toimiva sähköauto on paras vaihtoehto. Hiilidioksidipäästöt ovat käytettäessä maakaasulla tuotettua sähköä pienemmät sähköautolla kuin dieselillä, mutta hiilellä tuotettua sähköä käytettäessä suuremmat (Nylund 2011).

Sähköautot sopivat ennen kaikkea työ- ja muuhun paikalliseen liikenteeseen. Raskas liikenne toimii todennäköisesti vuonna 2050 pääosin edelleen hybridien ja biodieselin avulla. On myös mahdollista, että lyhyet matkat ajetaan sähköautoilla ja pitkiä matkoja varten vuokrataan hybridiautoja.

Suomessa sähköauton käyttöönottoa voi hidastaa viikonloppuisin ja lomien yhteydessä tehtävät matkat kesämökeille. Näille matkoille ei välttämättä sähköauton toimintasäde riitä ilman latausta.

Sähköautojen yleistyessä niiden akut muodostavat yhdessä energiavaraston, jota voidaan periaatteessa käyttää esim. varastoimaan tuulienergiaa öiseen aikaan ja muutenkin kuormituksen tasaamiseen. Henkilöautot seisovat valtaosan ajasta, joten periaatteessa lataus voitaisiin ajastaa tuulienergian tuotannon mukaan. Tämä vaatisi järjestelmän, joka tunnistaisi auton, kun se kytketään lataukseen (Goodall 2008).

Yksityisautoiluun perustavan järjestelmän eräs harvemmin käsitelty heikkous on sen alhainen tehokkuus. Autot seisovat enimmäkseen paikallaan. Sähköautoilla on mahdollista pistää ainakin akut tekemään työtä, kun ajoneuvot seisovat.

Litiumin riittävyys voi myös osoittautua ongelmaksi, joka rajoittaa sähköautojen käyttöönottoa. Nykyvarannot riittävät ainakin 10 vuodeksi (Ruska et al. 2010). Tämä ei ole paljon. Litiumin hinta on kuitenkin akun kokonaishinnasta vain muutama

prosentti, joten voidaan olettaa että akkuteollisuudella tämän takia on mahdollisuus maksaa litiumista nykyistä korkeampaa hintaa. Näin heikompilaatuisiakin esiintymiä voidaan aikanaan ottaa taloudellisesti käyttöön. Toisaalta akkujen kehitys, voi myös johtaa muuhun raaka-aineperustaan.

Sähköautojen käytön lisääntyminen tulee ratkaisevasti riippumaan paitsi hinnasta ja akkuteknologiasta myös kansalaisten kulutustottumuksista. Kulutustottumukset voivat periaatteessa muuttua nopeastikin, mutta voivat myös hidastaa kehitystä silloin kun tekniset ratkaisut ovat jo saavuttaneet kypsän vaiheen.

Lankapuhelimet esimerkiksi katosivat hyvin nopeasti, kun kännykät tulivat laajaan käyttöön. Kännyköiden käyttöä ei ole rajoittanut myöskään akkujen lataamistarpeen tuomat käytöt hankaluudet ja rajoitukset, vaan kuluttajat ovat sopeutuneet niihin. Toisaalta videokokousten käyttö on ollut erittäin hidasta, vaikka laitteissa on tapahtunut oleellista paranemista eikä niiden teknistä tasoa enää voi pitää käytön esteenä.

Eräs mahdollisuus olisi siirtyä autojen omistamisesta liikkumispalvelujen vuokraamiseen. Näin on mahdollista parantaa hyötykäytön astetta ja saada kuhunkin tilanteeseen sopiva liikenneväline käyttöön. Sähköautoja käytettäisiin silloin, kun niiden akkujen latausväli ei aiheuta ongelmia.

Autojen käynnistysakuilla on jo hyvät markkinapohjaiset kierrätysohjelmat. Akkuroimun taloudellinen arvo takaa todennäköisesti kierrätyksen ilman yhteiskunnan säätelyä. Siten sähköautojen akut tulevat todennäköisemmin aiheuttamaan vähemmän ympäristöhaittoja kuin polttonesteiden kuljetus, valmistus ja käyttö aiheuttavat.

Työ- ja elinkeinoministeriön asettama työryhmä (2009) katsoo, että suomalaisen sähköajoneuvoklusterin syntyemiselle on varsin hyvät edellytykset, koska täällä on perinteisesti vahvaa metalli- ja konepaja- sekä sähköteollisuutta. Työryhmän mukaan toimialan perustan muodostaisivat nykyisten autojen kokoonpanoteollisuuden kehittyminen, kotimaisen akkuteollisuuden synty sekä ohjelmisto-, sähkökone- ja tehoelektroniikkateollisuuden kasvun suuntautuminen sähköajoneuvoihin. Toimialaa vahvistaisivat synergiat liikkuvien työkoneiden valmistuksen sekä sähköajoneuvojen latausinfrastruktuurin ja -palveluiden kanssa.

Toimialan liikevaihto voisi vuonna 2020 olla 1–2 miljardia euroa ja välitön työllistävä vaikutus useita tuhansia henkilötyövuosia. Suomessa myytävistä uusista henkilöautoista 25 % olisi sähköverkosta ladattavia ja näistä 40 % täyssähköautoja.

Sähköautojen ohella vetyteknologiaan on kiinnitetty paljon odotuksia. Polttoaineena vety on ympäristön kannalta edullinen; palamistuote on vettä. Ongelmana on, että vety vie paljon tilaa ja on helposti räjähtävä kaasu. Pienen kokonsa takia vetymolekyylit karkaa helposti putkistoista ja säiliöistä.

Huoneen lämpötilassa vety vie noin 3000 kertaa enemmän tilaa kuin bensiini. Se täytyy joko puristaa kokoon paineella, nesteyttää tai sitoa kemiallisesti. Käyttämällä paineistamista ja polttokennoja voidaan päästä tankkiin, joka on neljä kertaa suurempi kuin saman energiasisällön omaava bensiinitankki. Nesteyttäminen vaatii -253 celsiusasteen lämpötilan ja nesteytys vie kolmanneksen energiasta. Kun tähän vielä lisätään sen vaatima raskas infrastruktuuri vetyasemineen, niin ei ole yllättävää, ettei vetyteknologiasta näy tulevan kilpailijaa sähköautoille (Keskitalo 2011).

Tietotekniikan kehitys antaa mahdollisuuden ohjata liikennettä ja liikennejärjestelmiä aivan uudella tavalla. Sähköisesti voidaan ohjata ja seurata liikennettä, lähettää ja vastaanottaa reittitietoja esimerkiksi ajoneuvojen tai lähetysten liikkeistä. Liikenteen sähköisen ohjauksen avulla voidaan näin vähentää ruuhkia ja ilmansaasteita ohja-

maalla liikenneverkko sujuvampiin osiin ja täten myös ehkäistä kasvihuoneilmion voimistumista. Liikenteen häiriöistä, kuten ruuhkista ja onnettomuuksista saadaan tieto reaaliajassa. Näin sähköinen ohjaus parantaa myös joukkoliikenteen sujuvuutta. Sähköinen ohjaus antaa myös mahdollisuuden siirtyä verotuksessa ja maksuissa autoneuvoveroista käytön verottamiseen.

Vaikka sähköautoilla ja elektronisella ohjauksella on mahdollisuus oleellisesti parantaa henkilöautoliikenteen energiatehokkuutta, liittyy niiden laajamittaiseen käyttöön myös ongelmia. Ne saattavat sementoida entistä vahvemmin henkilöautoon perustuvan liikennejärjestelmän niin, että julkisen liikenteen kehittäminen on vaikeaa.

Julkisen liikenteen kannalta keskeistä on sen tarjoamien palvelujen laatu ja hinta ja miten ne kytkeytyvät henkilöautojärjestelmään ja toisiinsa. Nyt nämä kytkennät eivät vielä toimi parhaalla mahdollisella tavalla; parkkipaikkoja asemien läheltä voi olla vaikea löytää eikä bussi- ja juna-aikatauluja ole sovitettu yhteen.

Vaikka ei siirryttäisi auton käytön verottamiseen enenevässä määrin hankinnan sijasta, niin enemmän tai myöhemmin joudutaan myös luopumaan työmatkojen verovähennysoikeudesta, koska se hajauttaa yhdyskuntarakennetta, lisää liikkumista ja näin vaikeuttaa ilmastomuutoksen hillintää. Oikeudenmukaisuuden kannalta on keskeistä, mihin näin säästyneet varat ohjataan. Ja tietysti myös työvoimapolitiikan kannalta; miten turvataan työvoiman saanti erityisesti pääkaupunkiseudulla. Käytetäänkö säästyneet varat julkisen liikenteen kehittämiseen jopa tekemällä se kokonaan ilmaiseksi vai katoavatko ne valtion kassaan.

8.3.4

Palvelut

Väestön ikääntyminen tulee Suomessa lisäämään palvelujen tarvetta. Suomen väkiluku ylittää 6 miljoonan asukkaan rajan vuonna 2040-luvun alussa. Yli 70-vuotiaiden määrä on lähes kaksinkertaistumassa seuraavan kahdenkymmenen vuoden aikana. Yli satavuotiaiden määrä on kasvanut vielä paljon nopeammin.

Väestön ikärakenteen muuttuminen heijastuu yhteiskunnan kaikille sektoreille. Julkisen talouden tasapainon lisäksi ikärakenteen kehityksellä on vaikutuksia yhdyskuntarakenteeseen, asumiseen, kuluttamiseen, koulutukseen ja työelämään.

Suomen väestörakennetta muuttaa myös viime vuosina nopeutunut maahanmuutto. Maahanmuutto on keskittynyt suurimpiin kaupunkeihin, erityisesti pääkaupunkiseudulle.

Kansallinen kestävä kehityksen strategia tunnisti kolme suurta kehityskulkua joihin Suomessa on sopeuduttava lähivuosikymmeninä yhtä aikaa. Nämä olivat väestön ikääntyminen, ilmastomuutos ja globaalin talouden kehitys.

Väestön ikääntyminen ja ilmastomuutos ovat jossakin määrin kytköksissä toisiinsa. Ikääntyminen vähentää liikkumista ja lisää palvelujen kysyntää ja mahdollisesti tiivistää yhdyskuntarakennetta. Ikääntyminen on tarpeen ottaa myös huomioon sopeutumistoimien suunnittelussa. Esimerkiksi helteisiin, epidemioihin ja tulviin varautumisissa tulee ottaa huomioon vanhusvaltainen väestörakenne.

Suuren kokonsa takia palvelujen energiakulutus on niin suurta, että palvelut tuottavat jo yli 30 prosenttia päästöistä. Kauppa aiheuttaa yhtä suuret hiilidioksidipäästöt kuin suuret luonnonvaroja jalostavat teollisuuden alat.

Palvelujen merkitys kasvaa myös siksi, että kun fysiologiset perustarpeet on tyydytetty, niin tämän jälkeen kulttuurin tason merkitys palveluissa kasvaa. Samaa ilmiötä voidaan kuvata myös kuuluisalla Maslowin tarvehierarkialla. Maslow'n mukaan ihmisen tarpeiden hierarkkinen järjestys on:

1. Fysiologiset tarpeet
2. Turvallisuuden tarpeet
3. Yhteenkuuluvuuden ja rakkauden tarpeet
4. Arvonannon tarpeet
5. Itsensä toteuttamisen tarpeet

Näistä ensimmäinen on perustavin ja viimeinen korkein tarve. Maslow'n tarvehierarkia kuvataan usein pyramidina, jossa pohjimmaisina ovat perustarpeet ja huipulla korkeimmat tarpeet.

Tämä ilmiö näkyy jo hyvin suomalaisessa kulttuurissa. TV:n elämäntapa-ohjelmat ovat selvässä kasvussa. Erityisesti tämä koskee sisustusta, puutarhan hoitoa, lemmikkieläinten kasvatusta ja kokkiohjelmiä. Hyvinvointia ei enää määritä, että on tarpeeksi ruokaa ja katto pään päällä, vaan se miten syödään ja millainen katto on. Tämä ilmiö on ympäristönsuojelun kannalta ristiriitainen. Toisaalta se voisi johtaa palvelujen käyttöön omistamisen sijasta, mutta toisaalta se vetää yhä useampia elämänalueita kaupan ja tuotteistamisen piiriin.

Palvelujen osalta keskeinen tekijä on se, missä määrin niitä pystytään tuottamaan sähköisesti tai muuten koneellistamaan ja missä määrin tarvitaan elävää työvoimaa. Terveystieteiden ja koulutuksessa ihmistyövoiman suorittamien palvelujen määrä varmasti kasvaa ja näille aloille tarvitaan uutta työvoimaa. Hallinnossa sen sijaan sähköiset palvelut tarjoavat uusia mahdollisuuksia nostaa työn tuottavuutta.

Valtion toimien sähköistäminen on toistaiseksi edennyt yllättävänkin kompuroiden. Tavoitteena ei pitäisi olla enempää tai vähempää kuin virtuaalivaltio. Verohallinto on jo näyttänyt hyvää esimerkkiä, mutta paljon pitemmälle voidaan mennä.

Vaalit voitaisiin jo hyvin pitää pelkästään sähköisesti. Tekniikka on olemassa. Samoin suurin osa eduskuntatyötä. Riittää kun parlamentti kokoontuisi kerran kuu-kaudessa, muuten kansanedustajat tekisivät etätöitä ja voisivat samalla elää valit-sijoittensa keskuudessa. Valtiokunnat voisivat hyvin toimia virtuaalisesti ainakin kuullessaan asiantuntijoita. EU- kokouksista suurin osa voitaisiin hoitaa sähköisesti; niissähän ajasta valtaosa kuluu siihen, että maa toisensa jälkeen esittää oman kantan-sa. Virtuaalivaltio tarvitsekin tuekseen virtuaali-EU:n. Lopulta riittäisi ministeriöille vain yksi iso toimistotalo kokoushuoneisiin Helsingin keskustassa. Kissanristijäiset saisivat tyytyä virtuaaliministerin vierailuun.

Sähköinen media tarjoaa myös uusia mahdollisuuksia kuulla kansalaisia ja lisätä heidän osallistumismahdollisuuksiaan sekä järjestämällä sähköisiä äänestyksiä ja netissä tapahtuvaa asioiden valmistelua. Edustuksellinen demokratian muodot ovat pysyneet melko muuttumattomana, vaikka kansalaisten tavat olla yhteydessä toi-siinsa ja keskustella yhteiskunnallisista asioista ovatkin netin myötä kokeneet suuren muutoksen.

Näitä osallistumisen uusia keinoja vain käytetään kovin kitsaasti. Voi olla, että kehitys johtaa päinvastaiseen. Eriarvoisuus kasvaa, koska vähäväkiset joutuvat tyytymään sähköisiin palveluihin ja vain varakkaat voivat hankkia ”oikeita” palveluja.

8.4

Tekniikan kehitykset megatrendit

Edellä olen käsitellyt Suomen tuotantorakennetta ja ekoinnovaatioita lähinnä ilmasto- ja luonnonvarapolitiikan näkökulmasta. Tämä on selvitykseni teema, mutta valittuun näkökulmaan on muitakin perusteita. Epävarmoina aikoina itse asiassa ilmasto- ja luonnonvarakysymykset ovat tekijöitä, joiden vaikutuksia voidaan ainakin jonkinlaisella todennäköisyydellä ennakoita. Niihin liittyvät tekniset tuotteiden kehityskaaren aikajänteetkin ovat ainakin energian tuotannon osalta melko pitkiä; tarvitaan noin 40 vuotta ennen kuin uusi teknologia tulee hallitsevaksi.

Vähähiilisen yhteiskunnan toteutumiseen vaikuttaa itse ilmastopolitiikan lisäksi tekniikan yleinen kehitys. Sillä on vaikutusta siihen, minkälaista ympäristöteknologiaa on mahdollista kehittää. Kuten edellä jo on käynyt ilmi, ekoinnovaatiot syntyvät yleensä eri tieteiden rajapinnoissa; eivät niinkään ympäristötieteiden ja energiatekniikan sisällä.

Tekniikan kehityksessä on nähtävillä kolme aluetta, joilla kehitys on erityisen nopeaa ja joille panostetaan poikkeuksellisen voimakkaasti voimavaroja. Nämä ovat:

- geeniteknologia,
- tieto- ja kommunikaatioteknologia,
- nanoteknologia.

Muuntogeeniset elintarvikkeet ja nanoteknologia ovat molemmat esimerkkejä uusista tuloillaan olevista teknologioista, joihin molempiin liittyy suuria teknologisia ja taloudellisia odotuksia ja myös vaikeasti ennakoitavia riskejä. Niiden käyttöönottoon vaikuttaa oleellisesti itse tekniikan kehityksen ohella myös kehitettyjen tuotteiden yhteiskunnallinen hyväksyttävyys.

Muuntogeenisten elintarvikkeiden kohdalla julkinen ympäristöpoliittinen keskustelu on ollut vilkasta ja EU on jo laatinut asiaa koskevia direktiivejä. Nanoteknologian riskeistä yhteiskunnallinen riskikeskustelu on vasta alkamassa.

8.4.1

Geeniteknologia

Muuntogeeninen tarkoittaa geneettisesti muunnettua eliötä, esimerkiksi kasvia tai bakteeria, jonka perimää on muunneltu geenitekniikan menetelmin (GMO = geeniteknisesti muunneltu organismi). Muuntogeeniset elintarvikkeet ovat valmistettu muuntogeenisistä aineksista tai sisältävät niitä.

GMO:n käyttöä perustellaan sillä, ettei niiden ole osoitettu aiheuttavan riskiä ympäristölle ja niiden avulla voidaan ikään kuin jouduttaa kasvien ja eläinten jalostusta. Niillä voidaan lisätä puiden ja kasvien kasvua ja täten sitoa hiiltä ilmakehästä.

Biomassan hyödyntämisessä tarvitaan kansallisen biotalousstrategian (2010) mukaan tehokkaita jalostusmenetelmiä, mukaan lukien geenimuuntelu, joiden avulla jalostus nopeutuu ja voidaan tuottaa räätälöityjä laatuotteita esimerkiksi ravintokoostumuksen tai kestävyuden (tuholaiset, sienet, ilmasto-olosuhteet) suhteen. Tämä edellyttää kuitenkin spesifistä tietoa kasvien geneeistä, niiden toiminnasta ja sääte-lystä, jotta voidaan lisätä teollisesti hyödynnettävää biomassaa. Lisäksi on tarpeen parantaa riskinarvioinnin ja -hallinnan tieteellistä pohjaa ja lisätä asiantuntemusta ja tietoa GMO:ien vaikutuksista.

Geenitekniikkaa hyödynnetään globaalisti jo laajassa mittakaavassa. Menetelmät eivät enää aseta rajoja vaan pikemminkin tiedon ymmärtäminen ja sen määrän hallinta. Esimerkiksi maailmalla viljeltävästi soijapavusta jo lähes 80 prosenttia on geneettisesti muunneltua.

Geenimuuntelun puolustajat näkevät geenimuuntelun tarjoavan mahdollisuuksia luoda uusia tuotteita ja työpaikkoja ja ratkaista nälkään, aliravitsemukseen ja köyhyyteen liittyviä ongelmia. Vastustajat puolestaan näkevät geenimuuntelun uhkaavan sekä ihmisten terveyttä että ruuantuotannon kestävyttä ja jopa elämän geneettistä perimää sekä ekologisten systeemien toimintakykyä. Geenimuuntelun on myös nähty vääristävän olennaisesti ihmisen ja hänen kulttuurinsa suhdetta luonnolliseen perustaansa ja johtavan monikansallisten suuryritysten vallan suhteettomaan kasvuun niin teollisuus kuin kehitysmaissa. Sen avulla synnytetään kehitysmaihin suuria yhden kasvilajin plantaaseja ja ajetaan alkuperäisväestöt pois asuinsijoiltaan ja tuhotaan heidän perinteisiä elinkeinojaan.

Geenimuunteluun liitetään helposti moraalisia ja eettisiä ulottuvuuksia myös siksi, että uhattuna on itse elämä, luonnon elämää ylläpitävät järjestelmät, puolustuskyvyttömät eläimet ja eliöt. Miksi teette yhdelle pienimmistä, teette sen myös minulle, sopii siihen ihan kirjaimellisesti.

Eduskunnan tulevaisuusvaliokunta pohtii ruokapolitiikkaa koskevassa lausunnossaan geenimuuntelua. Valiokunnan mukaan geenimuuntelun riskit on syytä tiedostaa, mutta erityisesti kehitysmaiden ruokahuollon kannalta on tärkeää hyödyntää uuden tiedon tarjoamia mahdollisuuksia. Suomessa geenimuuntelu ja muu uusi biotekniikka näyttäisivät tarjoavan lupaavia mahdollisuuksia erityisesti biopolttoainien ja puiden kehittämisessä (Eduskunta 2010).

MTT:n suorittamassa asiantuntijaselvityksessä (Rikkonen et al. 2006) muuntogeenisten kasvilajikkeiden lisääntymisen nähtiin olevan Suomessa hitaampaa kuin maailmassa keskimäärin. Suomessa muuntogeenisiä kasvilajeja viljeltäisiin tämän arvion mukaan vuonna 2025 neljännekselle peltoalasta ja ensimmäisiä lajikkeita olisivat peruna, rypsi tai sokerijuurikas.

Yksi geenimanipuloinnin kouriintuntuvimmista riskeistä kasvien osalta on GMO-lajikkeiden ja tavanomaisten kasvien rinnakkaiselon häiriintyminen. Lajikkeiden hallitsematonta leviämistä voidaan pyrkiä rajoittamaan esimerkiksi riittävän suurten suojavyöhykkeiden perustamisella.

Tarvittaessa viljelykasvin siementuotantoalue voidaan määrätä alueeksi, jolla ei saa viljellä kasvilajin muuntogeenisiä lajikkeita lainkaan. Suomessa voi tulla tilanteita, joissa joitakin alueita on jätettävä muuntogeenisten lajikkeiden ulkopuolelle. Ensimmäisenä muuntogeenisenä, kaupallisessa tarkoituksessa viljeltynä lajikkeena Suomessa tulee kyseeseen peruna. Tämäkin on kuitenkin vielä vuosien valmistelun

ja lupaviidakon päässä. GMO-perunan muunneltua tärkkelystä käytettäneen tuolloin todennäköisesti paperiteollisuudessa.

18.1.2011 yhteensä 312 tohtoria luovutti eduskunnalle vetoamuksen, jossa varoitettiin geenimuunneltujen kasvien liian tiukasta käytön rajoittamisesta. Adressin luovuttajien suurin huoli oli, että kansanedustajat päätyisivät kieltämään geenimuuntelun kasveissa Suomessa kokonaan. Perusteena oli, että haluttiin, että päätöksenteko perustuisi vain tieteellisiin faktoihin; tutkimukset eivät tue väitettä, että GMO-lajikkeiden rikantorjuntakemiakaalien sietokyky leviäisi näistä lajikkeista rikkakasveihin. Perunalle kaavailtu 18–30 metrin turvaraja on aivan liian laaja.

Dosentti Jussi Tammissolan mukaan nykyinen geenijalostus on tuhansia kertoja puhtaampaa kuin vanhanaikainen kasvinjalostus (HS 19.1.2011). Uutisessa ei käynyt ilmi, mihin tieteelliseen näyttöön tämä väite perustui.

Euroopan unioni ja USA ovat pitkään olleet jyrkästi eri linjoilla suhtautumisessaan geenimuunneltuihin elintarvikkeisiin. Euroopassa geenimuunneltuja elintarvikkeita ei saa myydä ilman erillistä lupaa, kun taas USA:ssa GMO-elintarvikkeet rinnastetaan tavanomaisiin tuotteisiin.

USA:n teollisuus sekä elintarvikevalvonnasta vastaava virasto FDA vetoavat tieteellisiin tutkimuksiin, joissa geenimuunnellut kasvit on osoitettu yhtä turvalliseksi kuin tavanomaisetkin. EU puolestaan vetoaa varovaisuusperiaatteeseen. Koska riskiarvioihin liittyy vaikeasti hallittavia epävarmuuksia ja pahimmat kuviteltavissa olevat seuraukset voivat olla todella vakavia uhatessaan organismien perimää, niin käyttöä ei tulisi sallia ilman riittävän perusteellisia tutkimuksia.

Amerikkalaisteollisuuden mielestä varovaisuusperiaate on mahdoton, koska myös kaikkiin tavanomaisiin elintarvikkeisiin liittyy pieniä riskejä eikä täysin riskitöntä asiaa ole olemassakaan. Toisaalta kansalaisjärjestöt ovat alkaneet vaatia myös USA:ssa tiukemman lainsäädännön käyttöönottoa.

Koska EU:n alueella pitää geenimuunneltuja komponentteja sisältävien elintarvikkeiden pakkaukset merkitä, kun taas USA:ssa tämä ei ole pakollista, niin tämä on aiheuttanut sen, että EU:n alueella geenimuunneltuja kasveja ei ole käytetty elintarvikkeiden valmistuksessa. USA:ssa geenimuunneltuja komponentteja on suuressa osassa elintarvikkeita, koska osa esimerkiksi soijasta ja maissista on geenien muuntelulla paranneltu. On todennäköistä, että näitä on päätynyt Euroopassakin markkinoille.

On mahdollista että geneettisesti muunneltujen puiden ja kasvien käyttöä aletaan kuitenkin yhä enemmän perustella ilmastomuutoksen hillinnällä. Biomassaan kohdistuu monia eri käyttötarkoituksia, joten tämänkin takia voidaan perustella sen käyttöä kasvun satojen lisäämiseksi. Voidaan jopa ajatella, että GMO:ta alettaisiin viljellä luomun menetelmin, jolloin saataisiin GMO-luomua kauppoihin. Tämä tuntuu kahden vastakohtan yhdistämiseltä, mutta ei silti ole täysin mahdotonta, luomuhan on ennen kaikkea viljelymenetelmä. Yhteiskunnallista hyväksyntää nämä tuotteet varmaan saivat odottaa pitkään.

Toinen mahdollisuus olisi julistautua GMO-vapaaksi vyöhykkeeksi ja pyrkiä saamaan tästä markkinaetua. Tällöin ilmastohyödyt jäisivät saamatta ellei samalla laajamittaisesti siirryttäisi luomuviljelyyn.

Nanoteknologia

Nanoteknologiaan on toinen teknologian alue johon ladataan suuria odotuksia. Teollisuusmaat myös Suomi suuntaavat siihen kasvavia tutkimuspanoksia. Nanoteknologian sovellutusten käyttö lisääntyy nopeasti.

Nanoteknologialla tarkoitetaan rakenteita joiden mittakaava on 10–100 Nm. Määritelmä on sikäli erikoinen, että se perustuu mittakaavaan eikä niinkään näiden rakenteiden fysikaalisiin ja kemiallisiin ominaisuuksiin. Nanomittakaavassa oleviin rakenteisiin ja molekyyliin pätevät luonnollisesti samat fysiikan lait kuin makromittakaavan rakenteisiin, mutta niiden vaikuttavuus muuttuu. Esimerkiksi painon vaikutus on vähäinen, mutta sen sijaan kvanttifysiikan ilmiöt tulevat voimakkaasti esiin.

Nanorakenteisiin liittyy tämän takia uudentyyppisiä ja yllättäviäkin ominaisuuksia. Niillä on suuri pinta-ala niiden painoon nähden. Ne voidaan rakentaa hyvin puhtaiksi ja virheettomiksi ja samalla lujiksi ja kestäviksi. Niiden optisia ja sähköisiä ominaisuuksia voidaan säädellä ja niistä voidaan tehdä joko voimakkaasti reaktiivisia tai toisia aineita voimakkaasti hylkiviä.

Nanoteknologian innokkaimmat kannattajat puhuvat uudesta teollisesta kumouksesta ja siitä kuinka nanoteknologiankin avulla voidaan voittaa köyhyys ja sairaudet, pidentää ihmisen ikää ja saada ilmastonmuutos hallintaan. Vaikka nanoteknologiaan liittyviä suurellisia tulevaisuuden näkymiä on paljon kritisoitukin, niin edelleen nanoteknologiasta käytävää keskustelua hallitsee teknistaloudellinen optimismi ja suuret lupaukset sen tuomista eduista (Heinonen et al. 2008).

Nanotekniikka tarjoaa myös monia mielenkiintoisia mahdollisuuksia kehittää uutta ympäristötekniikkaa. Nanoteknologian sovellutuksia ympäristösektorilla ovat esimerkiksi nanokalvot vedenpuhdistukseen, nanosuodattimet ilmanpuhdistamiseen, katalysaattorit, nanopartikkelit maaperän, jätteiden, jätevesin ja öljynpuhdistamiseen ja erilaiset kemiallisia epäpuhtauksia havainnoivat sensorit (Suomalainen ja Hakkarainen 2008).

Energia kysymyksiin nanoteknologia tarjoaa uusia ratkaisuja mm tehokkaampien katalyyttien, aurinko- ja bioenergian sekä vety- ja polttonennojen, lämmöneritysmateriaalien ja hiilidioksidin talteenoton ja varastoinninmenetelmien kehityksen kautta (Itävaara et al. 2008). Nanomateriaalit mahdollistavat myös uusia energiaa säästäviä vaihtoehtoja kuten vähän energiaa kuluttava valaistus ja näyttölaitteet sekä akut. Pienen kokonsa ja suurten lujuuksien takia nanomateriaaleilla on mahdollista keventää rakenteita ja näin parantaa materiaalitehokkuutta. Erilaisten pinnoitteiden avulla voidaan lisätä pintojen kulutuskestävyyttä ja vähentää puhdistamisen tarvetta. Nanomateriaaleilla voidaan myös parantaa lämmöneristystä.

Periaatteessa nanoteknologia tarjoaa merkittävän mahdollisuuden erilaisille eko-innovaatioille ja resurssitehokkuuden parantamiselle, mutta toisaalta alusta alkaen on alan kirjallisuudessa korostettu, että nanoteknologiaan voi periaatteessa liittyviä suuriakin ja arvaamattomia terveys- ja ympäristöriskejä (Shatkin 2008). Alan tieteellinen riskitutkimus on kuitenkin vasta alkutaipaleellaan. Samalla nanoteknologian käytännön sovellutukset leviävät hyvin nopeasti ja laajalla kentällä. Kaupallisia sovellutuksia löytyy elektroniikasta, optioelektroniikasta, lääketieteestä, kosmetiikasta, energia- alalta ja materiaalitekniikasta sekä pinnoituksesta ja jopa elintarvikkeista.

Tutkimuksen myötä sovellutukset tulevat monipuolistumaan. Esimerkiksi nanosellun tuottaminen on Suomessa aktiivisen tutkimustoiminnan kohteena.

Nanoselluloosakeskus perustettiin maaliskuussa 2008. Se on VTT:n, TKK:n ja UPM:n yhteistyöfoorumi, joka rahoitetaan yksityisillä ja yhteiskunnan rahoilla. Tarkoituksena on löytää uusia sovelluksia selluloosalle. Nanoselluloosan tuotanto ja tutkimus on tällä hetkellä pilottivaiheessa. Nanosellu on sellun nanofibrillejä. Liuoksissa se muodostaa geelejä. Patenteja on jo olemassa eri sovellusaloilla, joista suurimpana alana ovat komposiittimateriaalit. Eräs sovellusala on kosmetiikka (formuloijana, tai aktiivisten komponenttien kantajana). Sitä voidaan käyttää myös haavakääreinä.

Nanotekniikan sovelluksia elintarviketeollisuudessa ovat kevyet pakkaukset, uudet eristysominaisuudet, antimikrobiset aineet, funktionaaliset pinnoitteet, elintarvikkeiden pilaantumisen havaitseminen, muutokset koostumuksessa, maussa ja terveellisyydessä. Pakkaussovellukset kehittyvät tällä hetkellä nopeimmin. Sovelluksia ovat aktiiviset (biosidiset pakkaukset), pakkausten sensorit, ja paremmat pakkausmateriaalit (nanokomposiittimateriaalit).

Nanopartikkeleja syntyy myös sivutuotteena haitallisena päästöinä kuten diesel-pakokaasujen pienhiukkasina.

Nanotekniikan kehitysvisioiden on katsottu liikkaa perustuvat makrotason koneenrakennustekniikkaan ja siitä otettuihin malleihin (Jones 2004). Solut ja elämän perusmekanismit toimivat nanomittakaavassa. Tämän takia nanotekniikan tulisi enemmän kiinnittää huomiota biologisiin prosesseihin. Puhutaan myös nano-, bio- ja informaatiotekniikoiden sekä kognitiotieteiden yhdistymisestä, jossa nanotekniikka toimisi eräänlaisena rakennusalustana.

Nanoteknologia voi hyödyntää biologialaa, joko pyrkimällä käyttämään hyväksi luonnon valmistamia solun osia ja yhdistelemällä näitä nanorakenteisiin tai sitten valmistamalla synteettisiä kopioita elävistä systeemeistä. Edellinen tie voi tuottaa nopeammin tuloksia, mutta johtaa vaikeasti ennakoitaviin riskeihin. Jälkimmäinen vaihtoehdossa riskit ovat ainakin jossakin määrin helpommin hallittavissa.

Nanomateriaalien ominaisuudet mahdollistavat uusien teknisten innovaatioiden kehittämisen monilla eri aloilla, mutta toisaalta nämä samat ominaisuudet ovat ainakin potentiaalisia riskitekijöitä. Nanopartikkeleihin ja niiden aiheuttamiin ympäristö- ja terveysriskeihin vaikuttavat niiden koko, rakenne, stabiilisuus, pinta-ala, pinnan adsorptio-ominaisuudet sekä vesiliukoisuus, ja missä muodossa sekä miten ne pääsevät kosketuksiin ihmisten ja ympäristön kanssa. Vaarattomat aineet voivat nanomuodossa olla toksisia.

Vaarallisessa muodossaan sinisenä asbestina asbestikuidut muodostavat nanotason rakenteita. Viime aikoina on saatu tutkimuksiin perustuvia liitteitä siitä, että saman kokoluokan hiilinanoputket voisivat aiheuttaa asbestin tavoin syöpää (SCENIHR 2008).

Vuoteen 2020 mennessä nanohiukkasten ja niiden sovelluksien teollisuustuotantoon tarvitaan maailmanlaajuisesti jo miljoonia työntekijöitä. Terveysvaikutusten arviointi vaatii suuren työpanoksen. Erilaisia synteettisiä nanohiukkasia on kymmeniä tuhansia. Niistä joitakin kymmeniä on kaupallisesti merkittäviä, eikä niistä ole riittävästi tietoa luotettavan riskiarvion pohjaksi.

Pienen kokonsa takia nanopartikkelit voivat tunkeutua solujen sisälle. Kun ne ovat levinneet ympäristöön, niin niitä voi olla sieltä erittäin vaikea havaita. Ihon kautta kulkeutuvat pienen pienet nanopartikkelit voivat siirtyä elimistöön ihon pintakerrok-

sen tai hiusjuurten kautta. Altistuminen on periaatteessa jo mahdollista esimerkiksi kosmetiikan nanopartikkelien kautta. Vaikka aurinko- ja kasvovoiteiden sisältämät nanomittakaavan ainesosien esitetään teollisuuden taholta olevan turvallisia, liittyy näihin riskiarvioihin epävarmuuksia ainakin pitkäaikaisen käytön osalta. Hälyttävää on, että aurinkovoiteissa käytetyn sinkkioksidin on jo todettu aiheuttavan DNA-molekyylin vaurioita (EU Komissio 2009).

Nanopartikkelin käyttäytymisestä ympäristössä tiedetään vähän eikä sitäkään pysyvätkö ne ja kuinka pitkään nanomuodossa. Niiden käyttäytyminen riippuu sekä itse nanopartikkelista että siitä ympäristöstä, johon ne joutuvat.

Nanoteknologiaan liittyy myös eettisiä kysymyksiä, huolta nanoteknologian hallitsemattomasta käytöstä ja lääketieteellisistä uhkakuvista. Toisaalta pelätään, että nanoteknologian mahdollistama elektroniikka- ja valvontalaiteteollisuuden kehitys johtavat siihen, että ihmisten elämää alettaisiin valvoa huomaamattomien laitteiden ja antureiden avulla kaikkialla (Bennett-Woods 2008, Mathuna 2009).

Sotateollisuutta kiinnostaa nanoteknologian mahdollisuudet rakentaa yhä pienempiä, täsmällisiin iskuihin kohdennettuja aseita, joita on lähes mahdoton havaita. USA:ssa on esitetty suunnitelmia pienien ampieisten tai hyttysten kokoisten lentävien robottien rakentamisesta. Nämä voisivat tehokkaasti ja huomaamatta kerätä tietoa vihollisesta ja toimia myös muuten sodankäynnin välineinä.

Pahimmissa tulevaisuuden kuvissa on esitetty, että jos aikanaan pystytään tekemään itse itsensä kopioivia nanokoneita ja nämä leviävät ympäristöön, niin tällä voi olla koko elämän kannalta kohtalokkaita seurauksia (Rees 2003). Toisaalta tätä mahdollisuutta on pidetty erittäin epätodennäköisenä (Jones 2004).

Olemme hankalassa tilanteessa, koska melkein ainoa mitä nanoteknologian riskeistä tiedämme on, että emme pysty riittävästi arvioimaan riskejä, eikä meillä edes ole vielä luotettavia testejä, joilla voimme nanoteknologian terveys- ja ympäristövaikutuksia tieteellisesti pätevästi tutkia. Emme edes tiedä tarkalleen kuinka paljon ja missä teollisuuslaitoksissa nanorakenteita ja -partikkeleja tuotetaan ja miten työntekijät niille altistuvat (European Agency for Safety and Health at Work 2009).

OECD on laatinut suunnitelman nanorakenteiden ympäristövaikutusten tutkimiseksi ja niille sopivien testien kehittämiseksi. Tutkimusta vaikeuttaa se, että kemiallisten ominaisuuksien lisäksi ratkaiseva merkitys on rakenteiden fysikaalisilla ominaisuuksilla. Tämä tekee riskitutkimuksen haastavaksi. Kemiallisten aineiden vakiintuneet riskinarviointimenetelmät eivät välttämättä sovellu sellaisenaan nanorakenteille.

Nanoteknologia voidaan jakaa seuraavasti

- pinnoitteet ja kiinteät rakenteet
- vapaat nanopartikkelit
- nanokoneet ja -laitteet
- biologiset sovellutukset

Pinnoitteiden ja kiinteiden rakenteiden kohdalla ongelmana on, missä määrin niistä irtoaa nanopartikkeleja. Kun partikkeleja leviää ympäristöön, niin keskeistä on selvittää, mihin näillä on mahdollisuus kulkeutua ja mitä niille siellä tapahtuu. Ovatko ne edelleen nanomuodossa ja miten ne ympäristön kanssa mahdollisesti reagoivat.

Sekä kuinka jätteiden keräys ja kierrätys voidaan järjestää. Biologiin sovellutuksiin liittyvät kaikkein vaikeimmin ennakoitavat riskit.

Nanoteknologian osalta oleellinen osa riskienhallintaa ovat myös sosiaaliset ja eettiset tekijät. Nanoteknologian kehitykseen vaikuttaa oleellisesti se, mitä kansalaiset pitävät hyväksyttävänä riskeinä ja riskitasoina. Jo nyt nanoteknologian kehittäjissä on herättänyt pelkoa siitä, että nanoteknologiaa kohtaan alettaisiin tuntea samanlaista epäluottamusta kuin geneettisesti muokattuja organismeja kohtaan ja että nanoteknologian käyttö alkaisi synnyttää vastaavia poliittisia ristiriitoja. Toistaiseksi tällaisia ei ole näköpiirissä.

Aikaisemmissa tekniikoissa kansalaiset ovat nähneet riskejä selvästi enemmän kuin tutkijat. Nanotekniikassa tutkijat tuntevat kansalaisia enemmän huolta terveyst- ja ympäristöhaitoista. Johtuuko tämä siitä, että kansalaiset eivät katso nanoteknologian vaikuttavan biologisten systeemien tasolla eivätkä edes rinnasta niitä kemiallisiin yhdisteisiin, vaan pikemminkin elektroniikkateollisuuden tuotteisiin, tätä on vaikea sanoa.

Nanoteknologian tuntemus ja lisääntyvä tieto ei näytä muuttavan asenteita sitä kohtaan positiivisemmaksi, vaan kärjistää positiivisia ja negatiivisia suhtautumistapoja. Erojen polarisoitumisen katsotaan johtuvan kulttuuritekijöistä ja vastaajien arvomaailmasta (Currall 2009).

Mutta edelleen jää avoimeksi kysymykseksi, kuinka varovainen meidän sitten pitäisi nanoteknologian suhteen lopulta olla? Miten välttää riskit ja saada kuitenkin maksimaalinen hyöty uusista teknisistä sovellutuksista?

Ympäristöpolitiikassa on kehitetty varovaisuusperiaatteen nimellä kulkeva lähestymistapa, jonka mukaan ympäristöä suojeleviin toimenpiteisiin ryhtymistä ei estä tieteellisen varmuuden puuttuminen ilmiön vaikutuksista, jos nämä seuraukset voivat olla vakavia.

Varovaisuusperiaate itse asiassa merkitsee poikkeusta tiukasti näyttöön perustuvasta poliittisesta lähestymistavasta (evidence based policy). Eli hyväksytään, että tietyissä tilanteissa voidaan ja pitää toimia, vaikka riittävää tieteellistä näyttöä haitoista ei olisikaan käytettävissä. EU:n komission mukaan ennalta varautumisen periaatteeseen turvautuminen edellyttää paitsi ilmiöstä, tuotteesta tai menettelyssä mahdollisesti seuraavien negatiivisten vaikutusten tunnistamista niin myös tieteellistä arviota siitä, ettei riskiä voida määrittää riittävän varmasti riittämättömien, epätäydellisten tai epätarkkojen tietojen vuoksi.

Ympäristönsuojelussa on monia esimerkkejä siitä, että varovaisuusperiaatteen soveltamisesta olisi ollut hyötyä, jos sitä olisi sovellettu. On myös tapauksista, joissa ei ryhdytty toimiin vielä silloinkaan, kun tieteellisesti pätevää näyttöä ja tietoa riskeistä alkoi jo riittävästi kertyä. Näistä tapauksista löytyy katsaus Euroopan ympäristökeskus EEA:n julkaisusta "Late lessons from early warnings: the precautionary principle 1896–2000" (EEA 2001).

Varovaisuusperiaatteen soveltaminen on nano- ja geeniteknologian kohdalla paikallaan, mutta sekään ei ole täysin ongelmatonta. Jos olemme liian varovaisia, niin teknologian kehitys saattaa estyä. Voimme myös saada aikaan katteettomia pelkoja ja uhkakuvia. Mutta kuka sanoo mitkä pelot ja kenen pelot ovat katteettomia? Toisaalta jos aliarvioimme riskit, niin seuraukset voivat olla arvaamattomat.

Tieto ja kommunikaatiotekniikka

Tietotekniikan kehittämisen on nähty tarjoavan suuria mahdollisuuksia edistää kestävä kehitystä muuttamalla aineellista kulutusta aineettomaksi. Materiaalivirrat vähentyvät ja samoin niihin liittyvät ympäristöhaitat. Mutta realisoituvatko nämä mahdollisuudet?

Toistaiseksi näyttää siltä, että elektroniset laitteet ja niihin liittyvät tekniset järjestelmät ovat tulleet kaiken muun kasvavan kulutuksen päälle ja vain rajoitetusti korvaamaan sitä. EU:n alueella ICT:n osuus sähkön kulutuksesta on 8 prosenttia ja hiilidioksidipäästöistä 2,5 prosenttia ja kotitalouksien sähkönkulutuksesta noin 20 prosentin luokkaa (OECD 2010).

Elektroniikkaromun määrää kasvaa jatkuvasti, vaikka tietoa pystytään pakkaamaan yhä pienempään tilaan. Pienillä elektroniikkakomponenteilla voi sitä paitsi olla hyvinkin raskas koko elinkaaren aikainen ekologinen jalanjälki; niiden valmistamiseen on jouduttu käyttämään moninkertaisesti niiden omaan painoon nähden luonnonvaroja.

Kulutuksen kasvu näyttääkin jatkuvasti syövän pois sen mitä koon pienenemisenä saavutetaan. Päälle tulee vielä laitteiden sähkönkulutus ja roskapostien ja muun informaationsaasteen lisääntyminen.

Alan yritykset panostavat innolla teknologian kehittämiseen, mutta teknologian ympäristöystävällisen käytön mahdollisuudet saattavat jäädä syrjään silloinkin, kun niihin liittyy uusia liiketoimintamahdollisuuksia. Elektroniikkateollisuus on kyllä alkanut kiinnittää huomiota sähkönkulutuksen vähentämisen aiheuttamaan ympäristöhyötyyn ja etätyöhön, mutta kokonaisvaltaisempi tarkastelu on jäänyt vähemmälle huomiolle. Kestävän kehityksen näkökulma unohtuu myös helposti julkisen vallan tietoteknologia- ja informaatioyhteiskuntaohjelmista. Toisaalta informaatioteknologiaan kiinnitetään edelleen vähän huomiota ympäristöpoliittisissa asiakirjoissa.

Elektroniikkateollisuus nousi muutamaksi vuodeksi Suomen suurimmaksi vientiteollisuudeksi, mutta joutui sitten taas luovuttamaan paikkansa perinteisille metsä- ja metalliteollisuudelle. Alan tekninen kehitys on edelleen niin nopeasta ja tuotteiden käyttöikä lyhyt, että kehityksen ennakointi on vaikeaa. Kulutustottumukset ja mieltymyksetkin voivat muuttua nopeasti; yritysten kohtalot ovat enemmän tai vähemmän maailman teinien käyttäytymisen varassa. Toisaalta alalle on Suomessa syntynyt jo niin laaja pohja osaamiselle ja tuotteistamiselle, että alan säilymiselle ja kehittyemiselle erityisesti sisällön tuottamisen osalta on olemassa hyvät mahdollisuudet.

Informaatioteknologian soveltamisessa tuotantoon ei sinänsä ole ympäristönsuojelulle välttämättä mitään mullistavaa uutta, sillä ohjausjärjestelmien kehittyminen ja tarkempi prosessien säätö ovat edistäneet aineiden ja energiansäästöä jo pitkään. Uutta sen sijaan on, että tuotteista voidaan tehdä yhä enemmän omaa toimintaansa sääteleviä ja jopa ”älykkäitä”. Mutta vielä tärkeämpää on Internetin ja langattoman viestinnän mahdollistama verkottuminen ja siihen liittyvät mahdollisuudet siirtää palvelusuorite kuluttajalle pelkkänä informaationa tai korvata kasvokkain tapahtuma vuorovaikutus sähköisellä viestinnällä.

Seuraavilla tuotteilla järjestelmillä voidaan periaatteessa saada aikaan ympäristöhyötyjä:

Sähköinen kauppa

Digitaaliset tuotteet

Musiikki, lehdet ja kirjat, sähköiset palvelut

Etätyö ja -kokoukset sekä virtuaalityöpaikat

Rakennusten säätöjärjestelmät

Liikenteen ohjaus- ja seurantajärjestelmät

Teollisuuden ohjaus- ja säätöjärjestelmät

Älykkäät energiaverkot

Ympäristötiedon tuottaminen ja välittäminen

Suomessa on vuodesta 2010 toiminut ilmainen tavaravaihto- ja lahjoituspalvelu, joka auttaa pääsemään eroon ei-toivotusta tavarasta joko lahjoittamalla tai vaihtamalla sen johonkin, jota tarvitsee. Netcycler toimii kuin nettideittailu. Se auttaa mahdollisimman täydellisiä pareja löytämään toisensa. Palvelu toimii Suomen lisäksi Saksassa ja Iso-Britanniassa (Kajomaa 2011).

Netistä löytyy jo yrityksiä, jotka tarjoavat palveluja virtuaalitoimistoille. Näitä ovat esim.

- osoite mistä päin maailmaa tahansa,
- sähköpostipalvelu, sähköpostien edelleenlähetys ja koonti,
- puheluiden vastaajapalvelu yrityksen nimellä,
- paikallinen puhelinnumero yrityksen käyttöön,
- kokouspalvelut virtuaalitoimistossa,
- kokous- ja toimistotilojen käyttö ympäri maailmaa,
- kattavat liiketoiminnan tukipalvelut.

Virtuaalitoimiston voi ottaa yritys tai yksityinen henkilö, joka ei tarvitse varsinaista toimistotilaa yritystoiminnalleen. Erilaisilla palveluilla täydennettynä, esim. kokoustilat, videoneuvottelupalvelut, päivätoimistot ja etätyöpisteet, kokonaisuus toimii kuin yrityksen pysyvä toimisto.

Uuden tyyppisiä työyhteisöjä on jo alkanut syntyä. HUB-helsinki kuvaa itseään, että se sekä työtila, jäsenyhteisö että tapahtumapaikka. Hubin jäsenet muodostavat työhönsä intohimoisesti suhtautuvan ja vastuullisesti toimivien asiantuntijoiden yhteisön sekä paikallisesti että kansainvälisesti. Hubissa voi tavata ihmisiä oikeastaan miltä alalta tahansa. Uudet, yllättävät ja rohkeat ratkaisut syntyvät parhaiten monialaisella sekä poikkitieteellisellä ja -taiteellisella ajattelulla ja toiminnalla.

Ensimmäinen Hub perustettiin Lontooseen Islingtoniin 2005 ja nyt nopeasti kasvavassa verkostossa on yli 20 Hubia ympäri maailmaa: Sydneystä Oaxacaan, San Fransiscoon ja Amsterdamiin.

Suomeen perustettiin 1990-luvulla etätyökeskuksia, mutta toiminta ei kunnolla lähtenyt liikkeelle. Etätyön yleistyminen on vuoden 2006 vuoden jälkeen pysähtynyt. Sitä teki vähintään satunnaisesti 15 % palkansaajista, miehet kaksi kertaa useammin kuin naiset. Etätyötä tekevät ovat pääasiassa korkeastikoulutettuja ja ylempiä toimihenkilöitä (Työterveyslaitos 2010). OECD:n selvityksen mukaan etätyön käyttö on kuitenkin pohjoismaissa yleisintä EU:n alueella.

Tieto- ja viestintäteknologian järkevällä käytöllä voitaisiin liikenne- ja viestintäministeriön tilaaman selvityksen (2010) mukaan vähentää hiilidioksidipäästöjä Suomessa yli 10 miljoonaa tonnia vuodessa. Suurimmat vähennykset saataisiin selvitysten mukaan älykkäillä ratkaisuilla liikenteessä, rakennusteknologiassa, energiaverkoissa ja teollisuuden laitteiden ohjauksessa.

Dematerialisaation osalta merkittävimpiä päästövähennyksiä arvioidaan saavutettavan etätyöskentelyn ja etäkokousten lisäämisen avulla. Selvityksen mukaan ICT-sektorin aiheuttamat omat päästöt ovat murto-osa verrattuna niihin päästövähennyksiin, joita voidaan saavuttaa älykkäiden ICT-palveluiden avulla. Todennäköistä on, että ICT-sektorin aiheuttamat päästöt kuitenkin kasvavat joka tapauksessa tietoyhteiskunnan kehityksen myötä.

Ympäristöpolitiikassa on alettu kiinnittää yhä enemmän huomiota yhteiskuntarakenteeseen. On katsottu, että tiivis yhteiskuntarakenne tarjoaa mahdollisuuksia vähentää liikennettä ja se samalla luo riittävää pohjaa palvelujen kehittämiseksi. Toisaalta tutkimukset osoittavat, että samanlaisillakin yhdyskunnilla voi energiankulutuksessa olla suuria eroja, riippuen siitä miten liikenne ja palvelut on järjestetty.

Tietotekniikka antaa mahdollisuuksia hajauttaa ei vain energiatuotantoa, vaan myös työtä ja palveluja. Näin periaatteessa voidaan luoda pieniäkin yhdyskuntia, joissa työtä varten ei tarvitse matkustaa joka päivä edestakaisin keskukseen.

8.4.4

Konvergoivat tekniikat

Ympäristöministeriön ympäristöinnovaatiopaneeli järjesti helmikuussa 2011 ennakointi työpajan, jossa tarkastelun kohteena oli kotitalouksia kokevat radikaalit ja vähähiiliset innovaatiot (Heinonen et al. 2011). Aikajänne oli vuoteen 2050. Erityisesti tarkastelun kohteena olivat **konvergoivat tekniikat** eli bio-, geeni, nano-, ict-tekniikat ja kognitio-tieteet yhdessä ja toisiinsa sulautuneina. Mukana oli tutkijoita, yritysten edustajia ja virkamiehiä.

Lopputulos oli mielenkiintoinen. Radikaalisuus otettiin tosissaan. Työpajassa puhuttiin kuitenkin paljon enemmän elämäntavoista ja sosiaalista innovaatioista kuin tekniikasta. Voi olla että elämäntavat ovat helpompi aihe kuin teknologia kun näkökulma on 40 vuotta eteenpäin.

Työpajan mukaan:

*”Radikaalisti vähäpäästöinen yhteiskunta syntyy teknologioiden ennakkoluu-
lottomalla ja uskaliaallakin hyödyntämisellä sekä sellaisella sosio-kulttuurisella
rakenteella, joka perustuu toisaalta tieteelle ja taiteelle, toisaalta paikallisuuden,
yhteisöllisyyden ja yksilöllisyyden yhdistämiseen. Kulutuksessaan tällainen yhteis-
kunta on säästävä ja materiaalien käytössä ja kierrätyksessä tehokas, mutta myös
elämisen mielekkyyttä ja kokemuksia painottava.*

*Menneeseen ja niukkuuteen ei palata, vaan ekologinen kriisi todella pakottaa
ihmiset ja yhteiskunnat pohtimaan ja muuttamaan elämistään ja järjestäytymis-
tään radikaalisti, juuria myöten. Kun perustavan sosiaalis-eettis-eksistentiaalisen
pohdinnan läpikäynyt yhteiskunta hyödyntää harppauksin kehittyvää teknologiaa
ja kehittyneen yhteiskunnan tieto- ja osaamisperustaa, utopia alkaa tuntua aivan
todelliselta vaihtoehdolta.*

*Tulevat teknologiat mahdollistavat visioissa liikkumisen, jossa yhdistyvät jouk-
ko- ja henkilöliikenteen edut. Liikkuminen on tehokasta, mutta sen lähtökohtana
ovat ihmisten viihtyvyys ja yksilölliset mieltymykset. Vähäpäästöiset tai päästöt-
tömät henkilökohtaiset kuljettimet voivat ketjuuntua tarvittaessa toisiinsa. Koska
varsinainen joukkoliikenne on turvallista, viihtyisää ja sen arkkitehtuurissa ja
suunnittelussa painotetaan esteettisyyttä, sitä halutaan käyttää.*

*Teknologian ja paremman suunnittelun mahdollistama tehokkuus tekevät liikku-
misesta paitsi ekologisesti kestäväää, myös turvallista, luontevaa, helppoa ja vähän
tilaa vievää. Liikkuminen ei tarvitse olla fyysistä, vaan kehittynyt virtuaalitek-
nologia mahdollistaa todellisen nojatuolimatkailun. Merkityksellistä vapaa-aikaa
tarjoaa ja päihdeongelman ratkaisee haitaton päihde – tätä on ideoinut jo Aldous
Huxley utopiaromaanissaan Island. Kaikki viestintä on sähköistä ja tiedon lähteille
pääsy helppoa. Viihtyminen, informaationhankinta ja aivokemian muokkaus hoi-
tuvat kognitiokypärän avulla.*

*Energiaa tuotetaan monipuolisesti ja uusiutuvasti. Aurinko- ja mahdollisesti
fuusioenergia ovat laajassa käytössä – sekä luultavasti myös aivan uudet energian-
tuotantomuodot. Rakennukset voivat olla peruslämmöllä, sillä ihmisten ympärille
rajautuvan kentän ansiosta lämmitettävä tila on vain ihmisten kehon välitön ym-
päristö. Tilat reagoivat asukkaaseen ja tulkitsevat tämän kognitioita, muuntavat
valaistusta, värejä, esteettistä ilmettä jne. tarpeen mukaan. Kotitalouksien energiaa
tuotetaan muiden keinojen ohella tilojen rakenteissa olevilla ratkaisuilla, jotka
ottavat talteen ihmisten liike- ja lämpöenergian. Omaa energiaa käytetään myös
liikkumiseen, sillä tiiviisti rakennetuissa kaupungeissa välimatkat ovat lyhyitä.*

*Tarvittava ruoka tuotetaan lähipiirissä ja jäte- ja ravinnekierto on tehokkaasti
järjestetty asunto- tai korttelikohtaisesti. Näin wc- ja viemärijärjestelmä vapautuu
erilaiseen kuljetuskäyttöön. Tavaroiden käyttö tehostuu, ja esineiden ja materiaa-
lien moninaisuuden tarpeeseen vastaavat äärimmäisen muokattavat nano-äly-
materiaalit.*

Sosiaalisissa ideoissa ja innovaatioissa toistuvat teemat liittyvät **uusyhteisöllisyyteen, lähi-etätyöhön** sekä monipuoliseen **omavaraistalouteen**. Myös tällä hetkellä usealla eri alueella näkyvänä heikkona signaalina **uusi jakamisen kulttuuri**.

Elinpiiri on eri keinoin rajattu hyvin tiiviiksi, ja myös ihmisten välinen kanssakäyminen, tietojen, tavaroiden ja kokemusten vaihto on tiheää. Yhteisöllisyys perustuu kuitenkin vahvoille yksilöille ja moniarvoisuudelle – yhteisö tukee yksilöiden kehitystä. Koulutuksessa painotetaan sosiaalisuutta, osallistumista ja yhteisvastuuta. Etätyö on yleistä ja se vastaa osaltaan yhteisöllisyyden ja kanssakäymisen tarpeeseen, sillä työtä tehdään usein eri aloja ja organisaatioita yhteentuovissa etätyöpisteissä. Koska työn ja muun elämän rajat ovat liudentuneet, työpaikan käsite on menettänyt merkitystään, ja ”työpaikoista” on tullut ylimalkaan inhimillisen toiminnan ja kanssakäymisen keskuksia. Talous paikallistuu ruuan, materiaalien ja energian tuotannon ohella myös sikäli, että erilaiset paikallisrahat ja tavaroiden ja palveluiden vaihtojärjestelmät ovat runsaassa käytössä. Lisäksi jokaisella kansalaisella henkilökohtainen päästökiintiö, jonka käyttämättömän osan voi myydä markkinoilla. Erityistä painoa annetaan elinympäristön suunnittelulle siten, että se on viihtyisää, elämyksiä tarjoavaa, monipuolista ja yhdessä olemiseen ja tekemiseen kannustavaa.

Kestävyys nähtiin kokonaisuutena, jossa ekologinen ja **sosiaalis-esteettinen** kestävyys tukevat toisiaan. Yhteiskunta voi olla ekologisesti kestävä vain, jos sen jäsenet kokevat elävänsä mielekäästä, viihtyisää ja antoisaa elämää yhteisössä ja ympäristössä, joita arvostaa ja kunnioittaa. Tämä on keskeinen osa vastuullisuuden perustaa. Tällaisessa yhteiskunnassa korostuvat immateriaalinen kulutus ja vauraus materiaalsen sijaan. Itseisarvoja tavoitellaan välinearvoin. Vaikka yhteiskunnalliset ristiriidat ja eriarvoisuudet eivät häviäkään, ekologisesti kestävä yhteiskunta muistuttaa todellista utopiaa – todellista siksi, että se on niin järkeenkäypä.”

Maailmanlaajuisen köyhyiden poistaminen jäi näissä visioissa vähemmälle huomiolle.

8.4.5

Geoengineering

Tuloillaan olevat tekniikat eivät tietenkään rajoitu vain geneettisesti muunneltuihin organismeihin tai nanoteknologiaihin, vaan ympäristön kannalta merkittävien ratkaisujen kirjo voi olla paljon laajempikin. Teknologian kehitys voi jopa johtaa ja on jo johtanutkin vakaviin pohdintoihin siitä, miten koko biosfäärin suuriin kiertokulkuihin ja toimintoihin voitaisiin vaikuttaa (geoengineering) ja samalla saattaa ne ainakin osittain ihmisen tietoisien ohjauksen piiriin. Ilmaston keinotekoinen muokkaus voisi hillitä lämpötilan nousua ilman, että kasvihuonekaasupäästöjä tarvitsee vähentää.

Ilmastonmuutoksen torjunnassa onkin jo alkanut vakava tieteellinen keskustelua siitä, miten voitaisiin suojata maan pintakerroksia auringon valolta muuttamalla maan pinnan heijastusolosuhteita niin että suurempi osa saapuvasta valoenergiasta

heijastuu heti pois maanpinnalta eli kuten tieteiskirjailija Risto Isomäki (2008) ehdottaa, miten voitaisiin "kiillottaa" maapalloa. Voitaisiin esimerkiksi maalata kaikki talot valkoisiksi tai istuttaa lehtipuita havupuiden tilalle. Toinen mahdollisuus on estää auringon säteilyn pääsy maan pintakerrokseen esimerkiksi rikkidioksidin avulla, synnyttämällä keinotekoisesti pilvipeitettä tai lähettämällä ilmakehän yläkerrokseen valtava määrä pienen pieniä nanomittakaavan peilejä tai jopa ampumalla avaruuteen maan ja auringon väliin kuun pölyä.

Ilmakehään lisätyt rikkiyhdisteet heijastavat auringon valoa takaisin avaruuteen. Toimi on suhteellisen edullinen ja helppo toteuttaa, mutta yhdisteet laskeutuvat vähitellen takaisin maanpinnalle. Sitä pidetään todennäköisimpänä geo-engineering-vaihtoehtona. Newsweek kehottaakin numerossaan 27.4.2009 poliitikkoja ottamaan rikkidioksidin ilmankehään pumpaamisen mahdollisuuden huomioon pohtiesaan kustannustehokkaita keinoja hillitä ilmastonmuutosta. Riskinä ovat mahdolliset vaikutukset sademääriin eri puolilla maapalloa ja happamoituminen. Lisäksi se ei poistaisi hiilidioksidipäästöihin liittyvää valtamerien happamoitumisongelmaa.

Maan kiertoradalle asetetut nanopeilit, jotka heijastaisivat auringon valon takaisin avaruuteen, ovat kallis ja käytännössä hyvin vaikeasti toteutettava toimi nykyteknologialla. Tämä teknologia synnyttäisi aikanaan myös melkoisen määrän uutta avaruusromua.

Maailman merille voitaisiin myös lähettää purjelaivoja, jotka voisivat suihkuttaa merivettä taivaalle. Haihtuessaan merivesi jättäisi jälkeensä kirkkaita suolakiteitä, jotka "valkaisivat" pilviä. Kirkkaammat pilvet heijastaisivat auringon valoa tehokkaammin avaruuteen. Riskinä ovat vaikutukset tuuliin ja sateisiin.

Yli 20 prosenttia merien pinta-alueista on ravinnerikasta, mutta silti vähän biomassaa sisältävää vettä. Tällaisia merialueita on muun muassa Eteläisessä jäämeressä sekä osissa Tyyntämerta. Näillä alueilla raudan saatavuus on usein eliöiden kasvua rajoittava tekijä. Raudan lisääminen kyseisille alueille lisäisi kasviplanktonin kasvua ja siten parantaisi hiilidioksidin ottoa ilmakehästä, koska kasviplankton käyttää hiilidioksidia yhteyttämiseen.

Geoengineering-teknologioiden kehittämistä perustellaan sillä, että jos osoittautuu että ilmastonmuutosta ei muuten saada hillittyä ja muutokset ovat hälyttäviä, niin silloin näiden käyttö voi viimeisenä keinona tulla perustelluksi. Kukaan ei kuitenkaan tarkkaan tiedä eikä voi ennakoida, mitä riskejä ekosysteemipalvelujen toiminnalle liittyisi tämän kertaluokan hankkeisiin. Ei myöskään tunnu järkevältä yhtä aikaa jatkaa vaarallisia hiilidioksidipäästöjä ja samanaikaisesti vaimentaa niiden vaikutusta toisella vastaavan tason keinolla.

Hiilidioksidin määrän kasvulla on muitakin haitallisia ominaisuuksia kuin ilmaston lämpeneminen. Merten happamuus lisääntyy, kun meriin liukenee lisää hiilidioksidia. monien kalkkikuoristen lajien kuoret alkavat liueta ja niiden muodostus vaikeutuu. Meriveden happamoituminen vaikuttaa myös joidenkin merieliöiden kasvuun, hengitykseen ja lisääntymiseen. Tämä kaikki vaikuttaisi lopulta meriluonnon monimuotoisuuteen.

Toisaalta ihmiskunnalla on jo joka tapauksessa meneillään ennennäkemätön geo-engineerin-koee, kun hiilidioksidia jatkuvasti pumpataan lisää ilmakehään.

Kysyin OECD:n ympäristöryhmän kokouksessa 4.10.2011 Johan Rockströmmiltä, joka on laatinut yhdessä monien muiden hupputiedemiesten kanssa raportin niistä rajoista, joita maapallon luonnonjärjestelmät aiheuttavat ihmisen toiminnalle, miten

hän suhtautuu geoengineering-tutkimukseen. Hän ei suoralta kädeltä tyrmännyt sitä, vaan sanoi, että kaikista riskeistä huolimatta siihen tulisi suhtautua vakavasti. Meillä täytyy olla näkemystä myös siitä, miten toimimme, jos yllättäen tilanne oleellisesti pahenee tai jos ilmastopolitiikassa pahasti epäonnistutaan.

9 Vihreä talous ja työn muutos

Ilmastopolitiikan tavoitteiden saavuttamiseen on mahdollista valita erilaisia yhteiskunnallisia vaihtoehtoja. Tämän takia on tärkeää, että ilmastopolitiikka on joustavaa eikä sitä lukita liikaa tämän päivän ratkaisunäkymiin. Erityisesti tämä koskee EU:ta ja sen tekemiä ratkaisuja, koska näillä on laajoja vaikutuksia ja niiden muuttaminen on hankalaa (Netherlands Environmental Assessment Agency 2009).

Toisaalta teknologioita ja ilmastopolitiikan ratkaisuja koskeva epävarmuus johtaa helposti siihen, että yritykset ovat taipuvaisia seuraamaan entisiä teknologiapolkuihin ja investoimaan olemassa olevien tekniikoiden parannuksiin kuin uusiin radikaalisesti erilaisiin ratkaisuihin. Hiiliyhtiöt panostavat hiilidioksidin talteenottoon ja varastointiin, jotta ne voisivat edelleen polttaa hiiltä, öljy-yhtiöt biopolttoaineisiin ja maakaasuun ja sähköyhtiöt vesivoimaan (Lovio 2011).

Ympäristönsuojelu on ala, jossa riskien arviointiin ja hallintaan maailmankatsoimuksellisilla tekijöillä on selvä vaikutus. Tämä ulottuu myös ilmastomuutoksen hillitsemiseen käytettäviin teknologioihin. Ydinvoimalla ja uusiutuvilla energialähteillä on omat vankkumattomat kannattajansa. Niin on myös uusiutuvien sisällä; tuulivoima, bioenergia ja aurinkoenergia herättävät innostusta ja vastustusta. Tämä tekee erilaisten selvitysten ja arvioiden lukemisen hankalaksi. Tarkoituksenhakuisuus voi olla tietoista tai tahatontakin. Tuloksia ei vääristellä, mutta kuitenkin painotetaan erityisesti niitä tekijöitä, jotka tukevat omaa näkökantaa.

Toisaalta tarvittavien tekniikoiden suhteen vallitsee eri raporteissa melkoinen yksimielisyys. Sen sijaan näkemykset eroavat siitä, kuinka laajasti esimerkiksi erilaiset uusiutuvat energialähteet otetaan käyttöön. Valitut vaihtoehdot riippuvat siten jopa enemmän siitä, mikä koetaan yhteiskunnallisesti hyväksyttäväksi kuin siitä, mikä on teknisesti mahdollista.

Näyttää joka tapauksessa siltä kuin ne ekoinnovaatiot, joihin kiinnitettiin 1970-luvun öljykriisin jälkeen suuria toiveita, mutta joiden kehittäminen hidastui, kun energian hinta kriisin jälkeen laski, olisivat nyt lopulta tulleet läpimurtovaiheeseen ja laajenevaan käyttöön vuoteen 2050 mennessä. Näitä ovat esimerkiksi aurinkoenergia ja sähköautot.

Toisaalta energiatuotannon kannalta 40 vuotta ei ole kovin pitkä aika; tämän verran aikaa on tähän asti tarvittu, kun uusia energiatekniikka alkaa saavuttaa merkittäviä markkinaosuuksia. Näin ollen meillä on pitkälti jo olemassa ne energiatekniikat, joita tullaan soveltamaan. Toki ne koko ajan kehittyvät.

Osittain sama aikajänne koskee myös luonnonvaroja jalostavaa teollisuutta. Niisäkin muutokset ovat melko hitaita. Toisaalta kaivosteollisuuden elpyminen maailmanmarkkinahintojen noustessa osoittaa, että nopeat muutokset ovat mahdollisia raskaassakin teollisuudessa. Uuden prosessiteollisuuden laitoksen rakentaminen vaatii aikaa noin kolme vuotta. Lisäksi metsäteollisuudella on edessään joka tapauksessa rakennemuutos.

Elektroniikkateollisuudessa muutokset ovat paljon nopeampia. Tällä alalla 40 vuotta on hyvin pitkä aika; niin pitkä että se tekee ennakkoinnin vaikeaksi. Toisaalta tälläkin alalla on nähtävissä pitkiä kehitystrendejä. Sisällön tuotanto nousee tärkeämmäksi kuin laitteiden tuotanto.

Suomen vahvuuksia tulee olemaan runsaat uusiutuvat luonnonvarat ja Venäjän kasvavien markkinoiden läheisyys. Suomella on myös hyvät mahdollisuudet kehittää ympäristöosaamisesta uutta liiketoimintaa erityisesti silloin, kun se liittyy omien luonnonvarojen metsien, malmien ja vesivarojen kestävään hyödyntämiseen. Muuten ympäristötekniikan valmistuksen kehitysnäkymiä on vaikeampi arvioida. Ekoinnovaatioiden käytön tarve määräytyy suurelta osin ilmastopolitiikan tavoitteista, mutta valmistukseen vaikuttavat lähinnä liiketaloudelliset tekijät.

Suomelle näkymät ovat kuitenkin melko hyvät. Meillä on ympäristötekniikan valmistusta jo monella keskeisellä alalla. Näitä ovat tuulienergia, bioenergia, vesiteknologia ja sähköautoklusterikin on muotoutumassa. Puurakentaminenkin on alkanut elpyä.

Koska taloudellisella ohjauksella on ilmastopolitiikan keinojen keskuudessa niin keskeinen asema, on selvää, että energian ja raaka-aineiden hinnat nousevat. Ne nousevat myös puhtaasti markkinataloudellisista syistä; helposti hyödynnettävät raaka-aineet ehtyvät ja johdetaan ottamaan käyttöön yhä heikompia esiintymiä. Öljyn tuotannon huippu tullaan suurella todennäköisyydellä saavuttamaan selvästi ennen vuotta 2050.

Talouden vihreän rakennemuutoksen toteutumistavat riippuvat ratkaisevasti siitä, kuinka viisasta ja kaukonäköistä yritysten ja kansakunnan johto on, kun ne sopeuttavat toimintaansa ilmastopolitiikan ja luonnonvarojen kestävä hyödyntämisen luomiin reunaehtoihin toimintaympäristössään; varmaa ainakin on että ne jotka eivät sitä tee hyvin suurella todennäköisyydellä katoavat markkinoilta.

Tämän katsauksen perusteella voidaan Suomen kansantaloudesta vuonna 2050 piirtää seuraavaa kuva:

Suomi tulee säilymään luonnonvaroja jalostavana maana, jonka teollisuudesta edelleen huomattava osa on energia- ja materiaali-intensiivistä metsä- ja kaivos- sekä metalliteollisuutta. Luonnonvarat tullaan hyödyntämään – ekosysteemien tarjoamat kulttuuripalvelut ja vesivarat mukaan lukien – luonnonjärjestelmien kanto- ja sietokyvyn sallimissa puitteissa.

Prosessiteollisuuden menetelmissä on tapahtunut jatkuvaa energia- ja materiaalihokkuuden parantumista. Metsäteollisuus on kokenut rakennemuutoksen;

biojalostamot ovat tulleet paperin tuotannon rinnalle ja paperia käytetään lähinnä pakkaamiseen. Puutalo- ja design-huonekaluteollisuus ovat kasvavia aloja. Nanosellun tuotanto on käynnistynyt teollisuusmittakaavassa.

Energiantuotanto perustuu ydin-, tuuli- ja bio- ja aurinkoenergiaan sekä maalämmön hyödyntämiseen. Saharasta tuodaan aurinkosähköä. Bioenergiaan on yhdistetty hiilen talteenotto; on tullut välttämättömäksi poistaa hiiltä ilmacehäs-tä. Päästöjen rajoittaminen ei enää riitä.

Ydinvoiman ja uusiutuvien energialähteiden käyttöön yhteiskunnalliseen hyväksyttävyyteen liittyvät vaikeudet ja luonnon monimuotoisuudensuojelu korostavat energian ja materiaalien säästön merkitystä.

Kulutuksen osalta seuraavat tekniset ratkaisut ovat lyöneet itsensä läpi:

Asuminen: puusta rakennetut passiivitalot + uusiutuva energia

Uudisrakennukset tuottavat uusiutuvaa energiaa. Suuri osa uudisrakennuksista rakennetaan puusta. Korjausrakentaminen on tuonut lämpöpumput ja aurinkopaneelit tai -keräimet suurimpaan osaan vanhasta rakennuskannasta.

Elintarvikkeet: luomu- ja lähiruoka + bioenergia

Elintarvikkeiden tuotannossa omavaraisuusaste on edelleen korkea. Ilmaston lämpeneminen on lisännyt satoja. Tuotanto perustuu luomuun ja geeniteknologiaan, jota viljellään luomun tavoin. Ravinteet kierrätetään. Eläinrasvan kulutusta on rajoitettu verotuksen avulla.

Liikkuminen: sähköauto + tuuli- ja aurinkoenergia

Jokapäiväinen liikkuminen tapahtuu jalkaisin ja pyörillä, sähköautoilla ja -pyörillä ja julkisilla liikennevälineillä. Sähköautot käyttävät tuuli- ja aurinkoenergiaa. Rakas maantienliikenne käyttää hybridejä ja metsäbiodieseliä. Ajoneuvoja verotetaan käytön mukaan; julkinen liikenne on ilmaista.

Ikääntyminen on synnyttänyt laajan vanhusten hoitoon erikoistuneen palvelusektorin. Robottiteknologian käytön lisääntymisestä huolimatta tämä palvelusektori on hyvin työvoimavaltainen. Työvoimasta suuri osa on maahanmuuttajia.

Yhteiskuntarakenteen on keskittynyt suurten kaupunkien ympärille. Tiivis rakentaminen mahdollistaa ekotehokkaan julkisen liikenteen ja muut palvelut.

Nano- ja geeniteknologia on laajassa käytössä. Niiden käyttö hyväksytään ilmastoperustein, mutta käyttöön sovelletaan varovaisuusperiaatetta; riskit on kaikissa tapauksissa selvitettävä ja hallittava ennen käyttöönottoa. Nanoteknologian käytöllä edistetään energia- ja materiaalihokkuutta, aurinkoenergian talteenottoa ja päästöjen puhdistamista. Geeniteknologiaa sovelletaan biomateriaalien ja -energian ja elintarvikkeiden tuotannossa.

Tähän asti kulutuksen kasvu on syönyt pois ainakin osan siitä, mitä on saavutettu energia- ja materiaalitehokkuudessa. Näin on käynyt Suomessakin. Kun raaka-aineiden ja energian käytön tehokkuus paranee, niin rahaa säästyy. Ratkaisevaa on, miten kuluttajat tai yritykset käyttävät näin säästyneet varat eli kuinka energia- ja materiaalintensiivisiä tuotteita tai palveluja he säästyneillä varoilla hankkivat. Vuonna 2050 suuri osa säästöistä sijoitetaan tulevaisuuteen eli ratkaisuihin, joilla edelleen vähennetään hiilidioksidipäästöjä, pumpataan hiilidioksidia pois ilmakehästä ja edistetään energia- ja materiaalitehokkuutta. Muuta mahdollisuutta ei enää ole.

9.1

Työperäiset riskit

Ympäristöpolitiikka vaikutus työhön ja työolosuhteisiin välittyä sekä tuotantorakenteen ja teknologissa järjestelmissä tapahtuneiden muutosten että organisaatioiden muutosten kautta. Osa vaikutuksista on melko suoria seurauksia tehdyistä toimista osa puolestaan välillisiä ketjureaktioita.

Vihreä talouden rakennemuutos muuttaa töitä seuraavasti:

- Valmistuksessa työ voi säilyä suurin piirtein ennallaan, mutta valmistettava tuote muuttuu. Esimerkiksi sähköautojen valmistus ei eroa polttomootorilla varustetuista autoista.
- Syntyy uusia tyypillisiä prosessiteollisuuden työpaikkoja kuten esim. biojalostamot.
- Syntyy kokonaan uusia töitä kuten tuulivoimalaitosten ja aurinkopaneelien huoltotyöt.

Vihreätkin työpaikat ovat siten toisaalta varsin perinteisiä teollisuustöitä ja korjausrakentamista sekä toisaalta tutkimusta, tuotekehitystä ja konsultointia sekä palveluammattaita. Muutos tulee olemaan suurempi siinä mitä tuotetaan ja miten kulutetaan, kuin itse työn sisällössä.

Teollisuustyö ja siihen liittyvät riskit eivät kokonaan katoa, vaikka automaatio eteneekin. Edelleen tarvitaan huolto- ja korjaustöissä ruumiillista työtä. Korjausrakentaminen, bioenergian tuotanto ja jätteiden kierrätys ovat niitä vihreän työn muotoja, joihin erityisesti voi edelleen liittyä raskaita ja kuormittavia työvaiheita ja työtapaturman vaaraa.

Eri energian tuotannon aiheuttamia kuolemantapauksia on arvioitu tuotannon elinkaaren näkökulmasta, kun on pyritty laskemaan eri tuotantomuotoihin liittyviä ulkoisia kustannuksia ja näin kokonaisvaltaisesti arvioimaan niiden keskinäistä kannattavuutta. Arviot vaihtelevat, mutta eri energian tuotantomuotojen kohdalla päädytään yleensä samaan johtopäätökseen. Fossiiliset polttoaineet, kivihili ja öljy aiheuttavat eniten kuolemaan johtaneita onnettomuuksia ja sairastumisia käytettyä energiaa kohden ja ydinvoima vähiten. Uusiutuvat jäävät näiden ääripäiden väliin.

Bioenergia aiheuttaa kuolemantapauksia eniten ja tuuli ja aurinkoenergia vähiten. Riski on selvästi korkeampi kehitysmaissa kuin OECD-maissa.

Ydinvoiman aiheuttamat koko elinkaaren aikaiset haittavaikutukset kasaantuvat tuotannon alku- ja loppupäähän. Uraanin louhinta aiheuttaa paikallisia ympäristöongelmia ja työtapaturmia sekä työperäisiä sairauksia. Ydinjätteen varastointiin liittyy pitkäaikainen turvallisuusriski.

Ydinvoimaloissa on turvallisuuskulttuurin pakko olla korkea, koska pelkästään säteilyturvallisuuteen takia. Tällä varmasti on myös työtapaturmia ehkäisevä vaikutus. Toisaalta ydinvoiman todellisia koko elinkaarenaikaisia riskejä on lähes mahdoton luotettavasti arvioida, koska elinkaari on kymmeniä tuhansia vuosia.

Wind Watch on kerännyt eri lähteistä tietoja yli tuhannesta tuulivoimaloita koskevasta onnettomuudesta. Listattuja tapauksia ovat muun muassa rakennusaikaiset onnettomuudet (sortumat, työtapaturmat ja liikenneonnettomuudet), roottorien tai konehuoneen hajoamiset, tulipalot ja roottoreista putoava jään aiheuttamat vauriot. Näistä rakennusaikaiset onnettomuudet ja työtapaturmat ovat vakavimmat. Tuulivoiman rakentamisessa ja huollossa joudutaan työskentelemään korkeilla ja niihin liittyy myös sähköiskun vaaraa.

Roottorien tai konehuoneiden hajoamiset ovat aiheuttaneet yhdistyksen mukaan vakavaa vaaraa tai loukkaantumisia kymmenissä tapauksissa, ja johtaneet kuolemaan yli kolmessakymmenessä tapauksessa vuodesta 1975 lähtien. Sivullisia on loukkaantunut putoavasta jäädästä. Tuulivoimaloiden korkeuden vuoksi paloja on vaikea sammuttaa, ja joissakin tapauksissa tulipalot ovat aiheuttaneet myös maastopaloja.

Perinteisillä biopolttoaineiden tuotannolla säilyy korkeampi riski työperäisiin kuolemantapauksiin kuin muilla uusiutuvilla energialähteillä, koska metsäpohjaisten biopolttoaineiden tuotanto tulee perustumaan yhä enemmän metsistä kerättävien oksien ja kantojen hyödyntämiseen ja siten siihen liittyy paljon kuljetuksia. Vaaratilanteita on ilmennyt erityisesti energiapuun hakkuussa, pilkekonetöissä sekä tuotantokaluston ja -laitosten korjaus- ja huoltotöissä.

Puupellettien valmistuksessa työntekijät altistuvat merkittävälle puupölypitoisuuksille. Varastoinnin aikana pelleteissä voi tapahtua hajoamisreaktio, jonka seurauksena ilmaan vapautuu myrkyllisiä kaasuja, kuten hiilimono-oksidia ja aldehydejä, pääasiassa heksanaalia. Huonosti tuuletetuissa tiloissa, kuten siiloissa, hähkäkaasu on aiheuttanut kuolemaan johtaneita tapaturmia (Ahonen ja Liukkonen 2008).

Aurinkopaneelien kiinnitys ja huolto ovat normaalia korjausrakentamista. Suomen olosuhteissa katoilla työskentelyyn liittyvät aina omat riskinsä. Tikapuut ovat eräs kaikkein vaarallisimmista työkaluista erityisesti ei-ammattimaisessa käytössä.

Aurinkopaneelien siirtäminen katolle ja kiinnitys voi sisältää vaikeita työasentoja ja raskaita nostoja hankalassa asennossa. Paneelien ja niiden kytkemiseen liittyy myös sähköturvallisuusnäkökohtia. Paneelien ja keräimien pinnat voivat olla niin kuumia, että ne aiheuttavat palovammoja. Jos paneelit vaurioituvat käytössä voi niiden korjaamisessa altistusta vaarallisille kemiallisille aineille ja nanopartikkeleille (Chen 2009).

Paperiteollisuuden prosessit ovat pitkälle automatisoituja ja suuri osa työtehtävistä on erilaisia valvontatehtäviä. Työsuojelullisesti riskitilanteita ovat lähinnä poikkeustilanteet, kuten erilaisten konehäiriöiden selvittämiset sekä huoltotyöt. Biojalostamot ja erilaisten puupohjaisten kemikaalien valmistus on tyypillistä tällaista prosessiteol-

lisuutta ja työt vastaavasti valvomo ja kunnossapitotöitä. Laitoksissa syntyy välituotena paineessa olevia räjähtäviä kaasuja kuten vetyä ja synteetikaasua.

UNEP:n (2011b) vihreän talouden raportti mainitsee jätehuollon alueena, jossa vihreiden töiden kohdalla täytyy erityisesti kiinnittää huomiota työolosuhteisiin. Vaikka jätteiden hyötykäyttö kehittyy ja automatisoituu, niin jätehuolto ja erityisesti ongelmajätteiden kerääminen että jätteiden hyödyntämisyjärjestelmät ovat aluetta, joissa voi edelleen esiintyä sekä käsin tapahtuvaa tavaran käsittelyä että alistumista vaarallisille kemiallisille aineille ja mikrobeille. Pienimuotoisessa jätehuollossa on myös työtehtäviä, joissa on raskaita nostoja. Samoin jätehuoltoon liittyvä materiaalien kuljettaminen lisää kuljetuksiin liittyviä riskejä. Tilastotietojen mukaan kierrätykseen näyttää liittyvän selvästi keskimääräistä suurempi kuolemaan johtavien tapaturmien riski (Priha et al. 2009).

Jätehuollon piirissä toimii myös paljon pieniä ja keskisuuria yrityksiä, jotka käyttävät jätteiden lajittelussa ja keräämisessä vähän ammattitaitoista työvoimaa. Tämä osaltaan kasvattaa näiden työtehtävien tapaturmariskiä.

Jätehuolto on myös alue, jossa on Suomessa ilmennyt ympäristörikoksia. Näistä vain osa tulee tietoon. Kiristynyt valvonta vähentää rikoksia, mutta ala on luonteeltaan sellainen, että sen piiriin hakeutuu helposti yrityksiä, jotka yrittävät hyötyä taloudellisesti siitä, että ne hoitavat jätteen joko suoraan luontoon tai muuten lain vaatimia toimia vältellen. Tällaisessa toiminnassa on yleensä työsuojelussakin pahoja puutteita.

Jätehuoltoon liittyy monia terveystriskejä. Jäte saattaa sisältää tauteja aiheuttavia, allergisoivia tai myrkyllisiä mikrobeja, kuten bakteereita, viruksia, sieniiä ja loiseläinten kystiä ja munia. Jäte muodostaa suotuisan kasvualustan mikrobeille. Erityisesti kotitalousjäte, jossa on biojätettä, sisältää runsaasti mikrobeja. Valta-osa bioaerosoleista on kooltaan niin pieniä, että ne pääsevät syvälle keuhkoihin, keuhkorakkuloihin saakka. Mitä huonoimmin jätteet on syntypaikkalajiteltu, sitä useimmin käsittelyketjun loppupäässä törmätään työhygienisiin ongelmiin (Priha et al. 2009).

Automaatiikan lisääminen laitoksissa vähentää tarvetta työskennellä jatkuvasti pölyävän jätteen vieressä. Poikkeamatilanteissa työntekijät joutuvat korjatessaan laitteita ja poistaessaan jätteenkuljetushihnoille syntyneitä tukkeutumia tällöinkin olemaan tekemisissä pölyävän jätteen kanssa.

Priha et al. (2009) mukaan erilaisille kemiallisille tekijöille voidaan altistua erityisesti ongelmajätteiden käsittelyssä. Näitä riskitekijöitä ovat altistuminen:

- elohopealle (rikkoutuneet loisteputket ja energiansäästölamput),
- pölyävälle asbestijätteelle,
- liuottimille,
- hapoille ja emäksille,
- sähkö- ja elektroniikkaromun sisältämille lyijylle ja raskasmetalleille,
- arseenille, kromille ja kuparille suolakyllästettyä puutavaraa käsiteltäessä,
- PCB:lle ja dioksiineille ja betseenille,
- metaanille, rikkivedylle ja hiilidioksidille kaatopaikkakaasujen vuoksi.

Kompostilaitoksilla ja -kentillä erityisesti home- ja sädesienten sekä bakteerien pitoisuudet ovat useissa mittauksissa osoittautuneet korkeiksi. Työvaiheista ongelmallisempia ovat kompostimateriaalin mekaaninen käsittely; aumakompostoinnissa aumojen kääntö ja laitoskompostoinnissa materiaalin murskaus, seulonta ja syöttö prosessiin. Kompostointiin liittyy usein hajuongelmia, joiden merkitys on lähinnä kiusaava ja ärsyttävä. Melutaso voi olla ongelmana jätehuollon suljetuissa sisätiloissa.

Laitoksissa, joissa valmistetaan polttoainetta syntypaikkalajittelusta kaupan ja teollisuuden pakkausjätteestä, purkupuusta ja kotitalouksien kuivajätteestä, esiintyy ilmeisiä työturvallisuusriskejä kuten tulipaloja, pölyräjähdysten vaaraa sekä työhygieenisia ongelmia.

Sähkö- ja elektroniikkaromua käsittelevissä yrityksissä voi tapahtua raskasmetallilaille ja lyijylle sekä elohopealle (loisteputket ja litteät näytöt), bromatuille palonestoaineille ja ftalaateille (Priha et al. 2009).

Pilaantuneiden maiden käsittelyssä voidaan alistua sekä alueen tutkimisen että kunnostuksen yhteydessä haihtuville aineille, kuten moottoribensiinille ja muille haihtuville hiilivedyille sekä kreosootille ja arseenille.

Raaka-aineiden ehtyminen ja hinnan nousu, voi johtaa siihen, että vanhoista kaatopaikoista muodostuu uusia "kaivoksia" (Urban mining). Pienimuotoisesti tällaista toimintaa on jo harrastettu Suomessa. Siihen liittyvät samat riskit kuin jätteiden käsittelyyn, mutta myös uusia vaaratekijöitä, koska aina ei ole selvää mitä kaikkia aineita kaatopaikka sisältää ja miten nämä käyttäytyvät, kun sitä aletaan kaivaa.

Vuoteen 2050 mennessä automatisointi on osaltaan vähentänyt jätteenkäsittelyssä fyysistä työtä, mutta ei varmaankaan oleellisesti ole poistanut sitä. Kierrätysasteen nostaminen ja jätteiden tarkempi hyötykäyttö johtaa pienten jätevirtojen hyödyntämiseen ja näitä ei aina kannata koneellistaa.

Energiasäästöön liittyvät korjaukset eivät kuitenkaan juuri eroa muusta rakennustöistä. Niihin liittyy enemmän alistusta eristeaineiden pölylle. Yhdysvalloissa on arvioitu korjausrakentaminen olevan se vihreiden työpaikkojen alue, jossa esiintyy eniten työsuojeluongelmia ja ettei ainakaan toistaiseksi vihreissä töissä työtapaturvallisuus ole ollut alhaisempi kuin muussa korjausrakentamisessa (Chen 2009).

Korjausrakentamisen työtilanteet ovat usein yllättäviä sekä nopeasti muuttuvia ja työmenetelmien ja rakentamisen ennakkosuunnittelu on ongelmallista, mutta sitä tärkeämpää. Melu ja pölyt ovat korjausrakentamisen merkittäviä terveysvaaroja. Samoin korjausrakentamisen laatu ja työvoiman ammattitaito voivat olla ongelma.

Sähköautojen tulo autonasennukseen ja -valmistukseen sähkötyön turvallisuusriskit. (Sähköautojen sähköturvallisuus, www.sahkoautot.fi). Sähköauto toimii sähkömoottorilla, jonka jännitetasot nousevat satoihin voltteihin. Sähköautossa esiintyy eritaajuista vaihtojännitettä ja impulsseja, vaikka akku tuottaakin tasajännitettä. Kymmenet milliampeerit vaihtojännitettä ja vähän suurempi määrä tasajännitettä on hengenvaarallinen. Vaarallisimpia ovat raajasta toiseen tulevat iskut. Tasavirta voi aiheuttaa lihaskouristuksen, mikä estää jännitteellisestä osasta irrottautumisen.

Suuret virrat voivat tuottaa palovaaran jo pienelläkin jännitteellä. Erityisen vaaralliseksi tilanne tulee jos seuraavat asiat tai useampi näistä toteutuu:

- Sulakesuojaus ei ole oikein suunniteltua ja toteutettu.
- Liitokset on tehty heikosti.
- Komponentit ovat alimitoitettuja.
- Johtojen ja tehokomponenttien lähellä on paloa ylläpitävää materiaalia.

Sähköasennusten tekeminen ilman urakointioikeuksia on kiellettyä. Jos pätevä tarkastaja ei ole tarkastanut asennuksia, tekijä on yksin vastuussa mahdollisista väärin tehtyjen kytkentöjen aiheuttamista vahingoista.

Auto on vaarallinen ympäristö sähkötyön tekemiseen, koska:

- Johtavaa runkoa on paljon.
- Käytetään metallisia työkaluja. (Sähkötyössä on käytettävä eristettyjä työkaluja, joilla voidaan pienentää sähköiskun ja valokaaren vaaraa).
- Auto saattaa olla kostea ja likainen, mikä lisää vaaraa. (Lisää johtavuutta ihmisen kautta)
- Johdotuspaikat ovat ahtaat ja sekavatkin.

Sähköauto-onnettomuudet synnyttävät uudenlaisia uhkia, kuten akkujen äkillisen purkautumisen aiheuttamia paloja. Litium itsessään on hyvin reaktiivinen materiaali ja palaa helposti. Sähköauton palokuorma on kuitenkin pienempi kuin polttomootoriauton (Nylund 2011).

Sähköautot voivat myös aiheuttaa vaaroja liikenteessä. Vähäisen hukkalämmön tuoton takia talvella voi ongelmana olla ikkunoiden huurtuminen. Autot ovat hiljaisia ja kiihtyvät nopeasti, jolloin niiden havaitseminen liikenteessä voi olla hankalampaa kuin perinteisten polttomootoriautojen. Muutokset auton käyttäytymisessä ovat kuitenkin muuten niin vähäisiä, että kuljettajat tottuvat niihin nopeasti.

Suomessa geenitekniikan valvonnalla edistetään geenitekniikan turvallista käyttöä ja suojellaan ihmisten ja eläinten terveyttä ja ympäristöä, kun muuntogeenisiä organismeja (GMO) käytetään suljetussa tilassa laboratorioissa ja kasvihuoneissa tai levitetään nk. avoimessa käytössä ympäristöön tarkoituksellisesti joko tutkimus- ja kehittämiskokeiden yhteydessä tai tuotteina.

Geenitekniikkalain mukainen valvonta perustuu sekä asiakirjoihin että tarkastajien valvontakäynteihin. Valvonnan pohjana on toiminnanharjoittajan tekemä ilmoitus, johon sisältyy mm. riskien arviointi ja muut lainsäädännön vaatimukset.

Valvira valvoo muuntogeenisten organismien suljettua käyttöä sekä muuntogeenisten organismien avoimen käytön terveysvaikutuksia. Valvira antaa myös geenitekniikan käyttöä koskevia lausuntoja. Se ylläpitää sähköistä geenitekniikan rekisteriä, johon tallennetaan tiedot muun muassa geenitekniikan käyttöä koskevista ilmoituksista ja hakemuksista sekä näitä koskevat viranomaisen päätökset ja tarkastuspöytäkirjat. GMO:ien suljettu käyttö jaetaan ihmisten tai eläinten terveydelle tai ympäristölle mahdollisesti aiheutuvan riskin mukaan käytön luokkiin. Käytön luokan perusteella määritetty tarvittava eristystaso.

Riskin suuruuden arvioimiseksi toiminnanharjoittajan on tehtävä ennen GMO:ien käytön aloittamista riskinarviointi, joka on osa lupamenettelyä. Lisäksi toiminnan-

harjoittajan on laadittava ennen käytön aloittamista toimintasuunnitelma odottamatomien tilanteiden varalle tai tarvittaessa pelastussuunnitelma.

Ympäristönsuojelulaki ja työturvallisuuslaki kattavat nanoteknologian sovellutukset. Samoin niitä periaatteessa säädelään myös kemiallisia aineita koskevalla REACH-asetuksella ja sen täytäntöön panemiseksi luodulla lainsäädännöllä. Ongelmana on kuitenkin se, että lainsäädäntöä laadittaessa ei ole otettu huomioon nanoteknologian erityispiirteitä. Esimerkiksi REACH-asetus koskee vain tietyn käyttömäärän ylittäviä ainevirtoja. Nämä voivat olla nanorakenteille aivan liian suuria. Ympäristölupamääräyksiä voi olla vaikea asettaa tai edes arvioida onko lupaan tarvetta. Sama koskee valvontaa ja siihen liittyviä tarkkailuohjelmia. Miten voi valvoa ympäristöön leviävää haittatekijää, jota ei edes pystytä mittaamaan ympäristöstä ja jonka vaarallisuutta ei tunneta.

EU:n jäsenmaiden ympäristöviranomaisten yhteistyöverkosto SKEP – Scientific knowledge for Environmental Protection (2011) on teettänyt laajan selvityksen nanomateriaalien hallinnollisesta säätelystä, niiden määrittämisestä, riskinarvioinnista, rekisteröinnistä ja testaamisesta. Se sisältää myös suosituksia viranomaisille.

Nanoteknologia asettaa sekin suuria vaatimuksia käytetyille tekniikalle, työmenetelmille, ilmanvaihdolle, suodattimille ja henkilökohtaisille suojavälineille. Koska on kyseessä uusista riskitekijöistä, jotka tunnetaan varsin huonosti ja riskinhallinnan käytännöt eivät ole vakiintuneet erityistä huomiota tulee kiinnittää työohjeisiin ja työntekijöiden kouluttamiseen (European Agency for Safety and Health at Work 2009).

Nanopartikkelit myös tuovat jätteenkäsittelyyn oman vaikeasti ennakoivan työturvallisuusriskinsä. Tällä hetkellä ei ole riittävästi tietoa vapaita nanopartikkeleita sisältävien jätteiden käsittelystä ja hävitysteknologiasta sekä tuotteista syntyvistä nanojätteistä ja niiden asianmukaisista käsittelymenetelmistä. Vaikka työpaikalla olisi tietoa nanorakenteiden ja -partikkelien käytöstä, ja työntekijät on asianmukaisesti suojattu, ja tuotannossa syntyvän jätteen käsittelyssä otetaan huomioon niiden olemassaolo, niin kun tuote aikanaan päättyy jätteeksi tilanne on toinen. Meillä on käsissämme kasvava nanoteknologian tuotteiden jätevirta, joka ei ole hallinnassa (Musee 2009).

Ikääntyvän väestön hoitaminen lisää fyysisesti ja psyykkisesti kuormittavia palveluammatteja. Vanhusten ja sairaiden hoivaa korvataan vain rajoitetusti koneellisin laittein. Palvelutalojen energiatehokkuus on ilmastonmuutoksen torjunnan kannalta tärkein tekijä. Myös työväestö ikääntyy kun elinikäistä työaikaa lisätään eliniän kasvaessa. Euroopan työterveys- ja turvallisuusviraston (2009) mukaan tämä aiheuttaa erityisiä haasteita työtapatuimariskien torjunnalle ja kuntoutukselle ja tulee vihreissäkin töissä ottaa huomioon.

Osasta palveluammateissa fyysiset työpaikat alkavat kuitenkin kadota ja virtuaalitoimistot korvaavat ne. Liikematkustaminen vähenee. Samalla työajan käyttö tulee joustavaksi ja vapaa-ajan ja työn toisiinsa sekoittuminen ongelmaksi. Tämä voi hyvinkin olla suurin edessä oleva työn muutos, kun se alkaa koskettaa palkansaajien laajoja joukkoja. Voi käydä niinkin että olemme lopulta kaikki freelancereita.

Ympäristö- ja työhygieeniset riskit aiheutuvat samoista aine- ja energiavirroista. Näiden vähentäminen periaatteessa vähentää sekä ympäristö- että työhygieenisä riskejä. Ristiriitaa voi esiintyä lähinnä, jos ympäristöriskien torjunta synnyttää uusia työperäisiä riskejä tai jos työperäisten riskien vähentäminen siirtää riskin ympäris-

töön. Esimerkiksi materiaalitehokkuus voi heikentää tuotteita niin, että laiterikon aiheuttama tapaturma vaara kasvaa tai paikallispoiston avulla epäpuhtauksia ei kerätä talteen, vaan ne levitetään ympäristöön.

Kasvihuonepäästöjen vähentämistoimet vähentävät merkittävästi ilman pilaantumista. Komission etenemissuunnitelman mukaan sähköistäminen ja julkisen liikenteen kasvu voisivat parantaa Euroopan kaupunkien ilman laatua merkittävästi; epäpuhtaudet voisivat olla jo vuonna 2030 yli 65 prosenttia nykyistä alhaisemmat. Tällä olisi myös vaikutusta työsuojeluun, kun ulkona työskentelevien ilmanlaatu paranisi ja myös sisäilman laatu kohenisi ulkoisen kuormituksen pienentyessä.

Prosessiteollisuudessa on päästöt ympäristöön saatu laitoksissa jo niin paljon vähemmän, että todennäköisesti vaarallisia kemikaaleja lähtee tuotettujen tuotteiden kautta monissa teollisuuslaitoksissa enemmän ulos tehtaan porteista joutuakseen lopulta käytön ja kulutuksen jälkeen takaisin luontoon muodossa tai toisessa.

Häiriöitä ja onnettomuuksia kuitenkin edelleen tapahtuu. Lehdistöseurannan avulla arvioidaan saatavan selville noin 10–20 prosenttia vahinkopäästötilanteista. Alajan (2007) suorittaman tutkimuksen mukaan vuosina 200–2005 löytyi lehdistöstä maininta 450 ympäristöonnettomuudesta. Näistä vakavia tapauksia oli kolmannes. Kokonaiskustannuksiksi saatiin ko. vuosina noin 3,5 miljoonaa euroa. Valtaosa kustannuksista aiheutui vahinkojen torjunnasta ja seurausten korvaamisesta. Samana ajanjaksona teollisuuden ympäristönsuojelusta koituneet käyttömenot olivat kuitenkin moninkertaiset näihin menoihin verrattuna. Vaikka selvitys kattaisi huonosti onnettomuudet, niin todennäköisesti vakavimmat tapaukset tulevat kuitenkin kirjatuksi, joten selvitys antaa riittävän kuvan häiriöpäästöjen aiheuttamista ympäristövahingoista.

Häiriöpäästöjen hallinta auttaa joka tapauksessa kehittämään koko prosessin hallintaa ja tätä kautta vähentämään lupaehtojen sallimien rajojen sisälläkin tapahtuvia jatkuvia päästöjä ja parantamaan työturvallisuutta. Nina Wessbergin (2007) mukaan häiriöpäästöjen merkitystä on aliarvioitu teollisuuden ympäristönsuojelussa. Erityisesti ympäristöhallinto on omaksumansa tarkastelu- ja toimintatapansa mukaisesti keskittynyt tarkastelemaan vain ns. suunniteltuja päästöjä eli sitä päästötasoa, jonka lainsäädännön vaatimukset edellyttävät yritysten saavuttavan. Riskianalyysijä on vaadittu, mutta niiden tuloksia ei ole riittävästi hyödynnetty.

Kaiken kaikkiaan olemassa olevien tietojen perusteella on erittäin vaikea päätellä, kuinka suuri ongelma häiriöpäästöt ovat nyt ja tulevaisuudessa ja miten ekoinnovaatiot vaikuttavat niihin. Joka tapauksessa automaation eteneminen korostaa prosessien, koneiden ja laitteiden ohjauksessa ihmisen ja koneen välisen rajapinnan toimivuuden tärkeyttä. Huonosti suunniteltuna ihmisen ja koneen välinen yhteys voi johtaa psyykkisiin ongelmiin. Seurauksena syntyvä stressi ja sekä yli- että alikuormitus aiheuttavat virheitä, jotka johtavat työtapaturmiin ja suuronnettomuuksiin. Tämä koskee erityisesti häiriötilanteita ja huolto ja kunnostustöitä (Euroopan työterveys ja turvallisuusvirasto 2006).

Hajautettu energian tuotanto hajauttaa myös riskejä, mutta voi kokonaisuudessaan lisätä niitä, koska riskienhallinta on yleensä tehokkaammin järjestettävissä suurissa yksiköissä. Älykkäät sähköverkot voidaan tehdä älykkäiksi myös riskien hallinnan suhteen, mutta toisaalta tietojärjestelmät näyttävät tuovan mukanaan myös uusia niille tyypillisiä riskitekijöitä ja häiriöt voivat lamauttaa kokonaisia järjestelmiä. Hakerionnista ja tietoverkkojen häirinnästä on tullut jo sodankäynnin muoto.

Merikuljetuksiin ja ydinvoimaan sekä prosessiteollisuuteen liittyvät onnettomuusriskit voivat periaatteessa aiheuttaa laajoja ja vakavia vaikutuksia ympäristössä. Mikäli hiilidioksidin talteenotto toteutetaan laajassa mittakaavassa, tähän liittyy uusi suuronnettomuusriski. Toisaalta pahimmatkin viime vuosikymmeninä Suomessa sattuneet ympäristöonnettomuudet ovat kuitenkin toistaiseksi aiheuttaneet yleensä paikallisesti melko nopeasti korjaantuvia vaikutuksia.

EU-tasolla suuret luonnon onnettomuudet ja katastrofit ovat aiheuttaneet moninkertaisesti ihmishenkien menetyksiä teollisuuden suuronnettomuuksiin verrattuna. Toisaalta teollisuuden onnettomuudet ovat aiheuttaneet enemmän ympäristövahinkoja. Ympäristön kannalta vakavia onnettomuuksia ovat olleet kaivosteollisuuden jätevesialtaiden murtuminen. Suuronnettomuudet liittyivät usein huoltotöihin ja alihankkijoiden käyttöön (EEA 210).

Ympäristöriskit voidaan nähdä myös laajemmin koko kansakunnan tulevaisuutta koskevat turvallisuuskysymyksenä. Aseellisten konfliktien lisäksi on alettu yhä enemmän kiinnittää huomiota ympäristöturvallisuuteen. Tällöin turvallisuuden kannalta keskeisiä tekijöitä ovat ilmastonmuutos, luonnonvarojen ehtyminen, teknologian kehitys ja siihen liittyvät turvallisuusriskit ja näihin kaikkiin liittyvät yhteiskunnalliset ristiriidat

Euroopan Työterveys ja työturvallisuusvirasto (EU OSHA 2006) on selvittänyt tärkeimpiä työturvallisuuteen liittyviä tutkimustarpeita.

Uusilla riskeillä tarkoitettiin seuraavia riskitekijöitä:

- riskiä ei ole tunnettu aikaisemmin tai sen ovat aiheuttaneet uudet prosessit, uudet teknologiat, uudentyyppiset työpaikat tai sosiaaliset organisaatiot.
- pitkään olemassa oleva riski on havaittu hiljattain tai uusi tieteellinen tutkimus on paljastanut tiedossa olleen ilmiön riskiksi.

Lisääntyvällä riskillä tarkoitetaan tilannetta, jossa:

- riskin aiheuttamat vaarat kasvavat, jos altistuminen kyseisen riskin aiheuttamalle vaaralle lisääntyy (joko altistumisen taso tai altistuvien ihmisten lukumäärä) tai, jos vaaran aiheuttama vaikutus pahenee (esim. terveysvaikutusten vakavuus tai vaikutus ulottuu useampaan ihmiseen).

Hälyttävä riski on tilanne, jossa:

- riski on sekä uusi, että lisääntyvä
-

Euroopan Työterveys ja työturvallisuusviraston selvityksessä nanopartikkelit ja pienhiukkaset ja syöpää aiheuttavat vaaralliset aineet nousivat uusien riskien osalta sellaisiksi riskitekijöiksi, jotka kuuluvat ensisijaisesti tutkimusaiheisiin. Samat tekijät myös ILO nostaa esiin uusina riskitekijöinä (ILO 2010).

Mielenkiintoista on, että hälyttävien riskitekijöiden listassa oli huomattavat paljon tekijöitä, jotka liittyvät ympäristönsuojeluun. Selvästi ympäristönsuojeluun liittyviä hälytyttäviä työturvallisuusriskejä olivat edellä mainittujen tekijöiden lisäksi ilmastointien ja vesihuollon huonosti hoidettu ylläpito, heikko tietämys biologisista ja jätehuollon riskeistä, biologiset riskit jätelaitoksissa, endotoksiinit, orgaanisten aineiden suurille pitoisuuksille altistuminen jätehuollossa, uusista rakennustavoista ja -materiaaleista johtuva homeongelma, riittämätön lämmitys, tuuletus ja ilmanvaihto, joka ottaa huomioon vain energian säästön, epoksijäämien aiheuttamat ongelmat (rakennustyömaat ja tuulimyllyjen siivet), altistuminen vaarallisille aineille jätteiden käsittelyssä (pölyt, mikrobit, teollisuuden, lääketieteen ja kunnallisella sektorilla), altistuminen dieselin pakokaasuille, puuttuvat tiedot asbestia korvaavista synteettisten mineraalikuittujen terveysvaikutuksista käyttömäärien lisääntyessä, uusien teknologioiden ja prosessien aiheuttamat riskit (bioteknologiasovellutukset pienissä ja keskiuurissa yrityksissä, joissa suojautumisosaaminen voi olla puutteellista).

Euroopan työturvallisuus ja terveysviraston tilaamassa ennakointiraportissa (2011), joka käsittelee uusia teknologioita ja vihreitä töitä tuodaan myös esiin erityisesti nanoteknologia, bioteknologia, uudet kemialliset yhdisteet ja jätehuolto. Tähän näkemykseen voi yhtyä; tällä hetkellä on vaikea löytää kirjallisuudesta muita vastaavia tuloillaan olevia uhkia. Kännyköiden aiheuttama syöpäriski voi tietysti olla tällainen. Toisaalta sitä on helppo torjua; riittää kun laitteet rakennetaan niin, että niitä voi käyttää vain hand-free toiminnan kautta.

NIOSH:n (2009) työpaja korostaa vihreisiin töihin liittyvien työympäristö-ongelmien ratkaisussa seuraavia tekijöitä:

- Työsuojelun huomioon ottaminen ympäristöteknologiaa koskevissa julkisissa sopimuksissa ja hankinnoissa
- Työympäristötekijöiden tiedon keruu ja raportointi osana projektien hallintaa
- Parhaiden käytäntöjen kerääminen ja hyväksi käyttö
- Työntekijöiden kouluttaminen ja informointi työperäisistä riskeistä
- Määräysten kehittäminen
- Omistajien, työnantajien ja työntekijöiden motivointi

Raportti toteaa, että nämä toimet sopivat itse asiassa kaikkeen työhön. Vihreään työhön niiden soveltamisen tekee erityisen tärkeäksi, koska näiden kohdalla olemme suuren muutoksen alussa ja tällöin on mahdollista ja tärkeää saada työturvallisuus osaksi koko muutosprosessia.

9.2

Työllisyys ja työn sisältö

Vihreät talouden ja työn raportit suhtautuvat yleensä hyvin positiivisesti mahdollisuuteen luoda ympäristöpolitiikan avulla uusia työpaikkoja. Tuntuu kun näillä

lupauksilla yritettäisiin myydä ja lunastaa väistämättömät ympäristötoimet. Toisaalta on tietenkin selvää, että erityisesti ilmastopolitiikan yhteiskunnalliseen hyväksyttävyyteen vaikuttaa voimakkaasti se, miten sen arvioidaan vaikuttavan työllisyyden kehittämiseen.

Työllisyysvaikutukset voivat kuitenkin lopulta osoittautua vähäisemmiksi kuin rohkeimmissa ennusteissa on arvioitu. Energiantuotannossa tarvitaan vähän työvoimaa kansantalouden mittakaavassa, vaikka se tuotettaisiinkin uusiutuvista energialähteistä, jotka työllistävät ydinvoimaa ja fossiilista energiantuotantoa enemmän. Korjausrakentaminen ja jätehuolto ovat työllistäviä vihreän talouden aloja, mutta toisaalta niihin liittyy myös eniten työsuojeluongelmia.

Raaka-aineiden hinnan nousu ja taloudellisen ohjauksen lisääntyvä käyttäminen ilmastopolitiikassa lisäävät kustannuksia lyhyellä tähtämellä ja näin saattavat aluksi heikentää työllisyyttä. Ne kuitenkin myös tekevät ihmistyön korvaamisen koneilla entistä vähemmän kannattavaksi ja luovat huomattavasti lisää kysyntää energia- ja materiaalitehokkuutta parantaville tuotteille.

Kulutuksen muuttaminen vähähiiliseksi vaikuttaa aloihin, joiden työllistävä vaikutus on suuri kuten rakentaminen, liikenne ja elintarviketuotanto. Työn muutosta ilmastopolitiikan vaatimusten kiristyessä tuleekin käsitellä myös kulutuksen näkökulmasta.

Kulutuksessa on myös periaatteessa melko helppo korvata jonkin verran koneiden työtä ihmistyöllä liikkumalla jalkaisin ja polkupyörällä sekä harrastamalla kaupunkiviljelyä ja muuta kasvimaanpitoa. Terveysnäkökohdat tukevat tätä kehitystä.

Kulutuksen ohella toinen tärkeä näkökulma työllisyyteen ovat teknologian suuret megaterdit nano-, bio- ja informaatioteknologiat. Niihin liittyvien työllisyysvaikutusten arviointi on kuitenkin hankalaa; kilpailu on kovaa, koska kaikki teollisuusmaat panostavat voimakkaasti näihin aloihin.

Sähköisten palvelujen kehitys johtaa helposti siihen, että kuluttaja tekee itse sen työn, jonka ennen teki palvelujen tarjoajan palkattu työntekijä. Näin sähköiset palvelut samalla siirtävät työtä kuluttajien suorittamaksi ilman palkkaa.

Suurimmat vaikutukset työhön ja välillisesti työllisyyteenkin voivat kuitenkin tulla työajan ja työpaikkojen muutosten kautta. Kun palveluammattien merkitys ilmastomuutoksen hillinnässä korostuu, joudutaan entistä tarkemmin miettimään, miten voidaan vähentää toimistotiloihin ja työmatkoihin liittyvää materiaalien ja energian käyttöä. Rakennusteknisten keinojen lisäksi voidaan tilan tarvetta vähentää siirtymällä kaksi tai kolmivuorotyöhön ja luopumalla henkilökohtaisesta työhuoneesta.

Tietotekniikan kehittyminen tekee myös etätyön ja virtuaalikokoukset entistä huojuttelevammaksi vaihtoehdoksi. Syntyy myös yhä enemmän yrityksiä, joilla ei ole ollenkaan omia työtiloja, nämä tarvittaessa vuokrataan tai toimitaan pelkästään virtuaalisena yhteisönä. Seurauksena on kotityön uusi tuleminen. Samalla työympäristön häiritsevien tekijöiden säätelyn vastuu siirtyy työntekijälle itselleen. Virtuaaliset verkkoyhtiöt voivat myös toimia missä päin maapalloa tahansa.

Työn irtaantuminen fyysisestä työpaikasta lisää entisestään sähköisen yhteyden pidon tarvetta. Älypuhelimien avulla työntekijät voivat olla yhteydessä työnantajaan melkein missä tahansa, mutta toisaalta vaarana on, etteivät he koskaan ole irti sähköisestä verkosta. Verkko synnyttää myös oman addiktionsa, josta voi olla vaikea päästä irti.

Etätöiden ja virtuaalitoimistojen käyttöä rajoittaa meidän kulttuurimme näkemyksemme työpaikasta. Sen täytyy olla määrätty fyysinen tila. Omalla työhuoneella on myös statusarvonsa. Työtilojen jako uudessa työtilassa syntyy helposti kiihkeitä tunteita. Kuitenkin tätä päivänä teollisiakin prosesseja voidaan kauko-ohjata muualta kuin laitoksen tehdasalueelta. Fyysisen läsnäolon tarve ei teollisuudessa kokonaan katoa, mutta vähenee oleellisesti. Monissa palveluammateissa fyysisen läsnäolon tarve on vielä pienempi.

Oikeastaan on naurettavaa, että yhä matkustamme ruuhkassa monta kymmentä minuuttia päästäksemme työpaikalle ja sulkeudumme siellä neljän seinän sisälle omaan työhuoneeseen naputtamaan tietokonetta ja olemaan virtuaalisessa yhteydessä niihin tahoihin, jotka ovat meille työtehtävämme hoitamisen kannalta tärkeitä. Olemme jopa pettyneitä, jos emme saa omaa työhuonetta, vaan joudumme jakamaan sen toisen työntekijän kanssa.

Kulttuurilliset tekijät ja niiden luoma kuva työpaikasta rajoittavat myös työnantajien käyttäytymistä. Työntekijöiden valvonta yhä monilla työpaikoilla perustuu enemmän läsnäolon kuin työsuorituksen valvontaan, vaikka tietotekniikan kehitys on tehnyt itse työsuorituksen valvonnan entistä helpommaksi; siihen ei enää tarvita työnjohdon silmälläpitoa. Eikä myöskään läsnäoloa.

Pelätään, että etätöissä työntekijä pystyy liikkaa itse määrittämään, mitä tekee tai ettei hän tee lainkaan sitä mitä hänen pitäisi tehdä. Kuitenkin ratkaisevaa työnantajan kannalta on työsuoritus, ei missä se on syntynyt ja kuinka paljon siihen on käytetty aikaa, jos työnantajalle koituneet palkkakulut ovat hyväksyttävät ja työsuoritus vaadittu.

Voi siis hyvin olla, että työajan merkitys ei enää 2050 ole yhtä keskeinen kuin nyt. Työntekijät ainakin näyttävät olevan halukkaampia joustaviin työaikoihin ja etätöihön kuin työnantajat. Heistä on tullut entistä liikkuvaisempia. Nuoret työntekijät katsovat osaamisen ja taitojen tuovan turvallisuutta pikemminkin kuin pysyvän työpaikan (Mikkonen-Young 2005).

Tietotekniikan kehitykseen joka tapauksessa vaikuttaa ratkaisevasti se miten itse tekniikka kehittyy ja mitä sen sovellutuksia ihmiset ovat valmiita käyttämään. Ihmiset ovat myös kekseliäitä löytämään laitteille uusia käyttötapoja. On esimerkiksi hämmästyttävää kuinka nopeasti kännykät ovat levinneet Afrikkaan. Ihmiset, jotka eivät ole ottaneet haarukkaa käyttöön, ovat kuitenkin hyväksyneet kännykät ja käyttävät niitä monipuolisesti yhteydenpitoon ja pankki- sekä muuhun liiketoimintaan.

Ilmastopolitiikka voi vaikuttaa työhön myös työn arvostuksessa tapahtuneiden muutosten kautta. Marko Ulvila ja Jarna Pasanen esittävät, että työtä pitäisi arvostaa sen tuottaman yhteiskunnallisen hyödyn mukaisesti. Yhteiskunnallisesti hyödylliset työt ovat kuitenkin heidän mukaansa nyt huonosti palkattuja. He vetoavat arvioihin eri ammattien yhteiskunnallisesta hyödystä ja haitasta Isossa Britanniassa tehtyihin laskelmiin (NEF 2009).

Kierrätysalan työntekijän yhteiskunnallinen hyöty on 12 puntaa, sairaalan siivoojan 10 puntaa ja lastentarhanhoitajan 7–9,50 puntaa. Sen sijaan investointipankkiirin työ aiheuttaa haittaa -7 punnan, mainosalan päällikön -11 punnan ja verokonsultin -47 punnan edestä. Verokonsultin työ on erityisen haitallista, koska hänen ainoa tehtävänsä on auttaa ihmisiä kiertämään veroja.

Ilmastomuutoksen torjunta pakottaa siten miettämään, mikä työ on yhteiskunnallisesti turhaa työtä tai jopa haitallista. Tämän määrittely on tietenkin vaikeaa, ja siihen

liittyy myös vaikeita poliittisia kysymyksiä; kuka määrittelee mikä on turhaa ja mikä ei. Ympäristöjärjestöt ovat tarjonneet tällaiseksi työksi mainontaa.

Terveystietoisuudessa on jo päädytty verottamaan terveyden kannalta yhteiskunnallisesti haitallisia tuotteita kuten tupakkaa, viinaa ja jopa makeisia. Ympäristösuojelun tavoitteiden mukaista joka tapauksessa olisi, että väistämätön luonnonvarojen kulu- tus kohdistuisi sellaisiin tehtäviin, jotka ovat väestön perustarpeiden tyydyttämisen kannalta keskeisiä ja että ne suoritetaan mahdollisimman ekotehokkaasti.

Vihreä rakennemuutos, kun se alkaa koskettaa koko yhteiskuntaa kirjaimellisesti kehdosta hautaan, tarjoaa haasteita lähes kaikille työpaikoille. Se ei koske vain ”vihreitä töitä” ja vaan ekoinnovaatioiden on katettava koko elinkeinotoiminta. Tämä antaa samalla myös uusia mahdollisuuksia rakentaa työtehtävät niin, että työntekijät voivat kokea työnsä tärkeäksi ja että he voivat tehdä ympäristötekoja työpaikoillaan.

Ympäristötietoisuuden kasvu vaikuttaa myös siihen, kuinka työnhakijat erilaisia heille tarjottuja tehtäviä arvostavat. Jos yrityksen ympäristömaine on huono, niin sen voi olla tulevaisuudessa olla vaikea saada osaavaa työvoimaa. Taloudellinen ympäristöohjaus toisaalta vaikuttaa myös ympäristöä likaavan teollisuuden kykyyn maksaa hyviä palkkoja.

Oppaita, joissa selvitetään, miten voi hakeutua vihreisiin töihin tai aloittaa vihreä liiketoiminta, on jo laadittu. Niissä neuvotaan tunnistamaan vihreät työt ja niiden kehitysnäkymät ja annetaan tietoa siitä minkälaista koulutusta niissä tarvitaan (Liewellyn et al. 2009, Cassio ja Rush 2009).

On syytä korostaa, että vihreätkin työt ovat ja tulevat olemaan koko ajan liikkeessä ja kehittymään (Julkunen 2012). Kestävä kehitys ei johda onnistuessaankaan mihinkään tarkoin määriteltyyn ympäristön ja yhteiskunnan tilaan vaan dynaamiseen vuorovaikutukseen ihmiskunnan ja luonnonjärjestelmien välillä.

9.3

Kansalaispalkka ja ilmastopolitiikka

Tulevaisuudessa yhteiskunta jakautuu todennäköisesti vielä nykyistä voimakkaammin eri alakulttuureihin. Maahanmuuton kasvu lisää vielä kulttuurien määrää. Elämäntapavalintojen kirjo kasvaa, vaikka ilmastopolitiikka ja raaka-aineiden hupe- neminen asettavat sille omat tiukat ja ahtaat reunaehdot. Tämä vaikuttaa myös käytössä oleviin tekniikoihin ja niiden yhteiskunnalliseen hyväksyttävyyteen. Toden- näköisesti niin että kova high-tech ja pehmeä luonnonmukainen tekniikka kehittyvät vähähiilissä yhteiskunnassa rinta rinnan ja täydentävät toisiaan.

Ympäristötietoisuus kasvaa kaikissa kansalaisryhmissä, mutta samalla erityisesti kasvaa se ryhmä, joka haluaa ryhtyä elämään luonnonmukaisesti ja pyrkii itse mää- rittämään oman ajankäyttönsä. Tämä voi johtaa tilanteeseen, jossa osa yhteiskunnasta elää itse asiassa degrowth-liikkeen unelmoimien kohtuutalouden päämäärien mukai- sesti. Toteuttamalla kansalaispalkka, voidaan tälle luoda institutionaaliset perusteet.

Kansalaispalkkaa on tähän asti perusteltu lähinnä sillä, että koska suomalaisessa yhteiskunnassa perustoimentulo turvataan kaikille vähintään toimeentulotuen ja työttömyysturvan muodossa, niin olisi paljon yksinkertaisempaa jakaa tietty perus- turva suoraan kaikille kansalaisille. Tämä ei tulisi sen kalliimmaksi kuin nykyinen järjestelmä, koska voidaan purkaa paljon turhaa sosiaalipoliittisen tuen jakamiseen

käytettyä byrokratiaa. Motivaatio työntekoon säilyisi, koska jos haluaa enemmän kuin kansalaispalkan, on hakeuduttava työelämään. Työttömyys vähenisi, eikä työttömiä tarvitsisi enää pakkokouluttaa ammatteihin, joissa he eivät halua toimia.

Työnantajat joutuisivat kuitenkin kiinnittämään enemmän huomiota työtehtävien mielekkyyteen ja työyhteisöjen ilmapiiriin ja vastaavasti myös johtamiskäytäntöihin, jotta työnteko olisi muutenkin kuin lisääntyneiden tulojen muodossa houkuttelevampaa kuin kansalaispalkan turvaama arki. Likaisista ja raskaista töistä jouduttaisiin maksamaan kunnan palkkaa, jotta niihin saataisiin työvoimaa ja töiden keskinäinen arvostuskin näin ehkä muuttuisi.

Kansalaispalkan etuna on kuitenkin ennen kaikkea nähty, että se tarjoaisi joustavan mallin, jossa ihmiset voisivat itse päättää, koska he opiskelevat, pitävät pitempiä vapaita tai voivat ryhtyä yrittäjiksi, kun tietty perustoimentulo olisi joka tapauksessa turvattu. Kansalaispalkka mahdollistaisi myös luonnonmukaisen pienviljelyn maaseudulla ja taide- ja käsityöammattien harjoittamisen nykyistä helpommin.

Ympäristövastuullinen yritystoiminta pyrkii voiton maksimoinnin sijasta tuottamaan yhteiskunnallisesti hyödyllisiä tuotteita ja palveluja. Nämä yritykset ovat yleensä pieniä ja niiden merkitys on toistaiseksi marginaalinen. Toisaalta osuustoiminnan nousu aikanaan osoitti, että aatteellinenkin kaupallinen liike voi olla menestyvä. Kansalaispalkan toteuttaminen antaisi myös tällaiselle liiketoiminnalle aivan uusia edellytyksiä.

Arvostelijat ovat pitäneet kansalaispalkkaa kalliina ratkaisuna ja katsoneet että se heikentää työmoraalia ja vaikeuttavan yritysten työvoiman saantia. Sen on myös näin heikentävän yritysten kansainvälistä kilpailukykyä. Näin se on yksinkertaisesti sopimaton uusliberalistiseen talouteen.

Vähähiilisen yhteiskunnan kannalta kansalaispalkka tarjoaa kuitenkin mielenkiintoisen ratkaisumallin; osa yhteiskunnasta alentaa vapaaehtoisesti hiilijalanjälkeään tyytymällä alhaisempaa tulotasoon ja enempään ja joustavampaan vapaa-aikaan ja jopa joutilaisuuteen. Osa jatkaa enemmän tai vähemmän entiseen malliin, mutta maksaa korkeita ympäristöveroja, joiden tuotto suunnataan ympäristöinvestointeihin.

Utopiaako vai kehityspolku, jota kohti itse asiassa väistämättä kuljemme?

9.4

Sosiaalinen oikeudenmukaisuus

Ilmastotavoitteiden toteuttamiseen ei ole vain yhtä ainoaa oikeaa kuningastietä. Paljon riippuu siten siitä, kuinka voimakkaasti yhteiskunta pyrkii vaikuttamaan siihen, miten ilmastotavoitteet saavutetaan, millaiseksi muodostuu tuotanto- ja yhteiskuntarakenne ja millaista työtä kansalaiset tekevät. Näiden tavoitteiden saavuttamiseen tarvitaan taloudellisen ohjauksen lisäksi myös muiden ohjauskeinojen pitkäjänteistä ja suunnitelmallista käyttöä.

Ilmastopolitiikka toteutetaan osana koko yhteiskuntapolitiikkaan. Sillä on vahvoja yhtymäkohtia elinkeino-, maatalous, liikenne- ja innovaatiopolitiikkoihin. Huoltovarmuuden ja riskienhallinnan kautta se kytkeytyy myös turvallisuuspolitiikkaan. Sillä voidaan myös edistää aluepoliittisia päämääriä. Voidaan erityisesti tukea uusiutuvia energialähteitä ja hajautettua energiaa enemmänkin kuin antamalla hiilidioksidi-

päästöille hinta. Samoin voidaan yrittää ohjata ruuan kulutusta luomuun, autoilua julkisiin liikennevälineisiin ja tiivistää yhteiskuntarakennetta.

Uusiutuvien käyttö tukee sekä huoltovarmuutta että alueiden tasapuolista kehittämistä. Energiatехokkuus parantaa sekin huoltovarmuutta, jos se johtaa energian käytön vähenemiseen. Lähi- ja luomuruualla voidaan myös tukea aluepolitiikkaa.

Tähän asti työntekijät ja heidän järjestönsä eivät ole olleet aktiivisia toimijoita ympäristöpolitiikan kentässä. Kasvion (2012) haastatteleminen työpolitiikan toimijoiden mukaan kestävyysajattelulla on oma sijansa uusien työelämän ratkaisujen etsittäessä. Toisaalta töiden ekologiseen kestävyysliikkeen liittyvät kysymykset eivät ole olleet tois- taiseksi kovin vahvasti esillä edunvalvonnassa ja keskeisimmät virikkeet ovat tulleet kansainvälisten yhteyksien kautta.

Työntekijät ja heidän edustajansa ovat olleet lähinnä puolustuskannalla ja pelänneet ympäristöpolitiikan vievän työpaikkoja, estävät luonnonvarojen hyödyntämistä ja korkeiden energiaverojen muodossa laskevan palkkoja. On kannatettu ydinvoimaa ja vastustettu viherpiipertäjiä. Energiaveroja on vastustettu ja niitä on pidetty sosiaalisesti epäoikeudenmukaisina.

Tilanne on kuitenkin muuttumassa. Kansainvälisesti ammattiyhdistysliike on hakemassa itselleen ympäristöasioissa uutta roolia. Esimerkiksi Iso-Britanniassa ammattiyhdistysliike on kampanjoinut vihreiden työpaikkojen puolesta.

Toisaalta on hämmästyttävää kuinka vähän tähän asti ympäristöpolitiikassa on kiinnitetty huomiota työhön ja sen muutokseen ja kuinka heikosti työvoimapolitiikka on sitä sivunnut. Edes ympäristöpoliittisten lainsäädäntöhankkeiden ja ohjelmien vaikutusarvioiden suorittamisessa ei kiinnitetä yleensä huomiota kuin työllisyysvaikutuksiin. Osittain tämä johtuu siitä, että koska ympäristösuojelussa pitkään tärkein keino vähentää päästöjä oli puhdistustekniikan käyttö, niin tällöin vaikutukset työhön olivat yleensä melko vähäisiä. Ilmastopolitiikan myötä tilanne on kuitenkin muuttunut; hillintätoimet koskevat koko yhteiskuntaa.

Vaikutusarvioita kehitettäessä tulisi ainakin huomioida seuraavat tekijät:

- työtapaturmat,
- raskas ja yksipuolinen fyysinen tai psyykinen kuormitus,
- vaaralliset aineet,
- suuronnettomuuden riskit.

Muuttuneet ammattitaidon vaatimukset tulisi myös huomioida. Vaikutusarviointien kehittäminen ja monipuolistaminen on tärkeää, muttei yksin riitä. Tarvitaan myös näkemystä, joka yhdistää eri ympäristö- ja työpolitiikan lohkot tukemaan toisiaan.

Vastaavasti toimien oikeudenmukaisuuteen ja yhteiskunnalliseen hyväksyttävyyteen on kiinnitetty melko vähän huomiota; riittää kun on voitu osoittaa, että ympäristötoimet voidaan suorittaa kustannustehokkaasti. Näin on siitäkin huolimatta, että Natura-ohjelman ja haja-asutuksen jätevesiä koskevan asetuksen täytäntöönpanossa, on syntynyt vakavia ristiriitoja juuri näiden toimien vähäisen yhteiskunnallisen hyväksyttävyyden takia.

Vasta vihreän kasvun ja talouden politiikat ovat tuoneet työvoima- ja työllisyyskysymykset keskeisesti mukaan ympäristöpoliittisiin strategioihin. Rio +20 -huippukokouksen valmisteluissa on kytketty yhteen vihreä talous ja köyhyyden poistaminen.

Tämä nostaa erityisesti kehitysmaissa ihmisarvoisen työn keskeiseen rooliin kun mietitään, miten voidaan yhtä aikaa parantaa ympäristön tilaa ja poistaa köyhyyttä. Se korostaa ilmastopoliittisten toimien oikeudenmukaisuutta ja vaikutusta tulonjakoon myös teollisuusmaissa.

Sosiaalisen oikeudenmukaisuuden kannalta ekologisella verouudistuksella on keskeinen merkitys. Mikäli energiaveron tuotoilla vähennetään työn verotusta, on mahdollista parantaa työllisyyttä ja lieventää niitä negatiivisia työllisyysvaikutuksia, joita mahdollisesti syntyy niille energia-intensiivisille aloille, jotka eivät kunnolla pysty sopeutumaan kasvaviin energiakustannuksiin.

Kysymys oikeudenmukaisesta ilmastopoliitikasta on kuitenkin myös laajempi kuin pelkkä tulonjako eli kuka siitä taloudellisesti hyötyy ja kuka maksaa. Ennen kaikkea on kysymys siitä kuka tekee valinnat ja kuka päättää siitä tiestä, mitä pitkin vihreää taloutta tavoitellaan, kehitetään ja lähestytään. Valinnat ovat väistämättä niin syvälle koko yhteiskunnan toimintaan ja kansalaisten elämään vaikuttavia, että ne vaativat laajaa osallistumista, keskustelua ja eri vaihtoehtojen monipuolista punnintaa.

Suomessa tälle vuoropuhelulle on olemassa hyvä pohja. Ilmapiiriä on paljolti leimannut toisaalta avoimuus, luottamus ja toisaalta määräysten sekä velvoitteiden tunnollinen noudattaminen. Nämä tekijät ovat yhteydessä toisiinsa. Ympäristötiedon avoin saatavuus lisää luottamusta ja antaa kansalaisille ja järjestöille mahdollisuuden tarkistaa, että velvoitteita noudatetaan. Avoimuus tekee myös mahdolliseksi toiminnanharjoittajan suorittaman päästöjen itsetarkkailun. Tutkimukset ovat osoittaneet että ympäristötiedon hyvä saatavuus on tehostanut esimerkiksi ympäristölupajärjestelmän toimivuutta ja edesauttanut päästöjen vähentymistä.

Ympäristöpoliittisesta keskustelusta työelämän osapuolet ja kehittäjät ovat kuitenkin tähän asti olleet pitkälti ulkona. Vuoropuhelua ovat käyneet ennen kaikkia kansalaisjärjestöt, teollisuus ja viranomaiset. Lisäksi hallinnollisoikeudellisen ohjauksen hallitsevasta asemasta on ollut seurauksena, että teollisuus ja kansalaiset helposti sysäävät vastuun ympäristötavoitteiden asettamisesta yhteiskunnalle. Teollisuus yleensä vaatii viranomaisten esittämän tason laskemista ja haraa vastaan, mutta sitten kun toimet suoritetaan, ne yleensä aiheuttavat vähemmän kustannuksia kuin teollisuus on aluksi arvioinut. Kansalaiset ovat lähinnä katsoneet sivusta missä mennään. Heidän hiljainen tukensa on kuitenkin ollut välttämätön edellytys ympäristöpoliittisten toimien täytäntöönpanolle.

Tämä politiikka on tähän asti silti ollut ympäristönsuojelun kannalta melko tuloksellista, mutta sen hintana on ollut niin toimintaharjoittajien kuin kansalaistenkin melko passiivinen rooli ympäristöpolitiikan tavoitteenasettelussa. Teollisuudelta on ollut melko vähän omia kunnianhimoisia ohjelmia. Tämä ei tarkoita sitä, etteivätkö yksityiset yritykset olisi toimeenpanneet hyvinkin kunnianhimoisia toimia.

Meristö (1991) on luokitellut yrityksiä sen mukaan miten ne suhtautuvat riskinottoon:

1. Luota todennäköisyyteen (ennustaja)
 2. Valitse "paras lopputulos" (riskinottaja)
 3. Muotoile strategia, jolla selviää eri vaihtoehtoista (riskinkarttaja)
 4. Kehitä joustavuutta siltä varalta, että joku muu kuin valitsemasi skenaario toteutuu (realisti)
 5. Vaikuta omilla teoillasi niin, että valitsemasi vaihtoehto toteutuu (tulevaisuuden tekijä)
 6. Odota ja toivo (teuras)
-

Näyttää siltä, että suuri osa suomalaisista yrityksistä kuuluu ympäristönsuojelussa riskinoton suhteen luokkiin riskin karttaja tai realisti. Vain harva yritys on varsinainen tulevaisuuden tekijä. Niinpä Suomen korkea ympäristönsuojelun taso ei niinkään johdu omista ekoinnovaatioista, vaan siitä että olemme niin tunnollisia, järjestelmällisiä ja käytännöllisiä, että pystymme käyttämään energia- ja materiaalitehokkaasti ja vähin päästöin muiden kehittämiä teknisiä prosesseja, laitteita ja koneita.

Sama koskee myös ympäristötutkimusta. Olen rahoittajan ominaisuudessa lukenut satoja tutkimushakemuksia. Ne ovat olleet hyvin laadittuja, päteviä ja johtavat hyvään tutkimukseen, mutta useimmiten silti seuraavat tunnollisesti jo muiden avaamia latuja. Todella rohkeita ideoita tarjotaan ani harvoin. Voi olla että kilpailu tutkijakentässä on niin kovaa, että pelataan varman päälle. Tarjotaan sellaista jonka ajatellaan vastaavan rahoittajan tarpeita eikä uskota julkisen rahoittajan haluun ottaa riskejä.

Vai onko niin, että suomalaisten luova hulluus jostain syytä karttaa työelämää, jota hallitsee yletön tehokkuus ja rationalisointivaatimus?

Kun valtion tuottavuusongelmia todennäköisesti jatkossakin toteutetaan myös ympäristöhallinnossa ennen kaikkia vähentämällä työvoimaa, olisi entistä tärkeämpää pohtia, mitkä ympäristöriskit ovat tasoltaan ja luonteeltaan sellaisia että niitä tulee säädellä yhteisötasolla, mitkä hoituvat parhaiten kansallisen lainsäädännön kautta ja mitkä voitaisiin huoletta jättää ilman yhteiskunnan säätelyä kansalaisten ja yritysten omaehtoisen toiminnan kautta ratkaistaviksi sekä ennen kaikkea miten kehittää sellaisia ohjauskeinoja, jotka kannustavat yrityksiä, työntekijöitä ja kansalaisia ylittämään yhteiskunnan säätelemän minimitason. Erityisesti tämä koskee ilmastopolitiikkaa; yksinomaan määräyksillä ja lainsäädännöllä tavoitteita ei saavuteta.

Kannustavan ohjauksen kehittämisessä työpaikoilla on keskeinen ja tärkeä rooli. Ympäristöjärjestelmät tarjoavat pohjan yhteistyön järjestämiselle. Niiden avulla on mahdollista luoda työkulttuureita, joissa kaikki voivat tehdä työssään ympäristötekoja ja joista voi käynnistyä merkittäviä muutosprosesseja. Tarvitaan kuitenkin vielä laajempaa näkökulmaa. Tämän voisivat tarjota kestävä työn mallit ja ajattelutavat, jos ne pystyvät luomaan työorganisaatioita, joissa yhdistyy luonnonvarojen kestävä hyödyntäminen, resurssitehokkuus ja muut yrityksen ympäristöasiat osaksi työn muuttamista niin, että työntekijöillä on mahdollisuus työssä kehittää taitojaan ja kykyjään, kokea olonsa turvalliseksi ja tehdä kestäviä valintoja.

Joka tapauksessa ilman työpaikkojen aktiivista panosta ilmastopolitiikan tavoitteita on vaikea viedä eteenpäin kun päästövähennykset kiristyvät ja haasteet kasvavat.

Tämä edellyttää myös, että ilmastopolitiikan ohjauskeinoja kehitettäessä kiinnitetään työhön kohdistuviin vaikutuksiin huomiota muutenkin kuin laskemalla kansantaloudellisilla malleilla koituvia työllisyysvaikutuksia.

Polttavin oikeudenmukaisuusongelma on luonnollisesti kasvava tulonjako kuilu maailman rikkaiden ja köyhien välillä. Kehitysmaiden ympäristöpolitiikat puhuvat aina kansainvälisissä neuvotteluissa rahoituksesta ja teknologian siirrosta. Kehitysmaat pystyvät ratkaisemaan köyhyyteen liittyvät ongelmansa, jos niille annetaan riittävästi taloudellista ja teknistä apua

Kansainvälisten ympäristösopimusten syntymisen hinta on kirjaimellisesti mitavissa sinä rahasummana, jonka teollisuusmaat ovat valmiita maksamaan kehitysmaille. Myös kansalaisjärjestöt puhuvat samassa yhteydessä rahasta, siitä ympäristövelasta, jonka on syntynyt, kun teollisuusmaat ovat käyttäneet hyväkseen omiin tarkoituksiinsa maailman yhteisiä luonnonvaroja ja ekosysteemipalveluja (Hakkaraainen ja Kähönen 2010).

Talouden termin ympäristövelka tarkoittaa sitä velkaa, joka on aiheutunut, kun taloudellisen toiminnan ulkoiset kustannukset on siirretty muiden maksettavaksi. Ympäristövelka kattaa kaikki ne kustannukset, joita erilaisista ympäristöhaitoista on syntynyt, ellei niitä ole verojen tai maksujen muodossa saatettu mukaan markkinoiden piiriin. Rikkaat maat ovat jo käyttäneet valtaosan helposti hyödynnettävistä metallimalmeista ja öljystä. Ne ovat suurelta osin aiheuttaneet ilmastomuutoksen, joista köyhätkin maat joutuvat kärsimään.

Ilmastomuutos lisää sään ääri-ilmiöitä, kuivuutta, aavikoitumista ja tulvia. Kävin Beninissä 30 kilometriä pohjoiseen Gran Popon kaupungista Mono-joen varrella sijaitsevissa kylissä, joiden ongelmana olivat tulvat. Kyläläiset itse yhdistivät tulvat ilmaston muuttumiseen. Haastattelemani kyläpäällikkö kertoi:

”Tulvat alkoivat pahentua viisi vuotta sitten. Syynä oli, että sadekausien alkamisaika on muuttunut ja sataa enemmän kuin ennen. Lisääntyneet sateet ovat myös lisänneet joen yläjuoksulla olevan padon juoksutuksia.

Tulvien aiheuttama eroosio on tukkinut puroja ja näin vesi ei pääse virtaamaan pois vaan pysyy kauemmin korkealla. Tulvia on ollut ennenkin; kaksikymmentä vuotta sitten tulvat pyyhkivät mukanaan kokonaisen kylän ja ihmisiä kuoli. Jäljellä on vain savitalojen raunioita. Tulvat ovat kuitenkin tulleet pahemmiksi viime vuosina ja kestävät pitkään. Vuosittain on 2–3 tulvaa ja ne kestävät kuukauden.

Sementtitiilistä tehdyt talot kestävät tulvaa savimajoja paremminkin. Sementtitalojenkin sisälle tulvavesi virtaa ja tekee elämän hankalaksi. Vuoteet joudutaan nostamaan niin korkealle, ettei vesi ylety niihin. Talon sijainnista riippuen vettä voi olla talossa sisällä lähes metrin verran. Eläimet viedään turoaan ja pahimman tulva-ajan kokonaiset kylät elävät tien varrelle rakennetuissa teltoissa ja paikkakunnan koulussa evakossa.

Tulvaveden keskellä eläminen tuo tauteja, malariala, ripulia ja matoja. Malaria on muutenkin soisella alueella paha ongelma. Kaivoa ei voida tulvan aikana käyttää. Kyläläisten täytyy juoda joen vettä. Liikkuminen vaikeutuu. Lapset eivät pääse kouluun ja veden keskellä eläminen on hyvin vaikeaa, vaikka kalastaminen on helpompaa.

Savitaloista kärsivät heikoimmin rakennetut ja tuetut sekä matalassa paikassa olevat talot eniten. Osasta taloja on jäljellä vain savikasoja, toisista romahtivat seinät ja katot. Savi, joka on jäänyt raunioihin, voidaan käyttää uudelleen. Uuden majan tekeminen vie pari kuukautta.

Palmut eivät kärsi tulvista. Yrttipuut kestävät myös tulvia hyvin esim. akaasia. Sen sijaan muulle viljelyksille tulvat ovat ongelma. Maissi, kassava, tomaatit, chili ja banaanit ovat alueen maanviljelyksen päätuotteita palmuöljyn ohella. Satokausi vähenee lisääntyvien tulvien takia parilla kuukaudella vuodessa. Ilmaston lämpeneminen pahentaa myös kuivouksia ja kuivuus tuhoaa satoa.”

Tulvat ovat ylivoimaisesti tämän alueen pahin ongelma. Kylissä on asuttu sukupolvi-ajan, niiden ympärillä ovat palmut, viljelykset ja Voodoo-uskonnon pyhät paikat. Kylät ovat hyvin pitkälti omavaraisia ja vireitä yhteisöjä köyhyydestään huolimatta. Kylien siirtäminen paikkaan, johon tulva ei ulottuisi, tuskin on mahdollista. Jos tulvat vielä pahenevat on olemassa vaara, että monet alueen kylät tuhoutuvat. Jo nyt nuoria muuttaa kylistä pois.

Luontaistalouden takia kyläläiset oma hiilijalanjälki on mitättömän vähäinen. Koneita on vähän, ruoka tuotetaan itse ja maataloustyöt tehdään käsin. Rakennuksetkin ovat suurimmaksi osaksi savesta ja palmun oksista. Ilmastomuutoksen syntyy näiden kylien asukkaat ovat itse täysin syyttömiä.

Vaikka ympäristövelalle on yritetty laskea rahallista arvoa, niin tämän arviointi on erittäin hankalaa. Miten arvioida sen suuruus ja miten korkotaso pitäisi määrittää. Selvää kuitenkin on, että periaatteessa tällainen velka on olemassa ja että maksun aika alkaa olla käsillä.

Toisaalta perinteinen kehitysapu on ajautunut yhä enemmän ongelmiin. Kehitysapuhankkeet ovat usein epäonnistuneet, koska niiden jälkihoitoa ei ole järjestetty. Apu ei ole virrannut sinne minne sen on pitänyt, lukemattomat välikädet ovat ottaneet omansa, ja kaikkein köyhimmille on jäänyt vain murusia. Ruoka-apu on myös voinut vaikeuttanut paikallisten pienviljelijöiden asemaa; heidän on ollut vaikea saada kaupaksi omia tuotteitaan.

Jatkuva apu, on myös luonut riippuvuutta; vuodesta toiseen jatkunut kriisiapu ei enää ole kriisiapua. Ulkoinen apu myös passivoi ja heikentää pyrkimystä omavaraisuuteen; odotetaan että joku toinen tulee ja ratkaisee ongelmat.

Apu vaikuttaa myös valtasuhteisiin; avunantajana on aina vahvemmassa asemassa ja pystyy määrittelemään käytön ehdot. Apu vaikuttaa myös valtasuhteisiin apua vastaanottavan maan sisällä.

Heikko paikallisten olosuhteiden tuntemus on johtanut siihen, että hankkeet eivät ole saavuttaneet niille asetettuja tuloksia. Kehitysavun kritiikki on voimistunut ja yhä enemmän on alettu uskoa, että yksityinen pääoma tuo sittenkin lopulta parhaita tuloksia, kunhan monikansallisten yritysten toiminnalle kehitysmaissa luodaan säännöt ja eettisesti kestävä toimintatavat.

Maailman talouden kasvu on nostanut miljoonia ihmisiä köyhyydestä. Köyhien käytettävissä olevat tulot kasvavat, mutta kokonaan toinen asia on, ovatko he itse

asiassa tällöin vähemmän köyhiä kuin ennen, koska menotkin kasvavat. He joutuvat hankkimaan rahalla hyödykkeitä, jotka he tai heidän kylänsä ennen tuottivat itse.

Maailmantaloudessa on tapahtumassa joka tapauksessa voimakas muutos. Läntisten teollisuusmaiden merkitys vähenee. Kiinasta tulee johtava talousmahti parissa kymmenessä vuodessa. Nopeasti kehittyvät maat valtaavat uusia alueita maailmanmarkkinoilta. Toisaalta kansainvälisissä järjestöissä ne edelleen kuuluvat kehitysmaiden ryhmittymiin. Loputtomiin tämä kahdella pallilla istuminen ei voi jatkua. Joka tapauksessa nopeasti kehittyvien maiden merkitys myös ratkaistaessa taloudellisen eriarvoisuuden kysymyksiä tulee lähivuosina nopeasti kasvamaan.

Aika näyttää löytyykö kehitysmaille missään määrin toisenlainen talouden kehityspolku, jota teollisuusmaat ovat kulkeneet vai käykö niin, että vähitellen maaseudut ja niiden kylät tyhjenevät ja niiden väki muuttaa ja pakkautuu suurkaupunkien slummeihin. Maaseudut valtaavat suureet tehokkaat plantaasit, jotka tuottavat elintarvikkeita, biopolttoaineita ja biotalouden tarvitsemia raaka-aineita hyvin vähällä työvoimalla, mutta raskaalla ekologisella jalanjäljellä.

Vuonna 1950 maailman väestöstä asui 30 prosenttia kaupungeissa; vuonna 2050 ennustetaan että kaupunkilaisia on jo 70 prosenttia. Tällä hetkellä kaupunkien slummeissa asuu jo yli miljardi ihmistä ja määrä kasvaa koko ajan (EEA 2011).

Tämä kehitys on synnyttävät pahoja sosiaalisia ongelmia, eriarvoisuutta ja uhkia luonnon monimuotoisuudelle. Se lisää myös koko ajan uusiutumattomien luonnonvarojen kulutusta. Maailman mittakaavassa kestävä kehityksen näkemät ovat siten mitä voimakkaimmin sidoksissa kehitysmaiden maaseudun köyhien ja heidän kyliensä kohtaloon.

10 Epävarmuudet

Vuoteen 2050 ulottuvaan tarkasteluun liittyy luonnollisesti suuria epävarmuustekijöitä. Parhaiden asiantuntijoiden ennustuksetkin toteutuvat usein huonosti. Suomen itsenäisyyden juhlarahasto SITRA julkaisi vuonna 1981 teoksen "Suomen talous 2010". Teos koostui 12 huippuasiantuntijan erillisselvityksestä. Haluttiin nähdä, miltä Suomi näyttää vuonna 2010. Vain energiataloudessa ennustus osui melko oikeaan. Sen sijaan asiantuntijat eivät pystyneet ennakoimaan Neuvostoliiton hajoamista, 1990-luvun talouskriisiä, maailman suhdannevaihtelujen jyrkkenemistä, ei edes Kiinan nousua eikä Nokian maailman valloitustakaan. Ilmastomuutoksen mahdollisuuden mainitsi vain yksi asiantuntija (Roslin 2010).

Toisaalta erilaisten skenaarioiden tarkoituksaan ei ole löytää sitä polkua, joka toteutuu, vaan avata näköaloja kehityksen mahdollisuuksiin. Auttaa yhteiskuntaa kääntämään uhat mahdollisuuksiksi ja varautua pahimpaan.

Vaikka ilmaston muutoksen vaikutuksesta ilmaston lämpenemiseen vallitsee tutkijoiden keskuudessa erilaisia näkemyksiä, ei itse lämpenemistä juuri kiistetä melko vähäistä skeptikkoryhmää lukuun ottamatta. Arviot vaihtelevat lähinnä, siitä kuinka nopeasti muutos tapahtuu ja onko odotettavissa hyppäyksellisiä muutoksia. Epävarmuus kuitenkin kasvaa, kun ennakoidaan lämpenemisen vaikutusta säähän ja edelleen kun selvitetään sään muutosten vaikutusta ympäristötekijöihin ja kun tarkastellaan näiden kaikkien vaikutusta teknologiaan, tuotantoon, elinkeinorakenteeseen ja yhteiskuntaan. Koska ilmastonmuutosta ei pystytä enää pysäyttämään, on myös pystyttävä arvioimaan, miten riskinhallinnassa tulisi ottaa huomioon ilmastonmuutokseen sopeutuminen. Näin sopeutumis- ja hillintätoimet kietoutuvat toisiinsa ja sekä niiden väliset ristiriidat ja synergiat.

Toisaalta eri tekijöihin sisältyvissä epävarmuuksissa on myös eroja. Suomen väestö on todennäköisesti noin 6 miljoonaa vuonna 2050. Oleellisesti erilainen väestömäärä olisi mahdollinen vain, jos tapahtuisi todella suuria poliittisia mullistuksia tai luonnon katastrofeja. Nämäkin toki ovat mahdollisia. Infrastruktuuri on jo pääosin rakennettu. Uusia kasvukeskuksia voi syntyä, mutta näiden merkitys kokonaisuuden kannalta ei ole suuri.

VNK:n tulevaisuusselonteko korostaa tulevaisuuden ennakkointiin liittyviä epävarmuustekijöitä, vaikka käytettäisiinkin useita eri skenaarioita. Näitä selonteon mukaan voivat esimerkeiksi olla:

-
- Talouskriisi pitkittyy, pahenee ja toistuu.

Syvä talouslama leikkaisi erityisesti teollisuuden energian kulutusta, mutta näkyisi myös mm. liikenteen supistumisena. Päästöjen väheneminen laman takia helpottaisi tiukkojen päästötavoitteiden saavuttamista lyhyellä tähtäimellä. Toisaalta rahoituskriisi ja yritysten talousvaikeudet lykkäisivät investointeja uuteen teknologiaan.

-
- Päästötavoite tiukkenee.

On mahdollista, että useimmilta teollisuusmailta edellytetään jo 2030 yli 50 prosentin päästöleikkauksia ja vuosisadan puoliväliin mennessä hiilineutraalisuutta eli nettopäästöjen leikkaamista nolnaan, jos tutkimus tuo ilmi yhä hälyttävämpiä tietoja.

Toimintaympäristö ja tavoitteet muuttuvat täydellisesti, jos tilanne ryöstäytyy niin pahaksi, että joudutaan turvautumaan geoengineering-menetelmiin.

Periaatteessa on tietysti mahdollista, että ilmastoskeptikot ovatkin oikeassa, eikä ilmastomuutos etenekään niin nopeasti kuin on oletettu. Tämä voisi viedä pohjaa ja tukea ilmastopolitiikalta, mutta toisaalta energia- ja materiaalien säästön ja energiatehokkuuden merkitystä tämä ei poista; tästä pitää raaka-aineiden hupeneminen huolen.

-
- Teknologian kehitys on odotettua nopeampaa tai hitaampaa.

Jos avaintekniikoissa saavutetaan radikaali harppaus, esimerkiksi aurinkosähkön tuotannosta tulee hiililauhdetta halvempaa, voivat päästövähennystavoitteet osoittautua odotettua helpommiksi saavuttaa. Toisaalta jos sähköauton tai hii-len talteenoton ja varastoinnin kaltaiset tekniikan jäävät kaupallistumatta, niin vastaavasti mahdollisuudet saavuttaa tavoitteita vaikeutuvat.

-
- Ydinvoiman yhteiskunnallinen hyväksyttävyys vähenee äkillisesti.

Suuronnettomuus tai ydinaseiden joutuminen terroristiryhmien haltuun voisi laskea ydinvoiman poliittista hyväksyttävyyttä merkittävästi. Tällä voisi olla suuriakin vaikutuksia energia- ja ilmastopolitiikkaan.

Japanin ydinonnettomuus tulee vaikuttamaan ydinvoiman yhteiskunnalliseen hyväksyntään. Toistaiseksi vaikutus on ollut negatiivinen. Se varmasti nostaa ydinvoiman hintaa, kun turvallisuuteen joudutaan kiinnittämään enemmän huomiota, mutta vielä on liian aikaista arvioida, kuinka voimakkaasti se tulee vaikuttamaan ydinvoiman ja uusiutuvien energialähteiden välisiin hintasuhteisiin. Jos kuitenkin vaikutukset ympäristössä ei ole kovin laajoja ja merkittäviä, niin vaikka ne varmasti ovat pitkään vaikuttavia, voi olla että vähitellen ilmastomuutoksen hillintä alkaa painaa näitä säteilyriskejä enemmän. Ydinvoiman puolustajat voivat sanoa. Katsokaa pahin tapahtui, reaktorit sulivat, seuraukset olivat vakavat, mutta siitä lopulta ei seurannut mitään laajaa katastrofia, ja siitä on nyt otettu opiksi ja vastaavaa ei voi enää sattua. Tämä argumentin veto voima ainakaan nykytiedon valossa ei ole kovin vakuuttava.

Geeni- ja nanotekniikkaan liittyy suuria epävarmuustekijöitä. Jos niiden aiheuttamat työ- ja ympäristöriskit osoittautuvat erittäin vakaviksi, voi tällä olla viivästäviä vaikutuksia ainakin aurinkoenergian ja sähköautojen käyttöönottoon.

Aurinkoenergian, tuulivoiman ja hiilen talteenoton ja varastoinnin tarvitsemien laajojen järjestelmien rakentaminen kuluttaa paljon raaka-aineita, terästä ja sementtiä. Energian tuotannon lisäksi tarvitaan siirtoverkkoja ja varastoja. Uusiutuva energia vaatii myös laajoja maa-alueita. On mahdollista, että raaka-aineiden kohtuuhintainen saanti, voi tulla rakentamista rajoittavaksi tekijäksi.

Tähän voisi vielä lisätä, että paljon on kirjoitettu siitä pystytäänkö hiilivapaaan teknologiaan investoimaan niin nopeasti pääomia, että tavoitteet saavutetaan. Tarvitaan koko energiatuotannon rakennemuutosta. Toisaalta talouskriisin jälkeiset mittavat elvytyspaketit ja rahastot osoittavat, että pakon edessä ollaan valmiita sijoittamaan suuriakin pääomia.

Maailmantalouden ja -politiikan epävarmuustekijät voivat nekin aiheuttaa odottamattomia seurauksia ilmastopolitiikalle. Pystyykö Kiina esimerkiksi jatkamaan hallitusti noin 7–10 prosentin talouskasvua vuodesta toiseen? Kestääkö sen poliittinen järjestelmä väestön elintapojen ja kulutustottumusten aiheuttamia muutospaineita? Miten käy Yhdysvaltojen, kun sen maailmanpoliittinen mahtiasema väistämättä murenee. Ja entä miten käy EU:n; hajoaako se lopulta kasvettuaan liian isoksi ja vaikeasti hallittavaksi kokonaisuudeksi? Kasvaako siirtolaisuus Afrikasta ja arabimaista sellaisiin mittasuhteisiin, että se järkyttää koko maailmanpolitiikkaa? Pystytäänkö ydinaseiden leviämistä estämään?

11 Kirjallisuutta

- Ahonen, I., Liukkonen, T. (2008) Pellettivarastojen ilman epäpuhtaudet ja niiden aiheuttamien vaarojen ehkäiseminen. Työympäristötutkimuksen raporttisarja. 32, Työterveyslaitos, Helsinki.
- Alaja, T. (2007) Ympäristövahingot ja niiden kustannukset vuosina 2000–2005, Suomen ympäristökeskuksen raportteja 1/2007, Suomen ympäristökeskus, Helsinki.
- Ayres, R. U. (1996) Eco-Thermodynamics: Economics and The Second Law, INSEAD working papers, INSEAD, Fontainebleau.
- Ayres, R. U., Warr, B. (2009) The Economic Growth Engine: How Energy and Work Drive Material Prosperity, Edward Elgar.
- Bennett-Woods, D. (2008) Nanotechnology – Ethics and Society, CRC Press, Boca Raton.
- Berg, A. (2012) The Multiple Faces of a Sustainability Strategy: Analysing Finland's Programme to Promote Sustainable Consumption and Production, Kuluttajatutkimuskeskus, Helsinki.
- Cassio, J., Rush, A. (2009) Green Careers, Choosing Work for a Sustainable Future, New Society Publishers, Gabriola Island.
- Currell, S. (2009) New insights into public perceptions, Nature Nanotechnology, Vol 4, February 2009.
- Burkett, P., Forster, J. B. (2006) Metabolism, energy, and entropy in Marx's critique of political economy: Beyond the Podolinsky Mynt, Theory and Society, 35: 109–156.
- Chen, H. (2010) Green and Healthy Jobs, CPWR, University of California at Berkeley.
- Daly, H. (1996) Beyond the Growth, The Economics of Sustainable Economics, Beacon Press, Boston.
- Daly, H. (2008) A Steady-State Economy – A Failed growth economy and a steady-state economy are not the same thing; they are the very different alternatives we face, Sustainable Development Commission, UK (April 24, 2008).
- Dogherty, P., Kira, M., Shani, A. (2009) Creating Sustainable Work Systems: Developing Social Sustainability, Routledge, London.
- Eduskunta (2010) Tulevaisuusvaliokunnan lausunto 4/2010 vp, Eduskunta– valtiopäiväasiakirjat.
- EEA (2001) Late lessons from early warnings: the precautionary principle 1896–2000. European Environmental Agency, Copenhagen.
- EEA (2010) Mapping the impacts of natural hazards and technological accidents in Europe, An overview of the last decade, European Environmental Agency, Copenhagen.
- EEA (2011), Earnings, jobs and innovation: the role of recycling in a green economy, European Environmental Agency, Copenhagen.
- EEA (2011) Environmental tax reform in Europe: implications for income distribution, European Environmental Agency, Copenhagen.
- Ehrenfeld, J. (2008) Sustainability by design, Yale University Press, New Haven.
- Energiatoteollisuus (2010) Haasteista mahdollisuuksia – sähkön ja kaukolämmön hiilineutraali visio vuodelle 2050, Energiatoteollisuus, Helsinki.
- European Agency for Safety and Health at Work (2006) Promoting occupational safety and health in the EU, Research seminar 1–2.12.2005, FORUM 15, European Agency for Safety and Health at Work.
- European Agency for Safety and Health at Work (2006), The human machine interface as an emerging risk, European Agency for Safety and Health at Work.

- European Agency for Safety and Health at Work (2009) European Risk Observatory / Literature Review, Workplace exposure to nanoparticles, European Agency for Safety and Health at Work.
- European Agency for Safety and Health at Work (2010) Foresight of New and Emerging Risks to Occupational Safety and Health Associated with New Technologies in Green Jobs by 2020, European Agency for Safety and Health at Work.
- EU Commission (2009) Science for Environment Policy, Special Issue, Nanomaterials.
- EU:n komissio (2011) Komission tiedonanto, Etenemissuunnitelma – siirtyminen kilpailukykyiseen vähähiiliseen talouteen vuonna 2050.
- Euroopan työterveys- ja työturvallisuusvirasto (2009) Työterveyden ja turvallisuuden uudet riskit, Euroopan työterveys- ja työturvallisuusvirasto.
- Euroopan ympäristökeskus (2011) Ympäristösignaalit 2011 – Globalisaatio, ympäristö ja ihminen, Euroopan ympäristökeskus, Kööpenhamina.
- Gaia Consulting (2010) Suomelle kilpailukykyä älyenergiasta, WWF, Helsinki.
- Georgescu-Roegen, N. (1971) The Entropy Law and the Economic Process, Harvard University Press: Cambridge, Massachusetts.
- Georgescu-Roegen, N. (1975) Energy and Economic Myths, Pergamon Press, New York.
- GHK Consulting (2007) Links between the environment, economy and jobs, GHK Consulting, London.
- Giddens, A. (2009) The politics of Climate Change, Policy, Cambridge.
- Goodall, C. (2008) Ten Technologies to Fix Energy and Climate, Green Profile, Surrey.
- Gulen, G. (2010) Defining, Measuring and Predicting Green Jobs, Copenhagen Consensus Center.
- Hakkarainen, O., Kähkönen, M. (2010) Kenen ilmasto? Into Kustannus, Helsinki.
- Hansen, J. (2009) Storms of my grandchildren – The truth about the coming climate catastrophe and our last chance to save humanity, Bloomsbury, London.
- Hascic, I., Johnstone, N., Watson, F., Kaminker, C. (2010) Climate Policy and Technological Innovation and Transfer – An Overview of Trends and Recent Empirical Results, OECD Environment Working Papers N0. 30, OECD, Paris.
- Heikkilä, T. (2010) Aurinkosähköä Beninin viidakkokyläin, Hankkeen arviointiraportti.
- Heinonen, R., Peltola, T., Valve, H. (2008) Nanoteknologia ja julkisvalta, Suomen ympäristökeskuksen raportteja 31/2008, Suomen ympäristökeskus, Helsinki.
- Heinonen, S., Keskinen, A., Ruotsalainen, J. (2011) Riihi – Radikaalit innovaatiot ilmastomuutoksen hillitsemiseksi, TUTU-ejulkaisuja 4/2011.
- Heiskanen, E., Jalas, M., (2011) Käyttäjät kestävien innovaatioiden kehittäjinä, Joutsenvirta, M., Halme, M., Jalas, M., Mäkinen, J. (Toim.) Vastuullinen liiketoiminta kansainvälisessä maailmassa, Gaudeamus, Helsinki.
- High-level Panel on Global Sustainability (2012), Resilient People, Resilient Planet: A future worth choosing.
- Honkasalo, A. (2004) Työ ja ekotehokkuus, Suomen ympäristö 685, Ympäristöministeriö, Helsinki.
- Honkasalo, A., Work and Eco-Efficiency: opportunities and limitations, Progress in Industrial Ecology, Vol 4, No 6, 2007.
- Honkasalo, A., Rouhinen, S. (2010) Ekosysteemipalvelut ja ympäristönsuojelu, Hiedanpää, J., Suvantola, L., Naskali, A. (Toim.) Hyödyllinen luonto – ekosysteemipalvelut hyvinvointimme perustana, Vastapaino.
- Honore, C. (2010) Slow – Elä hitaammin -Manifesti verkkaisen elämän puolesta, Bazar, Helsinki.
- IEA (2010), World Energy Outlook 2010, OECD/IEA, Paris.
- ILO (2009) The Green Jobs – Programme of the ILO, International labour office, Turin.
- ILO (2010) Emerging risks and new patterns of prevention in the changing world of work, International labour office, Geneva.
- Isomäki, R. (2008) 34 tapaa estää maapallon ylikuumeneminen, Print-it, Liettua.
- Itävaara, M., Linder, M., Kauppinen, E. (2008) Nanomateriaalien mahdollisuudet ja riskit, Eduskunnan tulevaisuusvaliokunta- Teknologian arviointeja 26, Eduskunta, Helsinki.
- Jokinen, P., Mononen, T., Sairinen, R., Kilpailu maankäytöstä kiristyy, miten käy ruokaturvan? (2011) Donner-Amnell, J., Miina, S., Pykäläinen, J., Tuuva-Hongisto, S. (Toim.) Maailma haastaa – Metsä tulevaisuuden ratkaisuihin, Itä-Suomen yliopisto, Tampere.
- Jones, R. (2004) Soft Machines – Nanotechnology and Life, Oxford University Press, New York.
- Journal of Cleaner Production (2010) Growth, Recession or Degrowth for Sustainability and Equity, Vol 18, Issue 6.

- Julkunen, R. (2012) Työ- Kestävyyksien leikkauskohdassa, Pohjola, A., Särkelä, R. (Toim.) Sosiaalisesti kestävä työ, Sosiaali- ja terveysturvan keskusliitto ry, Helsinki.
- Kajosaari, J., (2011) Netcyclers – netti kierrätyksellä kohti kestävämpää kulutusta?, Harju-Autti, P., Neuvonen, A. (Toim.) Ympäristötietoisuus, Rakennustieto, Helsinki.
- Kasvio, A., Räikkönen, T. (2010) Löytyykö työstä koherenssia? Yhteenveto Työsuojelurahaston tukemana Työterveyslaitoksella 2008–2010 toteutetun tutkimushankkeen tuloksista. Työterveyslaitos 30.4. 2010.
- Kasvio, A. (2012) Kestävä työ: Ideasta käytännön ohjenuoraksi, Työpoliittinen aikakauskirja 1/2012.
- Kauppila, P., Räisänen, M., Myllyoja, S. (2011) Metallikaivostoiminnan parhaat ympäristökäytännöt, Suomen ympäristö 29/2011, Suomen ympäristökeskus, Helsinki.
- Keskitalo, J. (2011) Ihmiskunnan energiakriisi, Gaudeamus, Tallina.
- Kira, M. (2010) Sustainable work systems, Työn tuuli 1/2010.
- Kopomaa, T. (2008) Leppoistamisen tekniikat, Like, Helsinki.
- Lafarque, P. (2009) Oikeus laiskuuteen, Sosialismin kirjasto, Sosialismi net, Tampere.
- Latouche, S. (2010) Jäähyväiset kasvulle, Into, Helsinki.
- Liewellyn, A., Hendrix, J., Golden, K. (2008) Green Jobs – A Guide to Eco-Friendly Employment, Adams, Avon.
- Liikenne- ja viestintäministeriö (2010) Viestintäteknologian ja palveluiden sähköistämisen päästövaikutukset, Liikenne- ja viestintäministeriö, julkaisuja 12/2010.
- Lindroos, T. (2012) Soimakallio, S., Savolainen, I., Arvioita uusiutuvan energian lisäämisen vaikutuksesta Suomen kasvihuonekaasupäästöihin ja kansantalouteen, VTT Technology 11, VTT, Espoo.
- Lovio, R., Nissilä, H. (2011) Ilmastonmuutoksen hillitseminen liiketoiminnan muutosvoimana, Joutsenvirta, M., Halme, M., Jalas, M., Mäkinen, J., (Toim.) Vastuullinen liiketoiminta kansainvälisessä maailmassa, Gaudeamus, Helsinki.
- Martinkauppi, K. (2010) ERA 17 – Energiaviisaan rakennetun ympäristön aika 2017, Ympäristöministeriö, Sitra, Tekes, Helsinki.
- Martinez-Alier, J. (2009) Socially Sustainable De-growth, Development and Change, Vol. 40, 6.
- Mattila, T., Myllymaa, T., Seppälä, J., Mäenpää, I. (2011) Materiaalitehokkuuden parantaminen ja jätteiden vähentämisen ympäristöinnovaatioiden tarpeet, YMra 3/2011, Ympäristöministeriö, Helsinki.
- Mathuna, D., (2009) Nanoethics – big ethical issues with a small technology, Continuum, New York.
- Meristö, T. (1991) Skenaariotyöskentely yritysten johtamisessa, Acta Futura Fennica, VAQPK-Kustannus.
- Metsäteollisuus (2012) Biotalousella vähähiiliseen tulevaisuuteen – Eurooppalainen metsäteollisuus vuonna 2050, Metsäteollisuus ry, Helsinki.
- Mikkonen-Young, L. (2005) Työn tulevaisuus, Pääkaupunkiseudun julkaisusarja PJS, YTV Helsinki.
- Musee, N. (2011) Nanowastes and the environment: Potential new waste management paradigm, Environmental International 37.
- Nef (2009) A Bit Rich – Calculating the Real Value to Society of Different Professions. New Economics Foundation, London.
- Nef (2010) Growth isn't possible, Why we need a new economic direction, New Economics Foundation, London.
- Netherlands Environmental Assessment Agency (2009) Getting into the Right Lane for 2050, Netherlands Environmental Assessment Agency, Bilthoven.
- NIOSH (2009) Summary of the Making Green Jobs Safe Workshop, December 14–16, 2009.
- Nylund, P.-O. (2011) Sähköautojen tulevaisuus Suomessa – Sähköautot liikenne- ja ilmastopolitiikan näkökulmasta, Liikenne- ja viestintäministeriö, julkaisuja 12/2011.
- OECD (2009) Eco-Innovation in Industry – Enabling Green Growth, OECD, Paris.
- OECD (2010) Greener and Smarter – ICT's, the Environment and Climate Change, OECD, Paris.
- OECD (2011) Towards Green Growth, OECD Paris.
- Perkiö, S. (2009) Eduskunta aloite. LA 19/2009: Laki vesistöön johdatettavan lämpöenergian verottamisesta.
- Priha, E., Linnainmaa, M., Salo, A. (2009) Jätehuoltoalan riskiprofiili, Työterveyslaitos, Helsinki.

- Rikkonen, P., Aakkula, J., Grönroos, J., Haapala, H., Manni, J., Pyykkönen, S., Tapio, P. (2006) Ennakoiden kohti kestäväää maataloutta – ympäristöteknologian tulevaisuudet mahdollisuudet maataloudessa vuoteen 2025, MTT:n selvityksiä 116, Helsinki.
- Roslin, B. (2010) Ennustuksesta jälkiviisauteen, Sitran raportteja 86.
- Rees, M. (2003) *Our Final Century, Will Civilisation Survive The Twenty-First Century*, Arrow Books, London.
- Rättö, H. (2009) Hyvinvointi ja hyvinvoinnin mittaaminen, Tilastokeskus, Tutkimuksia 250.
- Ruska, M., Kiviluoma, J., Koreneff, G. (2010) Sähköautojen laajan käyttöönoton skenaarioita ja vaikutuksia sähköjärjestelmään, VTT Working Papers 155. Espoo.
- Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks, SCENIHR (2008) *Risk Assessment of Products of Nanotechnology*, European Commission, Directorate for Health& Consumers.
- Schumacher, E. (1974) *Small is beautiful*, Abacus, Glasgow.
- Seppälä, J., Mäenpää, I., Koskela, S., Mattila, M., Nissinen, A., Katajajuuri, J.-M., Härmä, T., Korhonen, M.-R., Saarinen, M., Virtanen, Y. (2009) Suomen kansantalouden ympäristövaikutusten arviointi ENVIMAT-mallilla, Suomen ympäristö, Suomen ympäristökeskus, Helsinki.
- Shatkin, A. (2008) *Nanotechnology – Health and Environmental Risks*, CRC Press, Boca Raton.
- SITRA (2006) *Ympäristöteknologian ennakointi – taustoja ja puheenvuoroja*, toim. Laura Järvinen, Edita, Helsinki.
- SITRA (2011) *Distributed Bio-Based Economy – Driving Sustainable Growth*, SITRA, Helsinki.
- Suomalainen, S., Hakkarainen, T. (2008) *Nanoteknologia ja ympäristönsuojelu*, Ympäristöministeriön raportteja 11/2008. Ympäristöministeriö.
- Svensson, L., Aronsson, G., Randle, H., Eklund, J. (2007) *Hållbart arbetsliv*, Gleerups, Malmö.
- Sähköautojen sähköturvallisuus, <http://sahkoautot.fi>.
- TEK&UIL (2009) *Insinöörien ympäristöohjelma*, Tekniikan Akateemisten Liitto, Helsinki.
- Tier, S., Pikkarainen, T., Kujanpää, L., Tsupari, E., Kärki, J., Arasto, A., Aatos, S. (2011) *Hiilidioksidin talteenotto ja varastointi (CCS)*, VVT Working papers 161, VTT, Espoo.
- Työ ja elinkeinoministeriö (2009) *Sähköajoneuvoista merkittävä vientiala vuoteen 2020 mennessä*. Utiskirje 6.8. 2009
- Työ ja elinkeinoministeriö (2009) *Energiatohokkuustoimikunnan mietintö: Ehdostus energiansäästön ja energiatohokkuuden toimenpiteiksi*.
- Työ ja elinkeinoministeriö (2010) *Pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastategia*, Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle.
- Työ ja elinkeinoministeriö (2010) *Älykäs ja vastuullinen luonnonvaratalous* – Valtioneuvoston luonnonvaraselonteko eduskunnalle, 69/2010.
- Työterveyslaitos (2010) *Työ ja terveys Suomessa 2009*, Työterveyslaitos, Helsinki.
- Ulvila, M., Pasanen, J. (2010) *Vihreä uusjako – Fossiilikapitalismista vapauteen*, Like, Helsinki.
- UNEP (2008) *Green jobs: Towards decent work in sustainable low-carbon world*. UNEP/ILO/IOE/TUC report, Nairobi.
- UNEP (2009) *Assessing Biofuels – Towards sustainable production and use of resources*, International Resource Panel, UNEP, Nairobi.
- UNEP (2010a) *Priority Products and Materials*, International Resource Panel, UNEP, Nairobi.
- UNEP (2010b) *Metal Stock in Society – A Scientific synthesis*, International Resource Panel, UNEP, Nairobi.
- UNEP (2011a) *Decoupling natural resource use and environmental impacts from economic growth*, International Resource Panel, UNEP, Nairobi.
- UNEP (2011b) *Towards a Green Economy – Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication*, Nairobi.
- Valtioneuvoston kanslia (2010) *Yhdessä ja erikseen – Maailma ja Suomi 2010-luvulla*, Valtioneuvoston kanslian julkaisuja 33/2009, Helsinki.
- Valtioneuvoston kanslia (2010) *Biotalous Suomessa – Arvio kansallisen strategian tarpeesta*, Valtioneuvoston kanslian julkaisuja 15/2010, Helsinki.
- Vehmas, J. (2011) *Energian ja energiapolitiikan kehitysnäkymiä*, Donner-Amnell, J., Miina, S., Pykäläinen, J., Tuuva-Hongisto, S. (Toim.) *Maailma haastaa – Metsä tulevaisuuden ratkaisuisissa*, Itä-Suomen yliopisto, Tampere.
- Victor, P. (2008) *Managing without Growth. Slower design, Not disaster*, Edward Elgar, Cheltenham.

- Victor, P. (2010) Ecological economics and economic Growth, *Annals of The New York Academy of Sciences*, 1185.
- von Weizsäcker, E., Hargroves, K., Smith, M., Desha, C., Stasinopoulos, P. (2010): *Factor 5, Transforming the Global Economy through 80% Improvements in Resource Productivity*, London.
- Wessberg, N. (2007) *Teollisuuden häiriöpäästöjen hallinnan kehittämistarpeet*, VVT Publications 650, Edita, Helsinki.
- Whitfield, S., Ross, E., Dun, A., Dietz, T. (2009) The Future of Nuclear Power: Value Orientations and Risk Perception, *Risk Analysis*, Vol. 29, No 2.
- Virno, P. (2006) *Väen kielioppi*, Tutkijaliitto, Helsinki.
- World Economic Forum (2012) *More with Less: Scaling Sustainable Consumption and Resource Efficiency*.
- Worldwatch Institute (2008) *Green Jobs: Working for People and the Environment*, Worldwatch Institute, Wastington.
- Worldwatch Institute (2010) *State of The World 2010*, Worldwatch Institute, Wastington.
- Worldwatch Institute (2012) *Coming Clean: The Global Cleantech Innovation Index 2012*, Worldwatch Institute.

KUVAILELEHTI

Julkaisija	Ympäristöministeriö Ympäristönsuojelunosasto		Julkaisu-aika Toukokuu 2012	
Tekijä(t)	Antero Honkasalo			
Julkaisun nimi	Vihreä talous ja vihreät työt			
Julkaisusarjan nimi ja numero	Suomen ympäristö 22 2012			
Julkaisun teema	Ympäristönsuojelu			
Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut				
Tiivistelmä	<p>Selvityksessä tarkastellaan vihreästä taloudesta ja vihreistä töistä käytyä keskustelua kansainvälisissä järjestöissä (OECD, EU, UNEP) sekä Suomen talouden vihreää rakennemuutosta ja sellaisia ilmastomuuton hillintää tehostavia teknologioita, joiden voidaan odottaa tulevan otetuksi käyttöön Suomessa vuoteen 2050 mennessä. Erityistä huomiota on kiinnitetty siihen, miten kansalaisten riskikäsitteet ja niiden kehitys vaikuttavat ilmastopoliittisten toimien yhteiskunnalliseen hyväksyttävyyteen. Suomi tulee säilymään luonnonvaroja jalostavana maana, jonka teollisuudesta huomattava osa on energia- ja materiaali-intensiivistä metsä- ja kaivos- sekä metalliteollisuutta.</p> <p>Työhön on vaikutusta erityisesti seuraavilla tekijöillä:</p> <ul style="list-style-type: none"> • energian tuotanto perustuu lähinnä uusiutuvien energialähteiden, bio-, tuuli- ja aurinkovoiman hyödyntämiseen • hajautettu energiantuotanto lisää korjaus- ja huoltotöitä • energia- ja materiaalitehokkuuteen kiinnitetään suurta huomiota; päästöt vähenevät myös työympäristössä • korjaus- ja puurakentaminen lisääntyvät; uudet talot tuottavat energiaa • jätteiden hyötykäyttö lisääntyy; entiset kaatopaikat muuttuvat kaivoksiksi • luomu- ja geeniruuan tuotanto lisääntyy • sähköautot otetaan käyttöön • geeni- ja nanoteknologian käyttö lisääntyy voimakkaasti; käyttöönottoa perustellaan ympäristösyillä • työajan ja -paikan merkitys vähenee; virtuaalitoimistot ja etätöy valtaavat alaa • tuotteista pyritään tehdä kestäviä, uudelleen käytettäviä ja sopivia yhteiskäyttöön; korjaus- ja huoltotehtävät lisääntyvät <p>Työsuojeluongelmia liittyy erityisesti bioenergian tuotantoon, korjausrakentamiseen ja jätehuoltoon. Nano- ja bioteknologian riskit sekä vaaralliset aineet vaativat erityistä huomiota; niihin sovelletaan varovaisuusperiaatetta. Vihreät talouden ja työn raportit suhtautuvat yleensä hyvin positiivisesti mahdollisuuteen luoda ympäristöpolitiikan avulla uusia työpaikkoja. Työllisyysvaikutukset voivat kuitenkin lopulta osoittautua vähäisemmiksi kuin rohkeimmissa ennusteissa on arvioitu. Energiantuotannossa tarvitaan vähän työvoimaa kansantalouden mittakaavassa, vaikka energia tuotettaisiinkin uusiutuvista energialähteistä. Suuremman vaikutuksen työvoimaan tuo kulutuksen muuttaminen vähähiiliseksi. Tällöin vaikutetaan aloihin, joiden työllistävä vaikutus on suuri kuten rakentaminen, liikenne ja koko elintarviketuotanto. Työn muutosta ilmastopoliittikan vaatimusten kiristyessä tulee käsitellä tuotantorakenteen muutoksen ohella myös kulutuksen näkökulmasta.</p>			
Asiasanat	Vihreä talous, vihreät työ, ekoinnovaatio, työolosuhteet, työperäiset riskit			
Rahoittaja/ toimeksiantaja				
	ISBN 978-952-11-4035-8 (nid.)	ISBN 978-952-11-4036-5 (PDF)	ISSN 1238-7312 (pain.)	ISSN 1796-1637 (verkkoy.)
	Sivuja 140	Kieli suomi	Luottamuksellisuus julkinen	
Julkaisun myynti/ jakaja	Edita Publishing Oy, PL 780, 00043 EDITA Asiakaspalvelu: puh. 020 450 05, faksi 020 450 2380 Sähköposti: asiakaspalvelu.publishing@edita.fi www.edita.fi/publishing			
Julkaisun kustantaja	Ympäristöministeriö			
Painopaikka ja -aika	Edita Prima Oy, Helsinki 2012			

PRESENTATIONSBLAD

Utgivare	Miljöministeriet Miljövårdsavdelningen	Datum Maj 2012		
Författare	Antero Honkasalo			
Publikationens titel	Vihreä talous ja vihreät työt (Grön ekonomi och grönt arbete)			
Publikationsserie och nummer	Miljön i Finland 22 2012			
Publikationens tema	Miljövård			
Publikationens delar/ andra publikationer inom samma projekt				
Sammandrag	<p>I den här rapporten granskas den debatt som internationella organisationer (OECD, EU, UNEP) fört om grön ekonomi och grönt arbete. I rapporten studeras också den gröna strukturförändringen i Finlands ekonomi och sådana tekniker för ett effektivare stävande av klimatförändringen som kan väntas börja tillämpas i Finland senast år 2050. Särskild uppmärksamhet har fästs vid hur medborgarnas riskuppfattningar, och utvecklingen av dem, inverkar på hur klimatpolitiska åtgärder accepteras i samhället. Finland kommer att fortsätta vara ett land som förädlar naturresurser och där en betydande del av industrin är energi- och materialeffektiv skogs-, gruv- och metallindustri.</p> <p>I synnerhet följande faktorer har en inverkan på arbetet:</p> <ul style="list-style-type: none"> • energiproduktionen baserar sig främst på utnyttjandet av förnybara energikällor; bioenergi, vind- och solkraft • det fästs stor vikt vid energi- och materialeffektivitet; utsläppen minskar också i arbetsmiljön • andelen ombyggnad och byggande i trä ökar; nya hus producerar energi • återvinningen av avfall ökar; tidigare avstjälningsplatser blir gruvor • produktionen av ekologisk och genförändrad mat ökar • elbilar tas i bruk • användningen av gen- och nanoteknik ökar kraftigt; användningen motiveras med miljöskäl • arbetstidernas och arbetsplatsens betydelse minskar; virtuella kontor och distansarbete vinner terräng • man strävar efter att göra hållbara och återvinningsbara produkter som lämpar sig för sam användning; mer arbete inom reparation och underhåll <p>Problem i anslutning till arbetarskyddet uppkommer särskilt inom bioenergiproduktion, ombyggnad och avfallshantering. Riskerna med nano- och bioteknik samt farliga ämnen kräver särskild uppmärksamhet. På dessa tillämpas försiktighetsprincipen.</p> <p>Rapporter i ämnet grön ekonomi och grönt arbete förhåller sig i allmänhet mycket positivt till möjligheten att skapa nya arbetsplatser med miljöpolitikens hjälp. Sysselsättningseffekterna kan trots allt i slutändan visa sig vara mindre än vad som uppskattats i de allra djärvaste prognoserna. Med samhällsekonomiska mått behövs lite arbetskraft inom energiproduktionen, även i de fall energi produceras med förnybara energikällor. Det att konsumtionen blir allt mer kolsnål har större inverkan på arbetskraften. Då påverkas branscher med hög sysselsättande effekt, t.ex. byggande, trafik och hela livsmedelsproduktionen. I takt med att de klimatpolitiska kraven blir allt hårdare bör arbetets förändrade karaktär behandlas inte bara med tanke på förändringarna i produktionsstrukturen utan även ur konsumtionssynvinkel.</p>			
Nyckelord	grön ekonomi, grön arbete, arbetsförhållanden, ekoinnovation, arbetsrelaterade riskfaktorer			
Finansiär/ uppdragsgivare				
	ISBN 978-952-11-4035-8 (hft.)	ISBN 978-952-11-4036-5 (PDF)	ISSN 1238-7312 (print)	ISSN 1796-1637 (online)
	Sidantal 140	Språk Finska	Offentlighet Offentlig	
Beställningar/ distribution	Edita Publishing Ab, PB 780, 00043 EDITA Kundtjänst: tfn +358 20 450 05, fax +358 20 450 2380 Epost: asiakaspalvelu.publishing@edita.fi www.edita.fi/publishing			
Förläggare	Miljöministeriet			
Tryckeri/tryckningsort och -år	Edita Prima Ab, Helsingfors 2012			

DOCUMENTATION PAGE

<i>Publisher</i>	Ministry of the Environment Environmental Protection Department		<i>Date</i> May 2012	
<i>Author(s)</i>	Antero Honkasalo			
<i>Title of publication</i>	Vihreä talous ja vihreät työt (Green Economy and Green Jobs)			
<i>Publication series and number</i>	The Finnish Environment 22 2012			
<i>Theme of publication</i>	Environmental Protection			
<i>Parts of publication/ other project publications</i>				
<i>Abstract</i>	<p>This report looks at discussions on a green economy and green jobs in international organizations such as the OECD, EU and UNEP. It also studies the structural change in the green economy in Finland and how this change will be brought forward by the year 2050 through low carbon technology and innovations. It draws special attention to how citizens' perception of risks and their development impact the approval and acceptance of climate policies and measures.</p> <p>Finland will continue to be a country that utilises natural resources, and where a large part of its industrial sector will be energy- and material-intensive forest, mining and basic metal industries.</p> <p>The following factors will have an impact on work:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energy production is mainly based on renewable energy sources such as bio-, wind and solar power • Energy and material efficiency are important targets; emissions will decrease also in work places • Repairs and wood-based building will increase; new houses will produce energy • Reuse will increase; former waste disposal sites will function as mines • Organic and GMO foodstuffs will become popular • Electric and hybrid cars will take over the markets • Environmental applications of gene- and nanotechnology will become widely used - Physical workplaces and strictly controlled working times will lose their importance; virtual offices and remote work become popular • Products will be produced to last, with renewable usage in mind, and repair and maintenance of products will become more common <p>Occupational health and safety issues are of paramount importance especially in bio-energy production, repair and maintenance work, as well as waste management. Especially nano- and biotechnology and hazardous chemicals require careful risk management; the precautionary principle is applied to them.</p> <p>Studies on a green economy and green jobs usually look very positively at the possibilities of creating new jobs through environmental policies. Employment estimates done in the past may, however, have been overly optimistic. Energy production, even when produced through renewable energy, does not require a large workforce in the context of the national economy. A stronger impact on employment comes when making consumption low carbon. Changing consumption patterns affects big industries with high employment rates, such as construction, transport and food production. Thus, the change in work must be seen not only in relation to changes in production structures, but also from the viewpoint of consumption.</p>			
<i>Keywords</i>	Green economy, green jobs, eco-innovation, work conditions, occupational health and safety risks			
<i>Financier/ commissioner</i>	Ministry of the Environment			
	ISBN 978-952-11-4035-8 (pbk.)	ISBN 978-952-11-4036-5 (PDF)	ISSN 1238-7312 (print)	ISSN 1796-1637 (online)
	<i>No. of pages</i> 140	<i>Language</i> Finnish	<i>Restrictions</i> For public use	
<i>For sale at/ distributor</i>	Edita Publishing Ltd, PO Box 780, FI-00043 EDITA Customer service: tel. +358 20 450 05, fax +358 20 450 2380 Mail orders: asiakaspalvelu.publishing@edita.fi www.edita.fi/publishing			
<i>Financier of publication</i>	Ministry of the Environment			
<i>Printing place and year</i>	Edita Prima Ltd. Helsinki 2012			

Selvityksessä tarkastellaan vihreästä taloudesta ja vihreistä töistä käytyä keskustelua kansainvälisissä järjestöissä (OECD, EU, UNEP) sekä Suomen talouden vihreää rakennemuutosta ja niitä ilmastonmuuton hillintää tehostavia teknologioita, joiden voidaan odottaa tulevan otetuksi käyttöön vuoteen 2050 mennessä. Erityistä huomiota on kiinnitetty siihen, miten kansalaisten riskikäsitykset ja niiden kehitys vaikuttavat ilmastopoliittisten toimien yhteiskunnalliseen hyväksyttävyyteen.

Tältä pohjalta arvioidaan, miten työ ja työolosuhteet tulevat muuttumaan. Vihreät talouden ja työn raportit suhtautuvat yleensä hyvin positiivisesti mahdollisuuteen luoda ympäristöpolitiikan avulla uusia työpaikkoja. Työllisyysvaikutukset voivat kuitenkin lopulta osoittautua vähäisemmiksi kuin rohkeimmissa ennusteissa on arvioitu. Energiantuotannossa tarvitaan vähän työvoimaa kansantalouden mittakaavassa, vaikka energia tuotettaisiinkin lähinnä uusiutuvista energialähteistä. Suuremman vaikutuksen työvoimaan tuo kulutuksen muuttaminen vähähiiliseksi. Tällöin vaikutetaan aloihin, joiden työllistävä vaikutus on suuri kuten rakentaminen, liikenne ja koko elintarviketuotanto. Työn muutosta ilmastopoliitiikan vaatimusten kiristyessä tuleekin käsitellä tuotannon muutoksen ohella myös kulutuksen näkökulmasta.



Ympäristöministeriö
Miljöministeriet
Ministry of the Environment

Myynti: Edita Publishing Oy
Asiakaspalvelu:
PL 780, 00043 EDITA
puh. 020 450 05, faksi 020 450 2380
asiakaspalvelu.publishing@edita.fi
www.edita.fi/netmarket

ISBN 978-952-11-4035-8 (nid.)

ISBN 978-952-11-4036-5 (PDF)

ISSN 1238-7312 (pain.)

ISSN 1796-1637 (verkkok.)