

Sirkka Heinonen - Pirkko Kasanen - Mari Walls

Ekotehokas yhteiskunta

Haasteita luonnon ja ihmisen systemien yhteensovittamiselle

Ympäristöklusterin kolmannen ohjelmakauden esiselvitysraportti



HELSINKI 2002



Painotuote

*Julkaisu on saatavana myös Internetistä:
<http://www.ymparisto.fi/palvelut/julkaisu/elektro/sy598/sy598.htm>*

*Suomen ympäristö 598
Ympäristöministeriö
Ympäristönsuojeluosasto*

Taitto: Marjatta Naukkarinen

*ISSN 1238-7312
ISBN 952-11-1312-X (nid.)
ISBN 952-11-1313-8 (PDF)*

Edita Prima Oy

Helsinki 2002

Alkusanat

Ympäristöklusterin johtoryhmä tilasi ulkopuolisena toimeksiantona ympäristöklusterin kolmannen tutkimusohjelman Ekotehokas yhteiskunta esiselvitystyön. Esiselvitys laadittiin kolmen osaohjelman – “luonto ja luonnonvarat”, “yhdyskuntarakenne ja elinympäristö”, “tuotanto ja kulutus” – yhteisenä raporttina.

Esiselvitystyössä hyödynnettiin kirjallisuutta, asiantuntijahaastatteluja, kullekin osaohjelmalle nimettyjen asiantuntijaryhmien työskentelyä sekä OtaEco-tapah-tuman yhteydessä järjestettyä ympäristöklusterin tutkijaseminaaria workshop-työskentelyineen. Tuotanto ja kulutus-osion tukena toimi lisäksi tuotannon asiantunte-musta edustava asiantuntijaraati.

Luonto ja luonnonvarat-osaohjelman esiselvityksen laatimisesta vastasi toimi-tusjohtaja, dosentti Mari Walls Biota BD Oy:stä. Hänen projektiryhmäänsä kuuluivat myös professori Jukka Salo Turun yliopiston biologian laitoksesta ja projektipäällik-kö FM Juha-Pekka Kotro Turun Teknologiakeskus Oy:stä.

Yhdyskuntarakenne ja elinympäristö-osaohjelman esiselvityksen laatimisesta vastasi johtava tutkija, dosentti Sirkka Heinonen VTT Rakennus- ja yhdyskuntatek-niikasta. Hänen projektiryhmässään työhön osallistuivat lisäksi erikoistutkija, DI Irmeli Harmaajärvi, johtava tutkija TkL Pekka Lahti, joka myös on laatinut raportin kuvat, sekä tutkija FM Saija Niskanen.

Tuotanto ja kulutus-osaohjelman esiselvityksen laatimisesta vastasi tutkimus-johtaja, dosentti Pirkko Kasanen Työtehoseurasta. Hänen projektiryhmässään työskentelivät lisäksi tutkijat Sari Kivilehto (KL), Anne Korhonen (MMM), Irene Roos (sosionomi) ja Kirsi Väisänen (MMM).

Esiselvitystyön valvojana toimi tilaajan puolesta ylitarkastaja DI Pekka Harju-Autti.

Keskeinen lähtökohta tarkastelulle on, että luonnonvarojen kestävä käyttö ja suojeleminen, toimiva yhdyskuntarakenne ja hyvä elinympäristö sekä ekologiset näkökulmat huomioiva kulutus ja siihen kytkeytyvä tuotanto liittyvät kaikki läheisesti kes-tävän kehityksen rakentumiseen. Kestävän kehityksen perimmäisenä tavoitteena on luoda ja ylläpitää hyvinvoivia, toimivia ja kehittyviä, vahvasti vuorovaikutteisia sosiaalisia, taloudellisia ja ekologisia systeemejä.

Raportti pyrkii antamaan näkemyksen siitä, mitä ekotehokkuudella ymmärretään ja miten sitä voidaan toimintastrategiana tarkastella luonnon ja luonnonvarojen, yhdyskuntarakenteen ja elinympäristön ja tuotannon ja kulutuksen osalta. Raportti käsittelee ekotehokkuuden näkökulmasta luonnonsysteemien ja sosio-ekonomisten systeemien vuorovaikutusta ja rajapintoja ja tuo esille keskeisiä tutkimustarpeita ja -haasteita. Lisäksi raportissa tarkastellaan ympäristöklusterin kansainvälistä ulottuvuutta ja esitetään keinoja ympäristöklusterin tutkimuksen integrointiin ja synteisien rakentamiseen ja tiedon käyttäjien näkökulman vahvistamiseen.

Raportin ensisijainen tarkoitus on toimia taustamateriaalina ja kannustimena uusiin tarkastelutapoihin ympäristöklusterin Ekotehokas yhteiskunta -tutkimusohjelmaan esitettäville hanke-esityksille.

Antero Honkasalo
Ympäristöneuvos
Ympäristöministeriö

Sisällys

Alkusanat	3
1 Ekotehokkuus – mitä se on?	6
2 Luonnonsysteemeistä ihmisen rakentamiin systeemeihin	10
3 Luonto ja luonnonvarat ekotehokkaassa yhteiskunnassa	13
3.1 Luonnonvarat ja luonnon monimuotoisuus	13
3.2 Ekosysteeminen lähestymistapa ja luonnonkokonaisuuksien tarkastelu	14
3.3 Nykytiedon taso/ keskeinen tutkimus	15
3.4 Keskeiset tutkimushaasteet ja –tarpeet	17
4 Yhdyskuntarakenne ja elinympäristö ekotehokkaassa yhteiskunnassa	18
4.1 Yhdyskuntarakenteen ja elinympäristön merkityksestä	18
4.2 Yhdyskuntarakenteen ja elinympäristön kehityssuunnat ja Suomen tilanne	21
4.3 Nykytiedon taso/ keskeinen tutkimus	24
4.4 Keskeiset tutkimushaasteet ja –tarpeet	28
5 Tuotanto ja kulutus ekotehokkaassa yhteiskunnassa	21
5.1 Yhteiskunnalliset kehityssuunnat tuotannossa ja kulutuksessa	21
5.2 Keskeiset tutkimusohjelmat ja –hankkeet, nykytiedon suunnat ja taso	30
5.3 Keskeiset tutkimushaasteet ja –tarpeet	32
6 Ohjelman painopistealueet ja keskeiset tutkimustarpeet	36
6.1 Suomen malli ekotehokkaasta yhteiskunnasta	36
6.2 Käytännön tapaustutkimuksia	37
6.3 Ohjauksen, kehittämisen ja seurannan työkalut	38
6.4 Erityisiä tutkimuskohteita	39
7 Ympäristöklusterin tutkimus ja kansainvälinen ulottuvuus	41
8 Näkökulmia tutkimusohjelman organisointiin ja integrointiin	46
8.1 Tutkijayhteisön muodostaminen, tutkijoiden välinen yhteistyö	46
8.2 Tulosten käyttäjien ja tutkijoiden yhteistyö	47
8.3 Tiedottaminen ja tiedonvälitys	48
8.4 Johtopäätökset ohjelman organisointiin	48

9	Lähdekirjallisuus	50
	Liite 1 Ehdotuksia osaohjelmien keskeisiksi tutkimushaasteiksi ja –tarpeiksi	53
	Liite 2 Haastattelut ja asiantuntijaryhmät	60
	Liite 3 Ympäristöklusterin teemaan liittyviä tutkimusohjelmia	62
	Tiivistelmä	65
	Kuvailulehdet	68

Ekotehokkuus – Mitä se on?

Ympäristöklusterin Ekotehokas yhteiskunta – tutkimusohjelman esiselvityksessä on tavoitteena puhua samaa kieltä kaikilla kolmella aihealueella ja yltää yhteisymmärrykseen siitä, mitä ekotehokkuudella tarkoitetaan. Tätä varten ekotehokkuuden vallitsevista määritelmistä ja käsitteen synnystä sekä ekotehokkuuteen läheisesti liittyvistä muista käsitteistä (dematerialisaatio, immaterialisaatio, rebound-vaikutukset jne.) on seuraavassa lyhyt katsaus ja kommentointi.¹

Ekotehokkuuden määritelmä on vähitellen vakiintumassa. Se on suppeampi kuin kestävän kehityksen käsite ja voidaan nähdä lähinnä välineenä ekologisesti kestävän kehityksen saavuttamiseksi. Kuitenkin siihen usein liitetään ekologisen ulottuvuuden lisäksi myös taloudellinen ja sosiaalinen ulottuvuus, jolloin tullaan lähelle kestävän kehityksen määritelmää. Ekotehokkuus on toimintastrategia, jonka ytimenä on luonnonvarojen tuottavuuden lisääminen hyvinvoinnin ja elämän laadun kohottamisessa (*Ekotehokkuus ja factor -ajattelu* 1998).

Perinteisestä ympäristönsuojelusta ekotehokkuus ja siihen liittyvä factor –tyyppinen tavoitteenasettelu poikkeaa siinä, että huomio ja tavoitteet kiinnittyvät päästöjen, vaikutusten ja tuotosten ohella prosessien alkupäähän, panoksiin, raaka-aineisiin ja luonnonvarojen käyttöön. Voidaan luonnehtia, että ekotehokkuusajattelulla siirrytään oireiden välttämiseen tautien syiden selvittelyyn ja ennalta ehkäisyyn. Ekotehokkuus pyrkii parantamaan panosten ja tuotosten välistä suhdetta, eräällä tavalla luonnonvarojen tuottavuutta (ibid.).

Ekotehokkuus eli ekologinen tehokkuus (*eco-efficiency*) merkitsee luonnonvarojen käytön vähenemistä jokaista tuotettua tai kulutettua fyysistä tai talouden yksikköä kohti mahdollisimman vähän ympäristöä kuormittaen.

Ekotehokkuutta on muun muassa OECD:ssä havainnollistettu yksinkertaistetulla yhtälöllä

Ekotehokkuus = Hyödyt / Panokset.

Hyötyjä ovat hyvinvoinnin lisääntyminen, elämänlaadun paraneminen, tuotteesta saatava palvelusuorite ja yritysten tuotto. Panokset muodostuvat tässä käytetyistä luonnonvaroista, kustannuksista ja syntyvistä ympäristövahingoista.

Ekotehokkuuden ydinajatus on se, että vähemmästä pyritään tuottamaan enemmän oleellisesti radikaalimmassa määrin kuin nyt usein tavoitellaan. Tavoitteena on raaka-aineiden, materiaalien, energian ja teknologian mahdollisimman tehokas ja tarkoituksenmukainen käyttö. Mitä pienempi tuotteeseen tai palveluun tarvittava materiaalipanos on, sitä tuottavammin luonnonvaroja käytetään (Rissa 2001). Ekotehokkuuden käsitteen taustalla on analogiana puhtaasti ekologian käsite ”ekologinen tehokkuus”. EnDic2000 määrittelee ekologisen tehokkuuden hyötysuhteeksi, joka ilmaisee kuinka suuri osa eliön käyttämästä energiasta sitoutuu eliön rakenteisiin. Ekotehokkuus on käsitteenä lähellä kestävän kehityksen ja ympäristönsuojelun peruseriaatteita. Honkasalo (2000) kytkee ekotehokkuuden suoraan kestävän kehi-

¹ Keskeisenä lähteenä on käytetty ympäristöklusterin toiseen ohjelmakautteen kuuluvan KESTY-ohjelman eTietohankkeen (Ekotietoyhteiskunnan kriteerit ja toimintamahdollisuudet) käsitteanalyysia (Heinonen et al. 2002).

tyksen tunnettuun kolmijakoon ekologinen-taloudellinen-sosiaalinen. Hän toteaa ympäristönsuojelun samalla siirtyneen keskittymään jätteiden ja päästöjen sijasta mahdollisuuksiin säästää luonnonvaroja ja energiaa sekä vähentää ja ehkäistä ympäristöhaittoja tuotteiden koko elinkaaren aikana. Näin ymmärrettynä ekotehokkuus ei rajaudu pelkästään luonnonvarojen säästäväiseen ja tehokkaaseen käyttöön, vaan sisältää myös vaatimuksen luonnonvarojen käytöstä siten, että haittavaikutukset ovat mahdollisimman pienet. Nämä käsitelmääritykset vievät ekotehokkuuden hyvin lähelle ellei lähes identtiseksi kestävä kehityksen laajaa merkityssisältöä.

Kuten Heiskanen et al. (2001) toteavat, ekotehokkuus on moniselitteinen termi. Joskus ekotehokkuus mielletään tarkoittamaan sekä ekologista että taloudellista (ekonomista) tehokkuutta kuten esimerkiksi kansainvälistä elinkeinoelämää edustava järjestö *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD), joka on kansainvälisellä foorumilla vienyt ekotehokkuuden ideaa eteenpäin. WBCSD laati aikanaan vuonna 1992 Rio de Janeirossa pidetylle YK:n ympäristö- ja kehityskonferenssille raportin, jossa ekotehokkuus ensimmäistä kertaa tuotiin esiin käsitteenä ja tavoitteena, jossa yrityssektorin kilpailukyky yhdistettiin samanaikaisesti luonnonvarojen käytön ja ympäristöhaittojen vähentämiseen. WBCSD (1996) määrittelee ekotehokkuuden sellaista ”kilpailukykyisesti hinnoiteltujen tavaroiden ja palvelujen tuottamiseksi, jotka täyttävät ihmisten tarpeita ja parantavat elämänlaatua samalla kun ne asteittain vähentävät ekologisia vaikutuksia ja luonnonvaraintensiivisyyttä koko elinkaaren aikana tasolle, joka on ainakin maan kantokyvyn rinnalla.” OECD (ref. *Ekotehokkuus ja factor -ajattelu* 1998) puolestaan määrittelee ekotehokkuuden ”hallintastrategiaksi, joka perustuu kvantitatiivisiin panos-tuotos-toimenpiteisiin, joilla pyritään maksimoimaan energian ja materiaalien tuottavuus, jotta voitaisiin vähentää luonnonvarojen kulutusta ja ympäristön saastumista/jätteitä tuotettua yksikköä kohti ja jotta saataisiin kustannussäästöjä ja kilpailuetua.” Tässä on huomioitavaa se, että ympäristön kuormittuminen (saastuminen ja jätteiden kertyminen) ja kilpailukyky on otettu mukaan ekotehokkuuden määritelmään.

Heiskanen et al. (2001) käyttävät ekotehokkuuden termiä viittaamaan toimintaan tai tuloksiin yritysten tai yksittäisten tuotteiden mikrotasolla. Tällöin ekotehokkuus jakaantuu kahteen luokkaan:

- absoluuttiseen ekotehokkuuteen, joka tarkoittaa luonnonvarojen käytön vähentämistä fyysisistä yksikköä (esim. yritystä, tuotetta, tuotteesta johdettua hyödykettä) kohti; ja
- suhteelliseen ekotehokkuuteen, joka tarkoittaa luonnonvarojen käytön vähentämistä talouden yksikköä (esim. hintaa, lisäarvoa) kohti.

Ekotehokkaan tuotannon strategiassa keskitytään tuottamaan tuotteita tuotannon jätteistä ja suunnitellaan tuotantoprosessit niin, että yhden prosessin hukka ja jäte on toisen prosessin raaka-aine. Ekotehokkaassa toiminnassa myös pyritään investoimaan ja tukemaan luonnon uusiutuvia prosesseja, esimerkiksi istutetaan puita suhteessa ajettuihin ajokilometreihin tasoittamaan hiilidioksidipäästöjä. Tällä toimintaperiaatteella ekotehokkuusinnovaatiot vähentävät tuotannon jätettä (Senge & Carstedt 2000, ks. myös Autio & Lettenmeier 2002). Ekotehokkuuteen kannustaa myös se, että ekotehostamis- ja säästöinvestoinnit maksavat itsensä takaisin varsin pian. Lisäksi ekotehokkuuden avulla kohentuva ympäristöimago tuottaa yrityksille markkinaetua. Hoffrénin (1998) mukaan ekotehokkuuden tavoitteena on tuottaa yhä pienemmästä määrästä materiaaleja suhteellisesti enemmän taloudellista hyvinvointia entistä oikeudenmukaisemmin jakautuneena. Tätä vähemmällä enemmän periaatetta kutsutaan joskus myös laadulliseksi kasvuksi. Hoffrén (2001) on väitöskirjassaan laskenut kokonaisen kansantalouden tuottaman hyvinvoinnin ekotehokkuutta Suomea esimerkkitapauksena käyttäen.

Vaikka ekotehokkuuteen liitetään ekologisen puolen ohella myös taloudellisia ja yhteiskunnallisia ulottuvuuksia, niin se ei kuitenkaan sisällä kaikkia Ympäristön ja

kehityksen maailmankomission (1987) kestäväälle kehitykselle antamia ulottuvuuksia. Esimerkiksi demokraattisten uudistusten tukeminen ja ihmisoikeuksien lisääminen maapallolla ovat toimia, jotka eivät ainakaan suoranaisesti sisälly ekotehokkuuteen. Tasa-arvoisuuden lisääminen ja köyhyyden vähentäminen eivät myöskään varsinaisesti kuulu ekotehokkuuden tavoitteisiin, vaikka ne edistäisivätkin kestävä kehityksen tavoitteiden saavuttamista. Toisaalta Factor 10 sisältää myös suoraan oikeudenmukaisuuselementtejä (*Ekotehokkuus ja factor -ajattelu* 1998).

Ekotehokkuuteen liittyviä muita käsitteitä

Dematerialisaatio merkitsee taloudessa kiertävän materiaalmäärän vähenemistä eri keinoin. Rissa (2001) määrittelee dematerialisaation ekotehokkuudeksi, joka ilmenee luonnonvarojen ja energian käytön pienenemisenä. Dematerialisaatio on tällöin toimintojen tehokkuuden kasvua suhteessa niihin kulutettuihin panoksiin. Dematerialisaatio tarkoittaa aineelliseen tuotantoon käytettävän materiaalin ja energian vähenemistä eli ekotehokkuuden kasvua tuotannossa.

Immaterialisaatiolla tarkoitetaan erityisesti kulutuksessa tapahtuvaa muutosta, jossa aineellinen tarpeidentyydytys muuttuu aineettomaksi kun esimerkiksi tuotteita korvataan palveluilla ja tietotekniikalla (Rissa 2001). Immaterialisaatio tarkoittaa kulutuksen aineellisuuden vähenemistä tai muuttumista kokonaan (tai merkittävässä määrin) aineettomaksi eli kulutuksen ekotehokkuuden kasvua.

Ekologinen selkäreppu sisältää ne näkymättömät materiaalipanokset, jotka on otettu luonnosta tuotteen valmistukseen ja jotka eivät sisälly itse tuotteeseen (Rissa 2001). Käsite kuvaa jonkin tietyn tuotteen koko elinkaaren aikana vaatimien primaarimateriaali- ja energiapanosten kokonaismäärää (Hoffrén 1998).

Ekotehokkuuden operationalisointiin liittyy **Factor-ajattelu**. Factor 4 ja Factor 10 ovat teollisuusmaiden ekotehokkuuden kasvulle asetettuja keskipitkän ja pitkän aikavälin tavoitteita. Factor 4 mukaan teollisuusmaiden ekotehokkuuden on nouseva nelinkertaiseksi 20-30 vuodessa. Factor 10 mukaan teollisuusmaiden ekotehokkuuden on nouseva kymmenkertaiseksi noin 40-50 vuodessa (Schmidt-Bleek 2000).

Useissa maapallon ja ekosysteemien kantokykyä arvioineissa tutkimuksissa on todettu, että ympäristön kuormitusta olisi maailmanlaajuisesti vähennettävä noin puoleen nykyisestä. Kun lisäksi tavoitteena on nostaa kehitysmaiden asukkaiden hyvinvointi edes siedettävälle tasolle, niin teollisuusmaissa on tehostettava luonnonvarojen käyttöä noin nelinkertaiseksi 20-30 vuodessa (Factor 4) ja kymmenkertaiseksi noin 40-50 vuodessa (Factor 10) (Schmidt-Bleek 2000).

Jos sama asia ilmaistaan toisinpäin, niin luonnonvara-, raaka-aine- ja energiapanoksen per tuotettu yksikkö on alennuttava seuraavien 20-30 vuoden kuluessa neljänneksen osaan nykyisestä (Factor 4) (Hoffrén 1998). Vastaavasti luonnonvara-, raaka-aine- ja energiapanoksen per tuotettu yksikkö on alennuttava seuraavien 30-50 vuoden kuluessa kymmenenteen osaan nykyisestä (Factor 10).

Ekotehokkuuden mittari **MIPS** (*material inputs per service unit*) merkitsee materiaalipanosta palvelusuoritetta kohti ja kertoo, kuinka suuri määrä luonnonvaroja tarvitaan tietyn hyödyn tuottamiseen (Hallanaro et al. 2000). MIPS on saksalaisen Wuppertal -instituutin kehittämä mittayksikkö, jonka avulla voidaan tarkastella eri tuotteiden ja palveluiden materiaali-intensiteettiä suhteessa yhteen tuotettuun hyöty-yksikköön (Hoffrén 1998). MIPS voidaan laskea mille tahansa hyödykkeelle, kun hyödykkeen elinkaaren aikainen luonnonvarojen ominaiskulutus tunnetaan. MIPS saadaan jakamalla tuotteen tai palvelun tuottamiseen tarvittavien luonnonvarojen määrä saatavalla hyödyllä, esimerkiksi tuotteen käyttökerroilla. MIPS saadaan, kun tuotteen tai palvelun koko elinkaarensa aikana vaatimien materiaalipanosten summa jaetaan tuotteen tai palvelun kaikkien käyttökertojen eli palvelusuoritteiden summalla (Rissa 2001).

Irtikytkentä (*de-coupling, de-linking*) merkitsee talouden kasvun ja luonnonvarojen käytön erottamista samansuuntaisina prosesseina toisistaan (Azar et al. 2002).

Rebound-vaikutus merkitsee sitä, että tuotannon dematerialisaation ja kulutuksen immaterialisaation avulla saadut säästöt häviävät lisääntyneeseen tuotantoon ja kulutukseen tai uusiin käyttökohteisiin. Luonnonvarojen käyttöä vähentävät ja tehostavat uudet innovaatiot eivät välttämättä johda kestävä kehityksen mukaiseen lopputulokseen. Ekotehokkuudella saavutetut edut saattavat mitätöityä esimerkiksi sillä, että kuluttajat hankkivat entistä suuremman määrän ekologisesti parempia tuotteita.

2

Luonnonsysteemeistä ihmisen rakentamiin systeemeihin

Luonnonvarojen kestävä käyttö ja suojelu, toimiva yhdyskuntarakenne ja hyvä elinympäristö sekä ekologiset näkökulmat huomioiva kulutus ja siihen kytkeytyvä tuotanto liittyvät kaikki läheisesti kestävä kehityksen rakentamiseen. Kestävä kehityksen perimmäisenä tavoitteena on luoda ja ylläpitää hyvinvoivia, toimivia ja kehittyviä, vahvasti vuorovaikutteisia sosiaalisia, taloudellisia ja ekologisia systeemejä (Folke et al. 2002).

Ympäristöklusterin kolmen osaohjelman, ”luonto ja luonnonvarat”, ”yhdyskuntarakenne ja elinympäristö” sekä ”tuotanto ja kulutus” välillä on siis olemassa selkeä jatkumo, looginen kaari, joiden tarkastelussa edetään luontoon ja luonnonvaroihin liittyvästä tarkastelusta yhdyskuntarakenteen ja elinympäristön kautta tuotannon ja kulutuksen prosesseihin. Eri osaohjelmien väliset rajapinnat ovat vaihtelevat ja takaisinkytkennät moninaiset. Eri osaohjelmien rajapintoja on havainnollistettu kuvissa 1 ja 2. Ekotehokas yhteiskunta -tutkimusohjelmassa kolmea osaohjelmaa yhdistävä punainen lanka voidaan hahmottaa seuraavanlaisena ”ekodraamana”:

Alussa oli luonto. Sitten tuli ihminen erilaisine toimintoineen, tuotantoineen ja kulutuksineen, joilla on erilaisia vaikutuksia luontoon ja ympäristöön. Luonto puolestaan on asettanut ihmisen toiminnalle reunaehdot ja vaikuttaa ihmisen ja yhdyskuntien toimintaan monin tavoin. Tämän ekodraaman näyttämönä toimivat yhdyskunnat ja yhdyskuntarakenne. Siitä miten toiminnot yhdyskunnissa on organisoitu ja miten ne yhdyskuntarakenteeseen sijoittuvat, määräytyy pitkälti se, miten hyvä tai huono syntyvä elinympäristö on.

Ympäristöklusterin kaksi osaohjelmaa ”luonto ja luonnonvarat” sekä ”yhdyskuntarakenne ja elinympäristö” kuvaavat kahta erilaista näkökulmaa ihmisen havaitsemaan ja kokemaan ympäristöön tai ominaisuuksia sen *tilassa*, kun taas kolmas osaohjelma ”tuotanto ja kulutus” kuvaa *prosesseja*, joissa ihminen muokkaa ja vaikuttaa ympäristöönsä. Kolme osaohjelmaa voidaan kuvata näin ollen yksinkertaisena kolmiosaisena kaaviona (kuva 1), jossa ”luonto ja luonnonvarat” muuntuvat ”tuotannon ja kulutuksen” kautta ”yhdyskuntarakenteeksi ja elinympäristöksi” (niiden sisältämiksi hyödykkeiksi), joka puolestaan välittää hyödyntämättä jäävät prosessin osat (jätteet, päästöt, hukkaenergian) takaisin luontoon, josta ainakin osaa niistä voidaan kierrätyksen kautta hyödyntää uudelleen tuotannossa ja kulutuksessa. Viimemainittu prosessin osa voidaan ympäristöklusterin kolmijaossa katsoa sisältävän tuotantoprosessiin (ollessaan jätteiden ja päästöjen tuotantoa tai materiaalien ja energian kierrätystä). Toisaalta jätteiden ja päästöjen voidaan myös katsoa kuuluvan luontoon (ollessaan luontoon päätyviä prosessin tuotoksia).

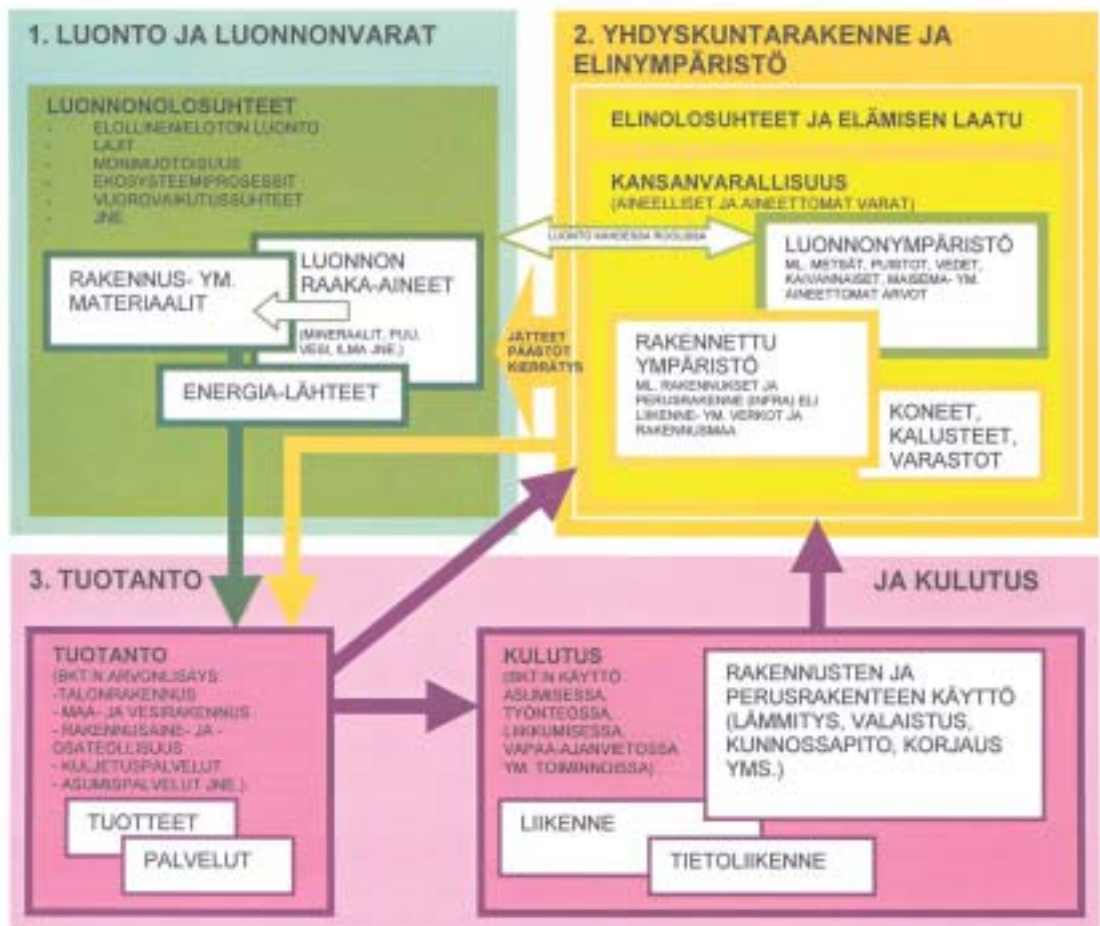


Kuva 1. Ympäristöklusterin kolme osa-ohjelmaa yksinkertaistettuna ympäristötyyppi- ja prosessikaaviona.

Yksityiskohtaisemmalla kuvauksella edellä mainitut ympäristötyypit ja prosessit voidaan kytkeä konkreettisemmin ja havainnollisemmin toisiinsa (kuva 2). "Luonto ja luonnonvarat" sisältää sekä luonnonolosuhteita kuvaavia asiointiloja (esim. monimuotoisuutta) että niissä esiintyviä prosesseja (esim. aineen ja energian kiertokulkua). Samalla sen osia (raaka-aineita ja energialähteitä) käytetään panoksina "tuotannossa ja kulutuksessa", joka itsessään on kokonaan prosessikuvausta eli toimintaa, jossa ensin tuotetaan tuotteita ja palveluita sekä sen jälkeen käytetään (kulutetaan) niitä. Kansantalouden tilinpidon käsitteistössä tuotantoa vastaa BKT:n arvonnäkökulma ja kulutusta BKT:n käyttö.

Tuotannon tuloksia (tuotoksia) käytetään mm. osina yhdyskuntarakennetta ja elinympäristöä eli tuotanto luo asuin-, työ-, liikkumis- ja vapaa-ajan ympäristöjä. Kulutusta voidaan samaan tapaan kuvata erilaisina ihmisen toimintoina, kuten asuminen, liikkuminen, ostosten tekeminen, kulttuuriharrastukset, urheilu jne. Sekä "tuotantoa ja kulutusta" että siitä syntyvää kokonaisuutta voidaan arvioida esimerkiksi kansantalouden tilinpidon mukaisin taloudellisin mittarein eli arvostaa sitä niiden osien markkina-arvojen mukaan. Kansanvarallisuuden merkittävin osa on rakennettu ympäristö, mutta yhdyskuntarakenteen osana siihen kuuluvat myös tietyt luonnonympäristön osat (mm. yhdyskuntien viher- ja vesialueet) sekä koneet, kalusteet, kuljetusvälineet ja tuotevarastot, jotka puolestaan toimivat tuotannon ja kulutuksen merkittävinä osatekijöinä.

Samalla tavalla kuin luonnossa on (riippumatta ihmisen toiminnasta) aineen kiertokulkua ja energian virtausta, myös ihmisen toiminta aiheuttaa prosesseja, jotka voidaan ymmärtää tähän prosessiin osallistuvina panoksina ja tuotoksina. Osa niistäkin kiertää tavalla tai toisella loppumattomasti tässä kokonaisprosessissa, mutta osa (jätteet ja päästöt) muodostaa systeemistä "uloskarkaavia" haitallisiksi katsottuja osia, joiden hyödyntämistä ja kiertokulkuun palauttamista pyritään lisäämään.



Kuva 2. Ympäristöklusterin kolmannen ohjelmakauden "Ekotehokas yhteiskunta" kolme eri osaohjelmaa, niiden väliset kytkennät ja rajapinnat

Luonto ja luonnonvarat ekotehokkaassa yhteiskunnassa

3

Luonnon ja luonnonvarojen tilan, uhkien ja kehityssuuntien analysoimiseksi luonnonsysteemien ja sosio-ekonomisten systeemien vuorovaikutusten jäsentäminen ja ymmärtäminen on keskeistä. Luonnon ekosysteemit tuottavat luonnonprosessien kautta moninaisia ekosysteemipalveluja, joilla on keskeinen merkitys paitsi luonnonsysteemien omien toimintojen ylläpitämisessä myös yhteiskunnan toimintojen kannalta, mukaanlukien taloudelliset toiminnot. Ekotehokkaassa yhteiskunnassa tapahtuvan ympäristöpoliittisen päätöksenteon taustalla tarvitaan kokonaisvaltaista näkemystä siitä, mitä luonnonkokonaisuudet ovat, miten ne toimivat terveesti tuottaen keskeisiä ekosysteemipalveluja ja miten ympäristöpoliittiset linjaukset ja käyttöön otettavat ohjauskeinot vaikuttavat luonnonkokonaisuuksien tilaan ja edistävät niiden toimintaa ja luonnonvarojen kestävästä käytöstä.

3.1 Luonnonvarat ja luonnon monimuotoisuus

Luonnonvarojen kestävä käyttö merkitsee uusiutumattomien luonnonvarojen sääntelyä käyttöä ja niiden korvaamista uusiutuvilla luonnonvaroilla silloin kun se on mahdollista. Uusiutuvia luonnonvaroja tulee käyttää niiden tuottokyvyn puitteissa. Esimerkiksi kestävä metsätalous rakentuu luonnonvarojen kestävästä käytön periaatteelle. Tällöin metsäluonnon monimuotoisuutta pyritään ylläpitämään ja edistämään myös talousmetsissä ja huomioimaan metsien moninaiskäyttö, jossa pyritään sosiaaliseen, taloudelliseen ja ekologiseen kestävyysasteeseen. Kestävyysasteen määrittämiseksi tarvitaan tietoa luonnonsysteemien ja sosio-ekonomisten systeemien riippuvuuksista. Ekologisen kestävyysasteen osalta tarvitaan tietoa siitä, miten biologinen monimuotoisuus ja ekosysteemien abioottiset tekijät (ml. geodiversiteetti) vaikuttavat ekosysteemien keskeisiin prosesseihin ja tätä kautta edelleen ekosysteemipalvelujen tuottoon ja luonnonvarojen uusiutumiseen.

Luonnon monimuotoisuutta tarkastellaan yleensä kolmen eri osa-alueen suhteen. Geneettinen diversiteetti tarkoittaa eliölajien ja populaatioiden välistä ja sisäistä vaihtelua yksilöiden perinnöllisen aineksen koostumuksessa. Lajidiversiteetti viittaa lajistolliseen runsauteen ja vaihteluun. Ekosysteemien monimuotoisuus puolestaan tarkoittaa vaihtelua laajemmassa maantieteellisessä mittakaavassa: sillä voidaan viitata maisematason eroihin, erilaisten ympäristötyyppien rakenteessa ja toiminnassa olevaan erilaisuuteen tai tarkemmin määriteltyjen ekosysteemien osien (esim. elinympäristöjen) alueelliseen monimuotoisuuteen. Heterogeisuus ja vaihtelevuus ovatkin keskeisiä luonnon perusominaisuuksia.

Keskeistä kaikkien monimuotoisuuden osien kannalta ovat ne mekanismit, jotka ylläpitävät, uudistavat ja aikaansaavat monimuotoisuutta. Näiden mekanismien tunteminen ja syy-seuraussuhteiden ymmärtäminen on tärkeää luonnonvarojen kestävästä käytöstä kannalta. Sen lisäksi, että ihmisen toiminta voi aiheuttaa lajiston uhanalaistumista, voi se kaventaa monimuotoisuutta muuttamalla ja ehkäisemällä keskeisiä bioottisia ja abioottisia mekanismeja, jotka vaikuttavat ekosysteemien prosesseihin.

Luonnonvarojen ja luonnon monimuotoisuuden kestävä käyttö ja suojeleminen on mahdollista, kun tavoitellaan taloudellisestikin kannattavia ympäristöä säästäviä

menetelmiä. Ekotehokkuuden näkökulman tulee sisältää myös luonnonvarojen moninaisuus ja biologisen monimuotoisuuden eri tasot sekä luonnonvarojen pitkän aikavälin tuoton turvaaminen.

3.2 Ekosysteeminen lähestymistapa ja luonnonkokonaisuuksien tarkastelu

Kestävän kehityksen mukaisen luonnonvarojen hoidon ja suunnittelun osalta on erityisesti viime vuosina omaksuttu ns. ekosysteeminen lähestymistapa (*ecosystem approach*). Ekosysteeminen lähestymistapa pyrkii tukemaan ekologisen, sosiaalisen ja taloudellisen näkökulman huomioimista luonnonkokonaisuuksien hoidon ja käytön tarkastelussa. Luonnonvarojen kestävä käyttö ja suojeleminen, toimiva yhdyskuntarakenne ja hyvä elinympäristö sekä ekologiset näkökulmat huomioiva kulutus ja siihen kytkeytyvä tuotanto liittyvät kaikki läheisesti kestävä kehityksen rakentumiseen. Kestävän kehityksen perimmäisenä tavoitteena on luoda ja ylläpitää hyvinvoivia, toimivia ja kehittyviä, vahvasti vuorovaikutteisia sosiaalisia, taloudellisia ja ekologisia systeemejä (Folke et al. 2002).

Luonnonkokonaisuuksien hoito on lähestymistapa, jonka avulla pyritään suojelemaan ja käyttämään taloudellisesti kestäväällä tavalla luonnonvaroja ja luonnon monimuotoisuutta yhteensovittaen alueelliset, taloudelliset, sosiaaliset ja biologiset kysymykset (Seppälä & Salo 2001). Luonnonkokonaisuuksien hoidossa ekosysteemi-käsitteen ei tule mieltää tarkoittavan ekosysteemiä sen perinteisessä biologisessa mielessä, vaan sillä viitataan hallinnollisesti määriteltävissä oleviin luonnonkokonaisuuksiin. Lähestymistapaa voidaan siis soveltaa esimerkiksi valuma-aluekohtaisesti, kuntakohtaisesti tai laajemminkin kokonaisuuksissa.

Luonnonkokonaisuuksien lähestymistapa on syntynyt tarpeesta määrittellä elollisen luonnon ja elinympäristöjen vuorovaikutusta tavalla, joka ottaa huomioon ihmisen toiminnan osana lajien elinympäristöä. Lähestymistapa voi osaltaan edesauttaa innovatiivisten ratkaisujen kehittämistä, kun haetaan menettelyjä, joilla vaimennetaan yhteiskunnallisen ja taloudellisen toiminnan vaikutuksia luonnon ekosysteemeihin.

Ekosysteemitason tutkimuksen osalta viime vuosina on luotu vahvaa tietopohjaa ekosysteemien toiminnan ymmärtämiseksi. Toiminnalliseen ekosysteemiin kuuluvat olennaisena osana ns. ekosysteemipalvelut (*ecosystem services*). Ekosysteemipalvelut ovat ekosysteemien tuottamia aineellisia tai aineettomia ilmaisupalveluja, joista monet ovat ihmiselle ja yhteiskuntien toiminnolle elintärkeitä. Ekosysteemien rahallinen arvo voidaan arvioida merkittäväksi, vaikkakin ekosysteemipalvelujen arvottamista ei yleensä ole huomioitu ekosysteemien hoidossa.

Ekosysteemien luontaisten prosessien säilyttäminen ja mahdollinen ennallistaminen on luonnon monimuotoisuuden kannalta usein tärkeämpää kuin yksittäisten lajien suojeleminen. Yksittäisten lajien suojelussa ongelmia tuottavat elinympäristöjen pirstoutuminen ja heikentyminen. Luonnonsuojeluun liittyvissä kysymyksissä ekosysteemien toiminnan ylläpitämiseen keskittyminen voisi edesauttaa (eko) tehokkaammin myös yksittäisten lajien säilymistä.

Maailmanlaajuisesti luonnon monimuotoisuuden keskeisin uhka on maankäyttö ja sen muutokset. Ihmistoiminta muuttaa edelleen vuosittain noin 2% alkuperäisiä luonnonympäristöjä maa- ja metsätalousmaaksi ja rakennetuksi ympäristöksi (Seppälä & Salo 2001). Tämän kehityksen vuoksi alkuperäiset ekosysteemit ovat hupenneet ja pirstoutuneet. Maisema- ja ekosysteemitason vaihtelevuuden vähentyminen vaikuttaa suoraan lajitason monimuotoisuuteen ja edelleen populaatioiden perinnölliseen rakenteeseen ja edustavuuteen (Walls et al. 1999).

Ekosysteemien toiminta on paikoitellen peruuttamattomasti vaurioitunut ja ekosysteemien ihmiselle tarjoamat palvelut kuten vesihuolto, hiilensidonta, ravinteit-

den kierrätys ja pölytyspalvelut ovat häiriintyneet. Maankäytön muutosten ympäristövaikutukset näkyvät eri tasoilla viiveellä ja hitaasti (Folke et al. 2002). Tämä muutosten havaitsemiseen liittyvä ongelma yhdessä sen seikan kanssa, että yleinen tietoisuus terveen ekosysteemin toiminnan merkityksestä ekosysteemipalvelujen tuottajana on heikko, ovat yhdessä vaikuttamassa siihen, että käsitys maankäytön merkityksestä luonnon toiminnoille ja luonnonvarojen kestävyydelle ei ole riittävässä määrin ollut esillä ympäristöä koskevassa päätöksenteossa.

Mm. kaavoitukseen ja maankäytön suunnitteluun sekä yhdyskuntarakenteen kehittämiseen kytkeytyy vahvasti luonnon ekosysteemien toiminnan ja eliöyhteisöjen koostumuksen turvaaminen. Luonnonvarojen kestävä käytön näkökulma on tässä suhteessa olennainen. Kaavoitusprosessissa tulee voidaan arvioida erityistä suojelua tai hoitoa vaativat luonnonkokonaisuudet ja –prosessit sekä määrittää keinot välttää häiriöitä ja pirstoutumista. Erilaisin ohjauskeinoin (insentiivit, verotus) tai lakisääteisesti voidaan määrittää rajoituksia ja / tai velvoitteita (esim. luontoperustan hoitoon liittyviä) maankäytölle ja ottaa huomioon yksittäisten lajien tai lajiryhmien vaatimukset. Osallistavalla suunnittelulla puolestaan voidaan kartoittaa sosiaalisesti, taloudellisesti ja ekologisesti keskeiset komponentit luonnonkokonaisuuksien hoidolle. Tavoitteena on saavuttaa sellaiset maankäyttöratkaisut, jotka turvaavat ekosysteemien terveen toiminnan ja varmistavat näin ekosysteemipalvelujen tuoton.

On tärkeää huomata, että ekosysteemipalveluja ei tule tarkastella vain suhteessa ihmistoiminnan intresseihin. Esimerkiksi terrestrisissä ekosysteemeissä (metsät, maatalousmaat, kosteikot) makea vesi on välttämätön moninaisten toimintojen ylläpitäjänä, ja tämä vesivolyymi on huomattavasti suurempi kuin esimerkiksi alueen yhdyskuntien suoraan käyttämän makean veden määrä (Jansson et al. 1999).

Ekosysteemien palautuvuuden käsite (resilienssi, *resilience*) on noussut vastikään esille yhtenä keskeisimmistä näkökulmista luonnonvarojen kestävässä käytössä ja myös yhteiskuntien hyvinvoinnin edistämiseksi (Folke et al. 2002). Paremmiin palautuvat sosiaalis-ekologiset systeemit kestävät suurempia häiriöitä ilman, että häiriövaikutus jää pysyväksi ja systeemi muuttuisi olennaisesti häiriön seurauksena. Jos häiriövaikutus on mittava, paremmiin palautuvat systeemit omaavat mahdollisuuksia uudelleenjärjestäytymiseen ja uusiutumiseen, ja kykenevät silti ylläpitämään keskeiset toimintansa, mukaanlukien ekosysteemipalvelut. Luonnonvarojen kestävä käytön suunnittelussa ja hoidon kehittämisessä keskeistä on löytää sellaisia toimintatapoja, jotka turvaavat ekosysteemien palautuvuuden. Huomion kiinnittäminen pelkästään ekosysteemin tuottamiin hyödykkeisiin ja niiden taloudellinen arvottaminen ei vielä takaa kestävyden ja täten myös ekotehokkuuden näkökulmaa.

3.3 Nykytiedon taso/ keskeinen tutkimus

Suomessa on luotu erittäin vahva tutkimuksellinen pohja niin biodiversiteettiin ja globaalimuutokseen kuin luonnonvarojen kestävään käyttöön liittyen mm. Suomen Akatemian ja useiden muiden rahoittajien yhteisrahoitteisissa tutkimusohjelmissa FIBRE (1997-2002), FIGARE (1999-2002) ja SUNARE (2001-2004) (Liite 3). Merkittävää on, että ohjelmissa on ollut keskeisellä sijalla korkeatasoisen sovelluskelpoisen tutkimustiedon tuottaminen tukemaan käytännön päätöksentekoa. Tämä antaa hyvän mahdollisuuden suunnata tutkimusta myös ympäristöklusterille soveltuviin kysymyksiin. Tutkimusohjelmissa ovat mukana kaikki keskeisimmät ympäristöklusterin toimijat, mm. Tekes, Suomen Akatemia, useat ministeriöt ja yksityinen sektori. Uusina alkavina tutkimusohjelmina tai tutkimuskokonaisuuksina ovat jo jäsentyneet Suomen Akatemian Itämeritutkimusohjelma BIREME (2000-2003) ja maa- ja metsätalousministeriön luonnon monimuotoisuuden tutkimusohjelma vuosille 2003-2006.

Biodiversiteettitutkimusohjelma FIBREn tavoitteena on ollut edistää tietämystä luonnon monimuotoisuudesta ja monimuotoisuuden suojelusta ja kestävästä käytöstä osana luonnonvarojen käyttöä. Lisäksi tutkimusohjelma on paneutunut tuottamaan uutta tietoa monimuotoisuuteen liittyvistä yhteiskunnallisista, oikeudellisista ja taloudellisista kysymyksistä sekä vahvistamaan suomalaista osaamista biodiversiteettisopimuksen määrittelemillä aloilla (erityisesti metsä-, maatalous-, vesiekosysteemien tarkastelu, geenivarakysymykset ja bioteknologia) (Walls et al. 1999; Markkanen et al. 2002).

Metsätalouden käytäntöjen tarkastelu ja uusien käytäntöjen kehittäminen ekologisesti kestävä metsätalouden edistämiseksi on ollut yksi tutkimusohjelman keskeinen teema. Ekologisesti kestävä metsätalous on toimintaa, jossa tasapainotetaan taloudelliset tuottotavoitteet ja tarve suojella ja edistää luonnon monimuotoisuutta.

Maataloudessa puolestaan tuotannon tehostuminen, tilakohtainen ja alueellinen erikoistuminen sekä voimakas rakennekehitys ovat luoneet uhkia maatalousympäristöjen monimuotoisuudelle. Maatalousympäristöjen ja perinnemaisemien biodiversiteetin ylläpitäminen sekä kestävä käytön menetelmät, kriteerit ja indikaattorit ovatkin nousseet merkittäviksi maatalouden kysymyksiksi ja tutkimustee- moiksi myös kansainvälisesti. Monipuolisen maatalouden säilyttäminen ja sen kehittäminen ekologisesti kestävämpään suuntaan on yksi tapa edistää maatalousympäristöjen monimuotoisuutta.

Suomen vesivaroihin kohdistuu lisääntyviä taloudellisesta hyväksikäytöstä, yhdyskuntateknikasta, virkistyskäytöstä ja liikenteestä johtuvia kuormitustekijöitä. Makeiden vesien (järvet ja virtavedet) ja Itämeren luonnon monimuotoisuuteen liittyvät kysymykset ovat olleet vahvasti mukana FIBRE tutkimusohjelmassa. Ihmistoi- mintojen vaikutusten arviointi ja haittojen vähentäminen ja ehkäiseminen edellyt- tävät tietoa vesiekosysteemien monimuotoisuutta säätelevistä tekijöistä. Ohjelmas- sa on tutkittu mm. ranta- ja valuma-alueiden merkitystä vaihtumisvyöhykkeinä ja biologisen monimuotoisuuden suojelun ja alkuperäiselinkeinojen yhteensovittamis- ta.

Olemassaolevan tutkimustiedon koostaminen ja tiedon soveltaminen käytän- töön ovat erittäin keskeisiä kysymyksiä. Askel tieteellisestä tutkimustuloksesta toi- mivaan käytännön sovellukseen ja ohjeistukseen vaatii tiedon tuottajan ja käyttäjän välistä tiivistä vuorovaikutusta. Tätä työtä on FIBRE-ohjelmassa pyritty tekemään ohjelman integraatiohankkeen BITUMIn toimesta (Markkanen et al. 2002). FIBREssä on toiminut kaikkiaan 105 hanketta ja noin 600 tutkijaa 30:stä eri yliopistosta, kor- keakoulusta ja tutkimuslaitoksesta.

Globaalimuutoksen tutkimusohjelma FIGAREn tavoitteena on ymmärtää ja analysoida globaalijärjestelmän muutoksia, niihin vaikuttavia syitä ja muutosten vaikutuksia sekä tutkia muutosten torjuntaan ja niihin sopeutumiseen tähtäviä keinoja ja toimenpiteitä. Globaalimuutoksella tarkoitetaan luonnon omia ja ihmis- toiminnan aiheuttamia maailmanlaajuisia ympäristömuutoksia sekä niiden yhteiskunnallistaloudellisia erillis- ja yhteisvaikutuksia. Syiden ja vaikutusten verkko muodostaa vuorovaikutteisen kokonaisuuden, jonka ymmärtämiseksi tarvitaan niin luonnontieteellistä, yhteiskunnallista, taloudellista kuin teknillistä tutkimusta.

Tärkeimpänä globaalimuutoksen osa-alueena voidaan pitää ilmastoa, sillä sen muutokset yltävät kaikkialle ja vaikuttavat monien kytkeiden kautta luontoon, ja myös ihmisten elinkeinoihin ja yhteiskuntarakenteeseen ja välillisesti lähes kaikkiin yhteiskuntaelämän sektoreihin. FIGAREssa tutkimuksellista painopistettä on laven- nettu luonnon-, yhteiskunta- ja taloustieteiden sekä teknologian yhteistyöhön ja tutkimustulosten integrointiin.

Luonnonvarojen kestävä käyttö -tutkimusohjelman (SUNARE) tavoitteena on tuottaa tutkimustietoa, jonka avulla voidaan parantaa luonnonvarojen kestävää käyttöä koskevaa päätöksentekoa, kehittää luonnonvarojen kestävä käytön moni- tieteistä tutkimusta ja edistää aihepiirin tutkimustiedon siirtymistä tuottajilta tie- donkäyttäjille.

Maa- ja metsätalousministeriön koordinoiman monimuotoisuuden tutkimusohjelman 2003-2006 tavoitteena on tuottaa uutta käytännönläheistä tutkimustietoa metsien, maatalousympäristöjen ja vesiluonnon monimuotoisuuden suojelukeinoista sekä niiden ekologisista, taloudellisista ja sosiaalisista vaikutuksista. Muita tietotarpeita ovat elinympäristöjen pirstoutumisen vaikutukset sekä elinympäristöjen muutosten vaikutus uhanalaisiin eliöihin. Edelleen tutkimusohjelma pyrkii laajentamaan tietopohjaa maatalouden ympäristötuen toimenpiteiden vaikutuksista ja kustannustehokkuudesta. Tutkimusohjelman rahoittajina ovat soveltuvin osin lähinnä eri ministeriöt.

Itämeri-tutkimusohjelma BIREME (2003-2005) on käynnistymässä Suomen Akatemian rahoittamana. Tutkimusohjelma pyrkii edistämään moni- ja poikkitieteistä tutkimusta, mallien ja analyysimenetelmien kehittämistä, tapahtuneiden muutosten analyysiä sekä verkostoitumista ja resurssien synergistä käyttöä. Ohjelma tullee painottumaan luonnontieteelliseen tutkimukseen. Hakuasiakirjoissa esitettyä sosioekonomista sisältöä pyritään saamaan mukaan kansainvälisen verkottumisen kautta.

3.4 Keskeiset tutkimushaasteet ja -tarpeet

Luonnonsysteemien ja sosio-ekonomisten systeemien vuorovaikutusten ymmärtäminen on keskeisimpiä haasteita luonnonvarojen kestävästä käytön rakentamisesta ja luonnon monimuotoisuuden turvaamisesta.

Ekologisten systeemien terveen toiminnan tuottamien ns. ekosysteemipalvelujen (kuten pohjaveden suodattuminen, hiilen sitominen, eroosionesto, tulvasuojelu, maaperän mikrobien hajotustoiminta, hyönteisten pölytyspalvelut jne.) merkityksen arviointi ja ymmärtäminen yhteiskunnan toimintojen kannalta, mukaan lukien taloudelliset toiminnot, on yksi keskeinen osa-alue, johon tulisi tutkimuksellisesti panostaa ja jota ei aiemmin ole kokonaisuutena tarkasteltu. Luonnon ekosysteemit ja niiden ylläpitämä luonnon monimuotoisuus tulisi nähdä yhteiskunnassa nykyistä laajemmin: ekosysteemien terveen toiminnan kautta käytettävissä on kestäväällä tavalla paitsi raaka-aineita ja energiavaroja (ekosysteemi-hyödykkeet), myös laaja kirjo perustavanlaatuisia ekosysteemipalveluja, joihin kaikki elollinen toiminta maapallolla perustuu, ja joita ihminen ja muu elollinen luonto hyödyntävät. Lisäksi luonnon ekosysteemit tarjoavat keskeisiä henkisen elämän ja virkistystyksen lähteitä. Luonnolla ja luonnon monimuotoisuudella on myös oma itseisarvonsa.

Ekotehokkuuden näkökulmaa hyödyntävää luonnonvarojen hoidon ja käytön tutkimusta ei meillä ole juurikaan tehty. Ekotehokkuus kytkee laajassa tarkastelussa yhteen kestävästä kehityksen sosiaalisen, taloudellisen ja ekologisen ulottuvuuden. Talouden kestävä kasvu edellyttää irtikytkentää päästöistä ja kasvavasta luonnonvarojen kulutuksesta tavalla, joka mahdollistaa sosiaalisen hyvinvoinnin. Tarvitaan tutkimusta liittyen luonnonvarojen ekologisesta kestävästä käyttöön ja luonnonvarapolitiikan laaja-alaiseen tarkasteluun ja kehittämiseen.

Lähestymistapa edellyttää laajoja integroituja hankkeita, joissa tutkimusryhmät edustavat eri alojen asiantuntemusta. Luonnon monimuotoisuuden ja ekosysteemiprosessien arvottamiseen ja luonnonvaroihin liittyvä ympäristötaloustieteellinen tutkimus sekä sosiaalisten vaikutusten tutkimus pitäisi saada integroidusti mukaan hankkeisiin, joissa on laajaa luonnontieteellistä ja ekologista osaamista.

Liitteessä 1 on yksityiskohtaisemmin hahmoteltu luonto ja luonnonvarakäytön tutkimukseen liittyviä keskeisiä tutkimustarpeita ja -haasteita suhteessa ympäristöklusterin tutkimusohjelman kuuteen painopistealueeseen.

4

Yhdyskuntarakenne ja elinympäristö ekotehokkaassa yhteiskunnassa

4.1 Yhdyskuntarakenteen ja elinympäristön merkityksestä

Yhdyskuntarakenne on se *fyysisen* ympäristön kokonaisuus, johon yhdyskunnan eri rakenneosat ja toiminnot sijoittuvat sekä ne suhteet, joita rakenneosilla on toisiinsa. Yhdyskunnan (fyysisiin) rakenneosiin ja toimintoihin kuuluvat yhdyskuntien *toiminnallisen* kokonaisuuden alueella sijaitsevat asuin-, palvelu- ja tuotantorakennukset, näiden välisiä yhteyksiä välittävät liikenne- ja teknisen huollon verkostot ym. rakenteet sekä ns. vapaa-alueet eli pihat, puistot, puutarhat ym. viher- ja vesialueet sekä melu- ym. suojavyöhykkeet ja ns. joutomaat. Yhdyskuntien toimintoihin taas kuuluvat em. rakenneosia vastaten asuminen, tuotanto- ym. yritystoiminta, työnteko, liikkuminen, tekninen huolto, julkiset ja yksityiset palvelut (ml. hallinto), kulttuuri-, virkistys- ym. vapaa-ajanvietto- ja toiminnalliset toiminnot. Yhdyskuntien fyysinen ja toiminnallinen rakenne ovatkin saman asian kaksi eri puolta eikä niiden jyrkkä erottelu ole kovin mielekästä. Sama koskee käsitettä *elinympäristö*, joka merkitsee eliön (tässä lähinnä ihmisen) elämiseen käyttämää (fyysistä ja toiminnallista) ympäristöä tai aluetta ja se sisältää samat rakenneosat ja toiminnot kuin edellä määritelty yhdyskuntarakenne (ks. mm. Elinympäristön seurannan kehittäminen 2002). Vastaavat englanninkieliset käsitteet ovat (ihmisestä puheen ollen) *living environment* ja (eläintai kasvilajin esiintymisalueena) *habitat* tai *biotope*. Elinympäristön erikoistapauksia ovat asuin-, työ, liikenne- ja vapaa-ajan ympäristöt.

Yhdyskuntarakenteella voidaan tarkoittaa toisaalta yhdyskuntien fyysistä kokonaisuutta (kuten englanninkielisessä käsitteessä *urban form*) tai yhdyskuntien rakenneosien keskinäisiä toiminnallisia suhteita ja kytkentöjä (jollaisia puolestaan englannin kielen käsite *structure* parhaiten ilmaisee). Yhdyskuntarakenne ja fyysinen ympäristö on usein myös jaettu kahteen pääosaan *rakennettu ympäristö* ja *luonnonympäristö*. Tämäkään jako ei ole käsitteellisesti kovin kirkas, koska luonto on läsnä kaikessa rakennetussa ympäristössä, kaikilla vapaa-alueilla (pihoilla, katuvarsilla, puistoissa jne.) ja viimeistään kaikissa rakennusmateriaaleissa. Kaikissa puistoissa on jokin (kevyt tai raskas) "rakentamisen aste" eikä yhtään täysin luonnontilaista (ihmisen vaikutuksista vapaata) aluetta enää löydy.

Yhdyskuntarakenteen kannalta tärkeä alakäsite on *perusrakenne* eli *infrastruktuuuri*, johon luetaan sekä *sosiaalinen* että *tekninen* infrastruktuuuri (kuva 3). Edelliseen kuuluvat erilaiset julkiset ja yksityiset palvelut, jälkimmäiseen liikenne- ja teknisen huollon verkot. Perusrakenteen tehtävä on tyydyttää yhdyskuntien perustoimintojen (asuminen, työnteko) tarvitsemia materiaali-, energia- yms. tarpeita ja ylläpitää tähän toimintaan tarvittavia yhteyksiä (liikennettä, kuljetuksia, tietoliikennettä). Liikenneverkkoon sisältyvät tie- ja katuliikenneverkot, rataverkot sekä vesi- ja ilma- liikenneverkot. Teknisen huollon verkkoon sisältyvät vesihuolto (vedenotto, -puhdistus ja jakelu, sade- ja jätevesiviemärit ja jäteveden puhdistus laitoksineen), energiahuolto (sähkö-, kaasu- ja kaukolämpöverkko laitoksineen, polttoaineiden varastointi ja jakelu), jätehuolto ja tietoliikenneverkot (langallinen ja langaton viestintä, yksilöllinen ja joukkotiedotus).



Kuva 3. Yhdyskuntien perusrakenteen (infrastruktuurin) rooli osana yhdyskuntarakennetta ja elinympäristöä sekä sen suhde ympäristöklusterin tutkimuksen painopisteisiin.

Sosiaaliseen infraan kuuluu lukuisia joukko erilaisia palveluja (kauppoja, kouluja, päiväkotia, sairaaloita, kirjastoja, kahviloita, teattereita jne.), joista useimmat tarvitsevat fyysisiä tiloja (rakennuksia) toimiakseen, kun taas tekninen infra koostuu pääasiassa erilaisista fyysisistä tai toiminnallisista verkoista. Suuri osa infrastruktuurin rakennesista tarvitsee kuitenkin toimiakseen tavalla tai toisella sekä rakennuksia, verkkoja, ym. rakenteita että maa- ja vesialueita.

Yhdyskuntarakenne eli edellä kuvattu asuntojen, työpaikkojen, liikenneväylien, koulujen, päiväkotien ja muiden toimintojen sekä luonnonympäristön muodostama kokonaisuus vaikuttaa päivittäiseen elämään ja liikkumiseen. Toimintojen ja palvelujen sijainnilla on suuri vaikutus asukkaiden viihtymiseen, ajankäyttöön ja elämisen laatuun. Yhdyskuntarakenne vaikuttaa myös liikenteen määrään ja sitä kautta ympäristöön muun muassa pakokaasupäästöinä, meluna, tärinästä sekä luonnonympäristöä pirstovana ja syrjäyttävänä rakenteena. Yhdyskuntarakenteen kehittämisellä tavoitellaan yhdyskunnan toimivuuden parantamista sekä viihtyisämpää ja miellyttävämpää asuinympäristöä. Hyvä ja toimiva asuinympäristö ottaa huomioon asumistarpeet ja mieltymykset, palveluiden kohtuullisen saatavuuden ja kotita-

louksien erilaiset tarpeet. Asumisviihtyvyyteen panostamisella voidaan tavoitella myös liikkumisen vähentämistä (LYYLI 2002, ks. myös Liikanen 2001).

Yhdyskuntarakenteen merkitys ekologisessa mielessä syntyy siitä, kuinka ekotehokas yhdyskunta on rakenteeltaan ja rakenteeseen sijoituvilta rakenneosiltaan (rakennuksiltaan, verkostoiltaan ja toiminnoiltaan). Yhdyskuntarakenteen ekologiseen tehokkuuteen vaikuttavat erityisesti se miten hyvin teknisen huollon järjestelmät on toteutettu: liikennejärjestelmät (mm. joukkoliikennejärjestelmä ja henkilöautoriippuvuus), energijärjestelmät (keskitetyt ja hajautetut energiahuoltojärjestelmät, hukkalämmön määrä, lämmön talteenotto, aurinkoenergian hyödyntäminen, maa- ja vesilämmön hyödyntäminen jne.) ja jätehuolto (kertyminen, lajittelu, keräys, kierrätys jne). Teknisten järjestelmien ratkaisutavat vaikuttavat ilman, veden ja maaperän laatuun, meluun, tärinäan ym. ympäristöhaittoihin sekä niiden kohdistumiseen (altistumiseen). Vaikutussuhde on myös käänteinen: ilman, veden ja maan olosuhteet vaikuttavat teknisiin järjestelmiin – kyse on vuorovaikutusprosessista. Tietotekninen verkko ja tietojärjestelmät ovat puolestaan tärkeitä sen takia, että niiden ja niihin kytkettyjen indikaattorien avulla voidaan seurata ja arvioida järjestelmien toimivuutta ja ekotehokkuutta.

Yhdyskuntarakenteen ja rakennetun ympäristön merkitys *kansantalouden* osana on merkittävä. Mitattiinpa yhdyskuntien tuottamista (rakentamista), käyttämisestä (lämmitystä, valaistusta ja muuta sähkön käyttöä, kunnossapitoa ja korjausta) ja yhdyskunnissa tapahtuvaa liikennettä kansantalouden tilinpidossa BKT:n arvonlisäyksen tai BKT:n käytön näkökulmasta, muodostaa yhdyskuntarakennettu ympäristö suhdannevaiheesta riippuen noin 35-45 % BKT:stä (Lahti et al. 1985 ja Lahti 1996).² Luonto on rakennetussa ympäristössä kaikkialla läsnä, koska esim. rakennusmateriaalit, samoin kuin käytetty energia ovat peräisin luonnonvaroista ja niiden hyödyntämisestä. Suomen kansanvarallisuudesta yhdyskuntarakennettu ympäristö muodostaa jopa noin 75% (Lahti et al. 1985 ja Lahti 1996). Vuoden 2001 tilanteessa kansanvarallisuus oli noin 520 milj. •, josta asuinrakennukset muodostivat 28 %, muut talonrakennukset 20 %, muut rakennelmat 10 % ja rakennusmaa (ml. kesämökkitontit) 12 % eli yhdyskuntarakenne yhteensä 71 % (Tilastokeskus 2002). Yhdyskuntarakenteeseen myöhemmin päätyvä osuus koneista, laitteista ja kuljetusvälineistä sekä mineraaleista, metsävarallisuudesta sekä tuotevarastoista nostaa yhdyskuntarakenteen kokonaisuuden n. 75-78 %:iin kansanvarallisuudesta. Näin ollen peräti ¾ kaikesta Suomessa olevasta, täällä tuotetusta ja edelleen jäljellä olevasta ”omaisuudesta” on fyysistä yhdyskuntarakennetta tai rakennettua ympäristöä.³ Siten on syytä kohdistaa ekotehokkuutta lisääviä toimenpiteitä ja tutkimus- ja kehitystyötä myös olemassa olevaan rakennettuun ympäristöön uusien yhdyskuntien ja täydennysrakentamisen ohella.

Yhdyskuntarakenteen sosiaalinen merkitys kytkeytyy tiiviisti yhdyskuntarakenteeseen, koska erilaiset yhdyskuntarakenteet synnyttävät erilaisia elinympäristöjä. Asukastarpeiden moninaisuuden vuoksi tarvitaan monenlaisia elinympäristöjä eikä ole löydettävissä yhtä ainoaa, oikeaa ja ideaalista ratkaisua kaikille. Vaikka tarpeet vaihtelevatkin melko runsaasti johtuen ihmisten kulttuuri- ja kokemustaustasta, eri-

²Tällöin arvonlisäyspuolella mukaan on laskettu sekä välitön arvonlisäys kuten talon-, maa- ja vesirakennustoiminnan arvonlisäys ao. työmailla että välituotekäyttö kuten rakennusaine- ja -tuoteteollisuuden arvonlisäykset koko tuotanto- ja jalostusketjussa (ml. tuonti ja välilliset verot miinus tukipalkkiot).

³Kansanvarallisuuden osat on laskelmassa arvostettu käypään markkinahintaan huomioon ottaen iän mukana tulevat arvomuutokset. Tällöin mm. kiinteistöjen ja asuntojen hinnoissa on mukana monia luontoperäisiä arvostukseen vaikuttavia tekijöitä (kuten maisemasta ja ympäristön laadusta johtuvat sijaintitekijät).

laisista elämäntilanteista, subjektiivisista mieltymyksistä jne., on samalla nähtävissä monia lähes kaikille yhteisiä tarpeita. Nämä liittyvät elinympäristön terveellisyyteen, turvallisuuteen ym. perustarpeisiin (ks. mm. SYTTY-tutkimusohjelman raportit, esim. Melukylä vai mansikkapaikka? 2001 ja Liikanen 2001). Elinympäristön laatua eli erilaisten tarpeiden tyydytystä voidaan mitata kyselyillä (ks. esim. Strandell 1999). Lisäksi elinympäristön esteettisyys on asuinalueiden arvostukseen vaikuttava tekijä (Uuskallio 2001). Myös yhdyskuntarakenteen ja elinympäristön viihtyisyyteen liittyville, vaikeasti mitattaville, suuria yksilöllisiä vaihteluja sisältäville ominaisuuksille kuten kaupunkikuvalle ym. esteettisille ulottuvuuksille on pyritty löytämään joitakin kaikille ihmisille yhteisiä arviointiperusteita (esim. Rautiainen 2001). Edelleen esimerkiksi kävelykeskustat liittyvät kaupunkien viihtyisyyteen (ks. Heikkilä et al. 1996).

4.2 Yhdyskuntarakenteen ja elinympäristön kehityssuunnat ja Suomen tilanne

Yhdyskuntarakennetta on olemassa useita erilaisia perustyyppisiä sekä niiden erilaisia yhdistelmiä. Yhdyskuntarakenne voi olla esimerkiksi tiivis tai hajautunut, jota voidaan mitata esim. asukastiheydellä. Suomen kaupunkimaisten kuntien (erillisten tilastollisten) taajamien väentihedet vaihtelivat vuonna 1990 välillä 59 – 2 453 asukasta /km² (Lahti 1996). Useimmat yhdyskunnat ovat muotoutuneet historiallisen kehityksen kuluessa maasto- ja vesistömuotojen osoittamiin otollisiin kohtiin sekä sen jälkeen tärkeiden rakennettujen liikenneväylien, esimerkiksi radan tai päätieverkon risteysten läheisyyteen, jolloin syntyy ns. sormi-, tähti- tai helminauhamaali. Henkilöautokannan kasvaessa ja liikenneverkon tihentyessä yhdyskunnat ovat kuitenkin useimmissa tapauksissa levinneet melko tasaisesti ympäristöönsä ja kokonaisuus on melko hajanainen ja sirpaleinen. Tämä kehityssuunta on melko yleistä myös kansainvälisesti ja näyttää jatkuvan yhä edelleen (Lahti & Harmaajärvi 1992).⁴

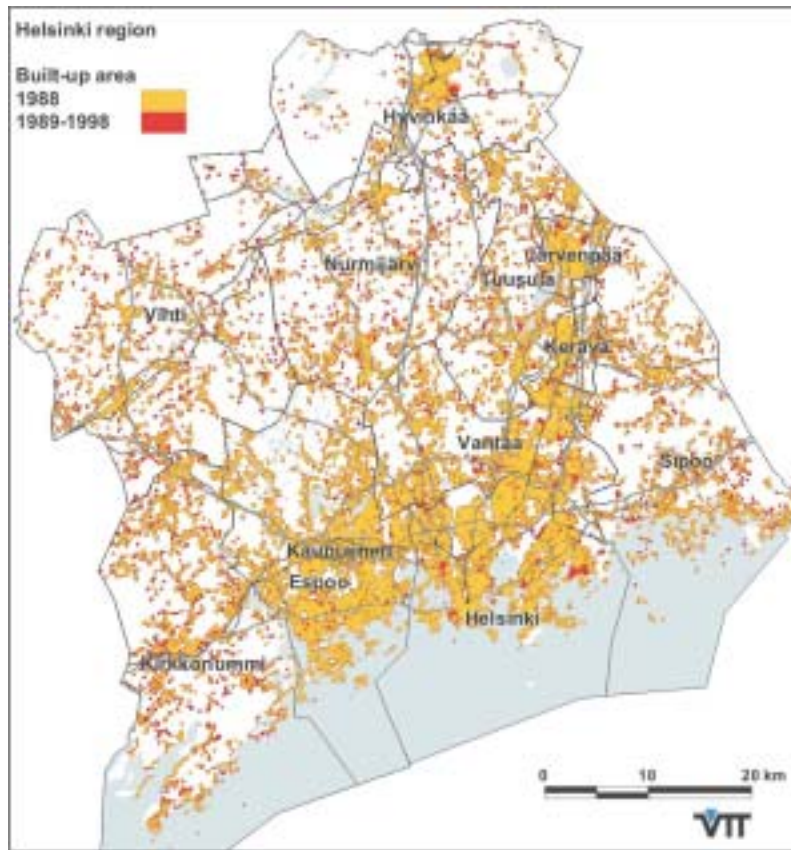
Suomalaisen yhdyskuntarakenteen erityisongelmana on sen yhdyskuntataloudellisesti ja –ekologisesti epäedullinen hajanaisuus. Suomessa on ylivoimaisesti harvimmoin asutut taajamat jo pohjoismaiden sisällä, puhumattakaan vertailusta Keski- tai Etelä-Euroopan maihin. Hajautuva kehitys on jatkunut melko voimakkaana jo 1950-luvulta alkaen ja todennettu edelleen jatkuvaksi 1990-luvulla (kuva 4).⁵ Kuvassa olevat punaiset alueet ovat 10-vuotiskautena käyttöön otettuja uusia rakentamisalueita, mikä osoittaa hajautumisen edelleen jatkuvan (Harmaajärvi, Huhdanmäki & Lahti 2001). Samalla on kuitenkin pidettävä mielessä, että kestävä kehityksen sosiaalisen ulottuvuuden kannalta tarkasteltuna yhdyskuntarakenteen hajautuminen ei ole välttämättä kielteinen ilmiö. Hajautumiskehitys vaikuttaa monin tavoin kestävä kehityksen kaikkiin kolmeen ulottuvuuteen.

Elinympäristön osalta on kiinnitettävä huomiota etenkin väestön vanhenemiseen. Ikärakennemuutoksen ja liikkumiskyvyn heikkenemisen myötä palvelujen läheisyys ja tavoitettavuus asunnosta käsin nousee tärkeäksi yhdyskunnissa. Tätä tilannetta kärjistää kauppojen sijoittuminen asunnoista etäällä sijaitseviin suuriin kaup-

⁴Yhdyskuntarakenteen kestävyysanalyysin ohella on tärkeää tarkastella myös aluerakennetta kestävä kehityksen kannalta (Lahti et al. 1997).

⁵Yhdyskuntarakenteen hajautuminen on johtunut mm. siitä, ettei kaavoitus- ym. rakentamisen ohjauskeinoin ole kyetty rajoittamaan rakentamista etäälle nykyisestä yhdyskuntarakenteesta ja lisäämään riittävän voimakkaasti kohtuuhintaista täydennysrakentamista. Tutkimus- ja kehitystoiminnan tuloksena aikaansaataavalla suunnanmuutoksella varmistettaisiin se, ettei jatkuva, luonnonvaroja tuhlaava, ympäristöhaittoja aiheuttava ja yhteiskuntataloudellisesti kallis yhdyskuntarakenteen edelleen hajoaminen enää jatkuisi ja kehitys saataisiin käännettyä ekologisesti kestävä suuntaan. Ensisijaisesti kyse on kuitenkin päätöksenteosta ja eri päätösten seurausten ymmärtämisestä.

pakeskuksiin. Elämäntapojen osalta on pidettävä mielessä kulutus- ja elämysyhteiskunnan vahvistuminen sekä esimerkiksi yhden hengen kotitalouksien yleistyminen (Heinonen et al. 2000). Elinympäristön osalta on lisäksi ennakoitava erilaisten virtuaalisten etätoimintojen yleistyminen ja niiden käytön linkittyminen ja rytmittyminen fyysisiin yhdyskunnan toimintoihin. Esimerkiksi etätyö ei automaattisesti merkitse ympäristön kannalta säästöjä, näin tapahtuu ainoastaan mikäli kyseessä on etätyön ekohallittu toteutusmuoto (Heinonen 2000, 2002a, 2002b).



Kuva 4. Yhdyskuntarakenteen muutos Helsingin seudulla 10 vuoden aikana (1988 – 1998).

Millainen on ekotehokas yhdyskuntarakenne ja hyvä elinympäristö?

Ilmastonmuutoksen ja jätehuollon kannalta ekotehokas yhdyskuntarakenne on tiivis. Tällä on kuitenkin vaikutuksia mm. kaupunkiympäristöjen biodiversiteettiin sekä ympäristöterveyteen. Hyvä elinympäristö on terveellinen, turvallinen, viihtyisä, virikkeellinen, esteettinen ja luonnonläheinen sekä vastaa asukkaitensa moniin muihinkin tarpeisiin. Asukastarpeita vastaava yhdyskunta on ollut laajan kiinnostuksen sekä myös tutkimuksen ja kehittämisen kohteena kansainvälisesti jo 1800-luvun lopulta (Ebenezer Howardin puutarhakaupunki 1898, Eliel Saarisen Munkkiniemi-Haaga 1915 ja Heikki von Herzenin/ Asuntosäätiön Espoon Tapiola 1950-luvulla, kuva 5). Mikä on tämän päivän vastaus tähän, edelleen pysyvään keskusteluaiheeseen asukastarpeita parhaiten vastaavasta asuin ympäristöstä? Voisiko suomalaisella uudella asuin ympäristökonseptilla olla vientimahdollisuuksia esimerkiksi Suomen lähialueilla?



Kuva 5. Ihanteellisten asuinympäristöjen kehittämisen ketju Howardin Garden Citystä Elieel Saarisen Munkkiniemi-Haagan ja Tapiolan kautta nykypäivään.

Asukastarpeet myös muuttuvat. On tärkeää tunnistaa ajoissa ne yhdyskuntien ja elinympäristöjen ominaisuudet, jotka ovat asukkaille ja heidän hyvinvoinnilleen tärkeitä myös pitkällä tähtäimellä. Tällöin on otettava huomioon sekä yksittäisen ihmisen ja rakennuksen elinkaaren aikana että sukupolvien yli tapahtuvat muutokset. Asuinympäristöjen tulee täyttää kestävä kehityksen vaatimukset ja turvata yhdyskuntien kehittämisedellytykset vähintään kymmeniksi ja jopa sadoiksi vuosiksi. Yhdyskuntien rakentamis- ja ylläpitoprosessien tulee olla ympäristöystävällisiä (ympäristömyötäisiä) sekä ja eko- ja energiatehokkaita. Tästä voidaan johtaa mittareita ja indikaattoreita mm. uusiutumattomien ja uusiutuvien luonnonvarojen kulutusmäärille ja –suhteille, tuotannon ja liikenteen päästötasolle, onnettomuustiheyksille, liikenneturvaukselle, rakennusten ja yhdyskuntien energiankulutukselle ja käytetyille lämmitystavoilta, käyttöveden laadulle, puistojen ja viheralueiden määrille, työmatkaetäisyyksille, palvelujen saatavuudelle, joukkoliikennepalvelujen saatavuudelle, asumisviihtyvyydelle jne. (ks. esim. Elinympäristön seurannan kehittäminen 2002). Samalla yhdyskuntien tulee olla riittävän kilpailukykyisiä toimiakseen elinkeinoelämää ja sen kehitystä tukevana kasvualustana. Alueiden kilpailukyky ja kestävyys kannalta elämänlaatu ja sosiokulttuurinen monimuotoisuus ovat puolestaan nousseet elinympäristön ydinkysymyksiksi (Heinonen & Lahti 2002).⁶

Asukkaitensa tarpeita vastaavan elinympäristön tulisi yhdyskunnissa kytkeytyä ekotehokkaaseen yhdyskuntarakenteeseen. Ohjauskeinojen kehittämisen ja käytön keskeisenä taustatehtävänä on ensinnäkin tunnistaa ne suomalaisten yhdyskuntien ja elinympäristön ominaispiirteet ja kehittämistarpeet (ongelmat ja haasteet), joihin ensisijassa tulisi kohdistaa tutkimus- ja kehittämistoimet seuraavien kolmen vuoden (2003-2005) aikana. Ominaispiirteiden tunnistaminen on oleellista toimivien seuranta-, arviointi- ja mallintamismuotojen kehittämiseksi, joiden välityksellä saadaan tietopohjaa ohjauskeinojen kehittämiselle ja valinnalle.

Eräs ohjauskeino edistää yhdyskuntarakenteen eheyttämistä on kehittää täydennysrakentamiseen sopivia uusia, laadullisesti korkeatasoisia asuinalue- ja talotyyppiratkaisuja. Tämä merkitsee muun muassa ”matalien ja tiiviiden” asuinalueratkaisujen kehittämistä. Näillä tarkoitetaan sellaisia kaupunkimaisia ja pienimittakaavaisia talo- ja korttelityyppejä sekä niiden mukaisia asumismuotoja, joissa asunnoista on melko välitön yhteys omaan pihaan, puutarhapalstaan tms. sekä helppo pääsy asuinalueiden ulkopuolella sijaitseviin, laajoihin virkistys- ja ulkoilualueisiin. Tällaisen kehityksen tuloksena asukkaat kokisivat elinympäristönsä entistä houkuttelevammiksi ja valitsisivat tulevaisuudessa asuinkuntansa ja –alueensa enemmän kinniiden viihtyisyyden ja ympäristöystävällisyyden kuin asuinkustannusten vuoksi.

⁶ Rakennettuun ympäristöön sitoutuu taloudellisten arvojen lisäksi kulttuurisia ja sosiaalisia, rahallisesti vaikeasti mitattavia arvoja, jotka kuitenkin ovat keskeisiä yhteiskunnallisia voimavaroja ja kilpailutekijöitä. Kulttuurihistoriallisesti merkittäville kohteilla on erityistä imagoarvoa.

Lisäksi on tunnistettava ja kehitettävä muita innovatiivisia asuinalueratkaisuja kuten esimerkiksi asumisen ja työn yhteensovittamista tukevia rakennus- ja kortteliratkaisuja. Vastavia kehitettäviä ohjauskeinoja ovat esimerkiksi toimenpiteet liikennejärjestelmien kehittämiseksi, joukkoliikenteen palvelutason nostamiseksi, henkilöautoriippuvuuden vähentämiseksi ja ympäristöhaitoille altistumisen vähentämiseksi. Yhdyskuntien ekotehokkuutta parantavien teknologisten ratkaisujen, toiminnallisten käytäntöjen ja ohjauskeinojen osalta on selvitettävä niiden merkitys ja vaikutukset myös sosiaalisesti kestävä kehityksen kannalta.

Yleisenä taustana ohjauskeinojen kehittämiseksi on luotava selkeä käsitys siitä toimijaverkosta, joiden päätöksillä yhdyskuntia kehitetään ja eriteltävä ratkaisevimmat päätöksentekokohtat, joihin T&K-toimilla ja uusilla innovaatioilla voidaan vaikuttaa. Yhdyskuntarakenteen ja hyvän elinympäristön kehittämiseen sekä ekotehokkuuden kehityssuuntien vahvistamiseen on valjastettava laajapohjainen osaaminen ainakin seuraavilta eri aihealueilta: yhdyskuntasuunnittelu, kaavoitus ja rakennussuunnittelu, liikennesuunnittelu, liikennejärjestelmätietous, liikenteen telematiikka, ympäristö- ja energia-asioiden tietämys, talotekniikka, luonto-osaaminen, luonnon-, suunnittelu- ja aluemaantiede, paikkatietojärjestelmät, taloudellisten ja ekologisten vaikutusten arviointi, ympäristöterveys, käyttäytymistieteet, tekninen järjestelmätuntemus eri infrastruktuurien osa-alueilta (vesihuolto, energiahuolto, tietotekniset verkot), uuden tietotekniikan sovellukset koko rakennetun ympäristön alueella (älykkäät järjestelmät, *ambient intelligence*, *embedded ICT* jne.), asukas- ym. käyttäjäpreferenssien tuntemus, sekä tulevaisuuden tutkimuksen tietoyhteiskuntakehitys.

4.3 Nykytiedon taso/ keskeinen tutkimus

Suomessa on toteutettu tutkimusohjelmia ja muita tutkimuksia, joiden tuloksena on saatu ekotehokkaan yhteiskunnan kannalta arvokasta tietoa yhdyskuntarakenteesta ja elinympäristöstä. Seuraavassa kuvataan lyhyesti sitä tietämysvarantoa, joka on jo olemassa Ekotehokas yhteiskunta – tutkimusohjelman kannalta hyödynnettävissä ja edelleen kehitettävissä (ks. myös tutkimusohjelmaluettelo liitteessä 3). Tutkimusten kautta on lisäksi saatu tietoa myös siitä, mitkä ovat keskeiset puutteet nykytiedossa.

Ympäristövaikutuksiltaan edullista yhdyskuntarakennetta ja liikennejärjestelmää käsittelevä LYYLI-tutkimus- ja kehittämisohjelma (1997-2002) oli laaja-alainen ja monitieteellinen kokonaisuus, joka jo nimensä mukaan kuuluu kiinteästi Yhdyskuntarakenne ja elinympäristö – osion aihepiiriin. Noin 50 hankkeesta (ks. lyyli.kuntaliitto.fi) koostuneen LYYLI-ohjelman tavoitteena oli kehittää Suomen olosuhteisiin sopivia, käytännössä testattuja tai kokeiltuja liikennehankkeisiin, liikennejärjestelmiin ja yhdyskuntarakenteisiin kohdistuvia toimenpiteitä. Näitä ovat suunnitteluun, toteutukseen ja käyttöön liittyvät hallinnolliset, taloudelliset, tekniset ym. innovaatiot, joilla on aikaisempiin käytäntöihin verrattuna edullisemmat ympäristövaikutukset. Valtakunnallisen tason LYYLI-hankekokonaisuuteen kuuluivat:

- Eheyttävän rakentamisen tutkimuskokonaisuus:
 - Näkemyksiä ja arvioita täydennysrakentamisen merkityksestä (LYYLI-raportti 4)
 - Rakenteellisen hajautumisen ja pirstoutumisen mallintaminen (LYYLI-raportti 9)
- LEDA-projekti (Legal and Regulatory Measures for Sustainable Transport in Cities)
- Yhdyskuntarakenne ja kasvihuonekaasupäästöt (Suomen ympäristö 522)
- Etäläsnäolon liikenteelliset ja ympäristölliset vaikutukset (LYYLI-raportti 21)
- Vertaileva tutkimus todellisen työpaikkaomavaraisuuden ja työmatkasuorituksen muutoksista asutusrakenteen eri osissa Suomessa 1980-95 (LYYLI-raportti 10)

- Polttoaineiden hintamuutosten pitkäaikaisvaikutukset ja työmatkojen verovähennysoikeuden poiston vaikutukset – HiVeLYYLI (LYYLI-raportti 11)
- Yhdyskuntarakenteen ja liikennetarpeen muutokset suomalaisissa kaupungeissa vuoteen 2020 (LYYLI-raportti 19)
- Toimintojen sijoittumisen vaikutus matkustuskäyttäytymiseen (LYYLI-raportti 20).

LYYLI-ohjelman tutkimustulokset on tiivistetty kymmenen teesin muotoon (Halme & Kalenoja 2002):

1. Hyvä yhdyskunta edellyttää yhteisiä toimia ja päättäväisyyttä.
2. Eheyttäminen yhdyskuntien elinehto.
3. Suunnittelu on yhdessä oppimista.
4. Liikkumisvalinnalla on merkitystä.
5. Joukkoliikenteen edellytykset on turvattava.
6. Tilaa kävelylle ja pyöräilylle.
7. Työnantajien on tiedostettava roolinsa.
8. Sekä lähipalveluita että palvelukeskittymiä tarvitaan.
9. Keskusta on yhdyskunnan sydän.
10. Teoria ja käytäntö kohtaamaan.

Muuten ansiokkaan LYYLI-ohjelman puutteena voidaan nähdä yhteiskunnallisen näkökulman puuttuminen, jolloin sosiaalisen kestävyuden näkökulma ei tullut riittävästi esiin (LVM 2002).

Ympäristöklusterin 1. tutkimusohjelmasta erityisesti alueella ”Ympäristömyönteinen infrastruktuuri” tehdyt hankkeet koskevat Yhdyskuntarakenne ja elinympäristö –osiota. Ympäristöklusterin 2. tutkimusohjelmassa EKO-INFRA:ssa tutkittiin *kestävän yhdyskunnan infrastruktuuria* lukuisissa erillisprojekteissa. Projekteissa esitettiin uusia kestävän kehityksen mukaisia ratkaisuja kaupunkiekologian, maankäytön ja yhdyskuntatekniikan alueilta. Lähes kaikki projektit liittyivät suoraan yhdyskuntarakenne- ja elinympäristöteemoihin. Esimerkkeinä laajoista, koko yhdyskuntarakennetta koskevista, uusiin innovaatioihin ja ekotehokkuutta lisääviin ratkaisuihin pyrkivistä projekteista mainittakoon Matala ja tiivis kaupunki (2000-2002), Oulun tiivis ja matala asuinalue (2000-2002) ja Espoon Säterinmetsän tapaustutkimus (2000-2002). Ensin mainittuun liittyy myös kansainvälinen yhteistyöprojekti *COST C8 Best Practice in Sustainable Urban Infrastructure* (1998-2004) (ks. tarkemmin luvussa 7). Matalaa ja tiivistä asuinrakentamista koskeneessa esitutkimuksessa ”*Matala ja tiivis kaupunki*” (Lahti 2002) kohdistettiin huomio sellaiseen yhdyskuntarakentamisen muotoon, jolla katsottiin saavutettavan samanaikaisesti monia tavoiteltuja kestävän yhdyskuntarakenteen ominaisuuksia, jotka liittyvät sosiaaliseen, ekologiseen ja taloudelliseen kestävyteen. Tällainen yhdyskuntarakentamisen muoto kytkeytyy läheisesti myös elinympäristön laadun ja viihtyisyyden sekä sosiaalisen ympäristön kehittämiseen. Tuloksien perusteella näyttää siltä, että eri puolilla Suomea kunnissa on nopeasti tiedostettu tarve ja myös syntymässä valmiuksia siirtyä uudentyypisen asuinrakentamisen suunnitteluun. Ympäristöministeriö on vastannut tähän tarpeeseen perustamalla vuonna 2002 valtakunnallinen Tiivis-matala-projektin.⁷

⁷ Suunnittelu- ja kehittämiskohteina nähdään erilaisia matalien ja tiiviiden malleja, kuten kaupunkimaiset pientaloalueet, pienkerrostalot, kerroskivitalot, matalat puukerrostalot, kaupunkirivitalot yms. Kehittämistyön alkuun panemiseksi ja tueksi kunnat kuitenkin kaipaavat nopeasti tutkimus- ja kehitystyön sekä erilaisten kokeilujen tuloksia sekä muita hyödyllisiä kokemuksia muualla tehdyistä uusista ratkaisuista, niiden hyvistä ja huonoista puolista. Ekotehokas yhteiskunta –tutkimusohjelmassa voitaisiin vastaavasti käynnistää tutkimushanke, jossa ehdottamien innovatiivisten suunnittelu- ja toimintataparatkaisujen tietyn teemakokonaisuuden puitteissa kehitettäisiin ja sovellettaisiin muutamalla kohdealueella. Sen ohella selvittäisiin, miten kaupunkimainen pientaloasuminen soveltuu muuttuneisiin/muuttuviin elämäntapoihin ja perherakenteisiin.

EKOINFRA-tutkimusohjelman yhteydessä selvitettiin myös maankäytön ja liikenteen suunnittelun keinoja ilmansuojelun ja meluntorjunnan edistämiseksi (YTV 2002). Hanke liittyy sekä kasvihuonekaasupäästöjen välttämiseen että terveellisen ja viihtyisän elinympäristön kehittämiseen. Valmistumassa on tutkimus, jossa on selvitetty maa-alueiden puhdistamistarvetta kaupunkialueilla (VTT). Hanke liittyy terveellisen ja viihtyisän elinympäristön kehittämiseen. Muista EKOINFRA-projekteista mainittakoon mm. Aluefoorumit ja asuinalueen kehittäminen (LT-konsultit), Muutoksen hallinta maankäytön suunnittelussa väestöään menettävissä kunnissa (Suomen Kuntaliitto), Ympäristövaurioita korjaava rakentaminen (Tuusulan kunta), Osallisuusnäkökulma eheyttävän rakentamisen suunnittelussa (YY-optima Oy) ja Ekologinen verkosto ja kaupunkien maankäytön suunnittelu (TKK).

Tietoyhteiskunnan ja kestävän kehityksen välisiä kytkeviä käsitellyt KESTY-tutkimusohjelma (<http://www.ymparisto.fi/tutkimus/ohjelma/klusteri/kestyhan.htm>) sisälsi useita ekotehokkaaseen yhteiskuntaan tähtäviä hankkeita. Ekoetätyö-hankkeessa (Etätyön ekohallittu käyttöönnotto – asumisen, työnteon ja liikumisen kaupunkirakenteellisen uusjaon ympäristövaikutukset, <http://www.vtt.fi/rte/projects/yki4/etatyo.htm>) analysoitiin etätyön ympäristömyönteisiä toteutusmuotoja. eTieto-hankkeessa (Ekotietoyhteiskunnan kriteerit ja toimintamahdollisuudet) on tehty laaja käsiteanalyysi tietoyhteiskunnan kestävyiden eri ulottuvuuksista, laadittu kestävän tietoyhteiskunnan indikaattoreita sekä käynnistetty useita käytännön pilottihankkeita (<http://www.tukkk.fi/etiето>). KESTY-tutkimusohjelmassa on tutkittu lisäksi monia muita Ekotehokas yhteiskunta – tutkimusohjelman kannalta kiinnostavia aiheita, muun muassa maataloutta, tietoyhteiskuntaa ja kestävää kehitystä, uuden informaatioteknologian roolia arjen ympäristötietoisuudessa ja toiminnassa, arkielämän ympäristöpolitiikkaa, pitkiä työmatkoja ja kuntalaisten osallistumista kestävän kehityksen tietoyhteiskunnassa.

LINKKI-tutkimusohjelma käsitteli kuluttajien käyttäytymistä suhteessa energiankäyttöön ja energiansäästämismahdollisuuksiin ja siinä yhdyskuntarakenne ja elinympäristöön liittyvät seikat nousivat esiin lähinnä liikenteen ja asumisen energiankäytön kautta (ks. tarkemmin luvussa 5). Liikenne-ennusteiden tutkimus- ja kehitys-ohjelma LIIKE:n tavoitteena oli yhtenäistää liikennesektorin ennustekäytäntöä. Erityisesti haettiin uusia näkökulmia liikenteen ja toimintaympäristön muutosten välisen yhteyden kuvaamiseksi. Ohjelmassa kehitettiin menetelmiä ja työkaluja sekä annettiin suosituksia liikenteen tutkimiseksi ja ennustamiseksi (ks. www.mintc.fi/liike). Liikenne-ennusteiden laadinnassa on kuitenkin edelleen vaikea ottaa huomioon virtuaalisen liikkumisen vaikutukset fyysiseen liikkumiseen. VÄYLÄT 2030 – tutkimusohjelmassa kartoitettiin toimintaympäristön muutosten vaikutuksia liikennejärjestelmältä toivottaviin ominaisuuksiin. Ks. myös tiehallinnon tutkimuksia (<http://www.tieh.fi>).

Ympäristöterveys tutkimusohjelma (1998-2001) SYTTY tuotti uutta tietoa ympäristön ja ihmisen terveyden välisten yhteyksien arvioimiseksi sekä kehitti uusia menetelmiä ja tekniikoita alalle. Keskeisiä tutkimusteemoja olivat sisäilma, erityisesti kosteus- ja homevauriot ja niiden terveysvaikutusriskit, kaupunki-ilman pienhiukkasten terveysvaikutukset, juomaveden ja ravinnon mikrobiologiset ja kemialliset riskit, sekä (työ)ympäristössä esiintyvien kemikaalien, kuten dioksiinien, terveysriskit.

Suomen Akatemian Kaupunkitutkimusohjelma URBS (*URBan Studies*) toteutettiin vuosina 1998-2001. Monitieteiseen ohjelmaan sisältyi 15 tutkimusprojektia ja niihin osallistui yli 50 tutkijaa. Suomen Akatemian lisäksi projekteja rahoittivat ministeriöt ja Suomen Kuntaliitto. Tutkimusohjelma kohdistui kaupunkiympäristöissä meneillään oleviin muutoksiin, kuten kansainvälistymiseen, kaupunkipolitiikkaan ja -hallintoon, kaupunkitalouteen, kaupunkielämään, seudulliseen kehitykseen ja ympäristöön. Viimemainittuun ryhmään sisältyivät projektit kaupunkipuu- toista, urbaanien viheralueiden ekologiasta ja estetiikasta sekä kaupungin ja maa-

seudun välisistä suhteista. Talouden osalta tutkittiin mm. kaupunkitalouden dynamiikkaa, kaupunkipolitiikan taloudellisia ulottuvuuksia ja *hitech*-teollisuuden seudullisia vaikutuksia.⁸

Asumisratkaisuihin liittyvää tutkimustoimintaa on harjoitettu runsaasti sekä asuinympäristöjen suunnittelun ja rakentamisen että asumiseen ja liikkumiseen liittyvien teknologisten ratkaisujen kehittämiseksi. Asumisen kehittämiseen liittyviä tutkimusprojekteja on toteutettu usein organisaatorajat ylittävinä hankkeina. Asumisen tulevaisuuden tutkimiseen tähtää laaja tutkimuslaitoksista, korkeakouluista, Helsingin kaupungista, yrityksistä ja tutkimusrahoittajista koottu konsortio *Future Home*. Tämän tutkimus- ja hankekokonaisuuden itsenäisesti toimivissa projekteissa selvitetään esimerkiksi asuinympäristöjen esteettömyyskysymyksiä, tietotekniikan vaikutuksia työhön, palveluihin ja opiskeluun sekä niiden heijastumia fyysisessä ympäristössä, ekologisten materiaalien käyttöä tuotannossa ja rakentamisessa ja taiteen roolia ympäristön muodostamisessa.

Ilmastonmuutokseen liittyvää tutkimusta, joka koskee *yhdyskuntarakennetta*, on tehty valtakunnallisella ja seudullisella tasolla sekä kunta- ja asuntoaluekohtaisina tarkasteluina (ks. esim. Harmaajärvi, Huhdanmäki & Lahti 2002). Tutkimusten mukaan yhdyskuntarakenteella voi olla merkittäviä vaikutuksia aiheutuviin kasvihuonekaasupäästöihin. Välittävinä tekijöinä ovat erityisesti liikenne, rakennusten lämmitystavat ja verkostojen tarve. Yhdyskuntarakenne vaikuttaa liikennetarpeeseen ja kulkutapajakaumaan. Lisätietoa kaivataan erityisesti liikkumistottumusten ja elämäntapojen vaikutuksista.

Yhdyskuntarakenteen seurantaan ja arviointiin on tällä hetkellä olemassa Suomessa lähinnä Tilastokeskuksen julkaisemat tilastot uudisrakentamisesta (talonrakennus- sekä maa- ja vesirakennustuotanto kunnittain) ja rakennuskannan korjaamisesta, asuntotuotannosta ja taajamien maapinta-alasta, viranomaisten ja niiden alaisen liikelaitosten⁹ ylläpitämät tilastot liikenneverkosta ja liikenteestä sekä Suomen ympäristökeskuksen yhdyskuntarakenteen seurantajärjestelmä. Yksityiskohtaisempaan maantieteelliseen analyysiin tarvittavat paikkatietopohjaiset tiedot ovat saatavissa Väestörekisterikeskuksen ylläpitämästä rakennus- ja huoneistorekisteristä (RHR), jota rakennuskannan osalta päivitetään kuntien rakennustarkastajien toimittamien tietojen pohjalta. Rakennustiedot sisältävät tietoja myös rakennusten ominaisuuksista (talotyyppi, kerrosluku, pääasiallinen rakennusmateriaali, kerrosala, lämmitystapa jne.). Rakennustietoon on asunto- ja työpaikkatietojen sijaintitietojen kautta yhdistettävissä asukas- ja työpaikkatietoja, joka mahdollistaa monipuolisia yhdyskuntarakenteellisia ja yhdyskuntien toiminnallisten muutosten analyysyjä (esim. asukasrakenteen alueelliset muutokset, työpaikkaomavaraisuudet, palvelurakenteen muutokset, työmatkapituuksien laskennan jne.). *Elinympäristön seurantaan ja arviointiin* on vastaavasti olemassa ympäristön tilaa ja ihmisten terveystietoja koskevaa tilastointia.

⁸ Kansainvälisen arviointiryhmän raportissa osoitettiin, että laaja-alaisesta ohjelman-määrittelystä saatiin tärkeitä kytkentöjä eri tieteenalojen välille mukaan lukien luonnontieteet. Ohjelma tuki lisäksi merkittävästi suomalaisten kaupunkitutkijoiden uuden sukupolven kouluttamista. Ohjelman arviointiraportissa suositellaan tutkimustulosten parempaa levittämistä päätöksentekijöille (Research Programme for Urban Studies 1998-2001. Evaluation Report 2002). Arvioitsijat yhtyivät tutkijoiden käsitykseen kaupunkitutkimuksen tärkeydestä ja kiirehtivät suosituksissaan myös sen jatkamista.

⁹ Liikenne- ja viestintäministeriö, tiehallinto, tieliikelaitos, ratahallintokeskus, merenkulkulaitos ja ilmailulaitos.

4.4 Keskeiset tutkimushaasteet ja –tarpeet

Yhdyskuntarakenteen muotoutumiseen ja muuttumiseen vaikuttavien tekijöiden selvittäminen sekä yhdyskuntien toimintojen keskinäisten vuorovaikutusten ymmärtäminen ovat keskeisimpiä haasteita ekotehokkaiden yhdyskuntien rakentamisessa ja hyvän elinympäristön luomisessa. Rakennetun ja luonnonympäristön molemmiin suuntaisten kytkentöjen selvittäminen ja huomioonottaminen yhdyskuntasuunnittelussa tarvitsisi tukea kokonaisvaltaisesta tutkimuksesta ihmisten, luonnon ja yhdyskuntien vuorovaikutuksesta. Tarvittaisiin kokonaiskuvaa suomalaisten yhdyskuntien ja yhdyskuntarakenteen ekotehokkuudesta (nykytila ja muutossuunnat). Suomalaisen yhdyskuntarakenteen ja elinympäristön erityispiirteiden tarkempi kartoitus tulisi tehdä suhteessa yhdyskuntaekologiaan ja valita keskeisiä kipupisteitä tarkemman analyysin kohteeksi. Mihin vaikuttamalla voidaan nopeimmin ja tehokkaimmin päästä ekotehokkaaseen yhdyskuntarakenteeseen ja asukastarpeita vastaavaan elinympäristöön?

Tarvitaan tutkimusta yhdyskuntien ekotehokkaista rakentamis-, energia-, jätehuolto-, liikenne- ja viestintätekniikoista ja ratkaisuista sekä ihmisten asumisen, työnteon, vapaa-ajan ja liikkumisen toiminnallisiin tekijöihin liittyvistä kehityssuunnista ja tarpeista. Tässä elämäntapamuutoksien ja teknologiakehityksen väliset yhteydet olisi selvitettävä. Erityisen kiinnostavaa ja tärkeää on näiden ekotehokkuuden kasvattamiseen tähtäävien ratkaisujen ja toimintatapojen sosiaalisten ja kulttuuristen ulottuvuuksien kartoittaminen ja ennakointi. Sosiaalisen tasa-arvon ja kansalaisten / asukkaiden osallistumismahdollisuuksien tukemista tulisi tutkimuksen keinoin valottaa. Vapaa-ajan asuminen, hiljaiset alueet, kulutuksen yhdyskuntarakenteelliset kytkennät ja liikenneturvallisuus ovat esimerkkejä tarkempaa tutkimusta edellyttävistä aiheista.

Yhdyskuntarakenteen energiavaikutukset kaipaavat analysointia (maankäytön trendit ja siihen vaikuttavat tekijät vs. energiatehokkuus). Lisäksi tarvitaan yhdyskuntataloudellista tutkimusta yhdyskuntarakenteen, energiapolitiikan ja liikennepolitiikan yhteyksistä.¹⁰

Lähestymistapa edellyttää laajoja integroituja ja innovatiivisia hankkeita, joissa tutkimusryhmät edustavat eri alojen asiantuntemusta. Ympäristöterveyteen liittyvä tutkimus sekä sosiaalisten ja kulttuuristen vaikutusten tutkimus pitäisi saada integroidusti mukaan hankkeisiin, joissa on laajaa yhdyskuntateknillistä ja ekologista osaamista. Tarvitaan lisäksi tutkimusta innovatiivisten uusien konseptien, malliratkaisujen ja kokeilukohteiden ideoimiseksi, testaamiseksi ja dokumentoimiseksi.

Liitteessä 1 on hahmoteltu yhdyskuntarakenteeseen ja elinympäristöön liittyviä keskeisiä tutkimustarpeita suhteessa tutkimusohjelman kuuteen painopistealueeseen.

¹⁰Tällaista analyysia varten tulisi laajalti hyödyntää olemassa olevia tietojärjestelmiä (esim. *Alueidenkäytön tiedon hallinta* 1999).

Tuotanto ja kulutus ekotehokkaassa yhteiskunnassa

5.1 Yhteiskunnalliset kehityssuunnat tuotannossa ja kulutuksessa

Ihmisen aiheuttamat ympäristövaikutukset ja luonnonvarojen käyttö liittyvät tuotantoon ja kulutukseen. Tuotannon ja kulutuksen trendit vaikuttavat pitkällä tähtäyksellä yhdyskuntarakenteen muodostumiseen ja lyhyellä tähtäyksellä tapahtuvat yhdyskuntarakenteen asettamisissa puitteissa. Kun ympäristökuormitusta halutaan vähentää, on välttämätöntä vaikuttaa tuotannon ja kulutuksen rakenteisiin, sisältöihin ja määriin.

Tuotannon toimintaympäristönä on globaalistuva talous, osakkeenomistajien saaman hyödyn maksimoinnin periaate ja siihen liittyvä ”kvartaalitalous”, ja kireä hintakilpailu. Viennistä riippuvaisessa Suomen taloudessa tuotetaan energiaintensiivisillä toimialoilla hyödykkeitä maailmanmarkkinoille suhteellisen ekotehokkaasti.

Osaamisen merkitys tuotannon kilpailukyvyllä on kasvanut. Informaatio- ja kommunikaatioteknologian monipuolinen hyväksikäyttö on jo arkipäiväistä, mutta tuo edelleen uusia, suuriakin muutoksia. Bioteknologian kehittymisen suuri merkitys on myös otettava huomioon. Erikoistunutta ja korkeatasoista osaamista vaativassa taloudessa on haasteena osaamisen välittäminen pienille ja keskisuurille yrityksille.

Ekotehokkuuden edistäminen on ollut eri muodoissa esillä jo pitkään. Kestävän kehityksen keskustelua edelsi energiakriisien virittämä uusiutumattomien luonnonvarojen säästökeskustelu. Tuotannossa on omaksuttu ekotehokkuutta edistäviä toimintatapoja ja työkaluja. Ympäristöjohtaminen ja viime aikoina myös yhteiskuntavastuun käsittely yrityksissä on jo vakiintumassa varsinkin useiden suuryritysten toimintaan. Työkaluiksi on kehitetty elinkaarianalyysijä ja tuotannon ympäristökuormitusmalleja. Tuotannon dematerialisaatio-pyrkimys on usein taloudellisestikin järkevää – materiaalien käytön tehostaminen tuottaa kustannussäästöjä.

Tuotanto toimii myös monentasoisen ohjausjärjestelmän puitteissa. Kestävään kehitykseen liittyy kansainvälisiä sopimuksia ja sitoumuksia, joiden konkreettisuuden aste nousee neuvottelujen edetessä. EU-tason ohjaus rajoittaa mahdollisuuksia esim. kansallisen tason verotuksen asetteluun ja tuo uusia ohjausmahdollisuuksia kuten energiamerkit ja päästökauppa. Ympäristöpolitiikka ja kauppapolitiikka kohtaavat kansainvälisissä neuvotteluissa, ja EU:n laajeneminen tuo edelleen muutoksia kansainväliseen toimintaympäristöön ja sen ohjausjärjestelmiin.

Vapaaehtoiset sopimukset ja ohjauskeinot ovat kehittyneet viime aikoina, esimerkiksi yritysten omaehtoiset ympäristöhallintajärjestelmät ja Suomessa kauppa- ja teollisuusministeriön eri tahojen kanssa tekemät energiansäästösopimukset.

Tuotanto tapahtuu suoraan tai välillisesti kulutuskysynnän tyydyttämiseksi, joskin vuorovaikutussuhde on monisyinen. Kulutuksen osalta muutoksia on tulossa demografisen kehityksen kautta: ruokakunnat pienenevät ja ikärakenne muuttuu vanhuspainotteisemmaksi. ”Kuluttajat” ovat myös monivivahteisempi, epäyhtenäisempi, vaikeammin ennustettava ja vaikeammin segmentoitava toimijaryhmä kuin aikaisemmin. Sosiologisen kirjallisuuden kuvaamassa kulutusyhteiskunnassa kulutus saa monenlaisia merkityksiä näennäisesti ensisijaisen materiaallisen tarpeen

tydyttämisen lisäksi tai jopa sijasta. Kulutus on sosiaalista toimintaa. Elämäntapa, vapaa-ajan käyttö ja siihen liittyvät tavarat ja palvelut tulevat yhä tärkeämmiksi.

Teknologian ja yhteiskunnan muutokset ovat mahdollistaneet joustavaa, rajoittamatonta kulutusta. Infrastruktuuri tuo energian, veden ja kommunikaation helposti saataville, ja toimintojen aikataulut levittävät kulutusta kellon ympäri.

Osa kuluttajista, ainakin ajoittain, on ympäristötietoisia, turvallisuudesta kiinnostuneita tai eettisyyttä ja yhteiskuntavastuuta yrityksiltä vaativia. Kuluttajien ekotehokkaita tuotevalintoja on pyritty ohjaamaan jakamalla informaatiota ja tiivistämällä sitä energia- ja ympäristömerkkeihin. Kulutuksen merkittävämpi ekotehostamismahdollisuus nähdään nyt immaterialisaatiossa, eli kuluttajien saamien palvelujen irrottamisessa niihin liittyvien materiaalien hyödykkeiden hankinnasta. Palvelujen ekotehokkuus puolestaan riippuu niiden tuotantotavasta ja niiden tarjoamiseen liittyvästä logistiikasta.

Ylipäätään ympäristöä säästävien ratkaisujen leviämisessä on paljon kysymyksiä niiden menestyksestä markkinoilla ja sopimisesta kuluttajan tarpeisiin ja toiveisiin – joihin liittyy mutkikkaita sosiaalisia merkityksiä. Käytettävissä olevien ohjauskeinojen hyväksyttävyydestä viriää tulonjakoon ja oikeudenmukaisuuteen liittyviä kysymyksiä. Helpoimmin hyväksyttävä informaatio-ohjaus kohtaa kulutusyhteiskunnan jäsenessä haastavan asiakkaan, joka ei reagoi suoraviivaisesti hyvää tarkoittavaan valistukseen mutta haluaa hyödylliseksi kokemansa informaation helposti ja täsmällisesti, juuri sitä tarvitessaan.

Immaterialisaatiokeskustelussa ollaan vielä pitkälti tekemisissä ”tarpeiden” rationaalisen tyydytyksen kanssa ja vähentämässä sen materiaalisidonnaisuutta. Seuraava askel voisi olla kulutuksen elämyksellisen sisällön, sen sosiaalisten merkitysten tuottaminen vähillä materiaalipanoksilla. Tätä kulutuksen aspektia voitaisiin mitata ”ego-indeksillä”: saavutettu sosiaalinen ja kulttuurinen merkitys tai mielihyvä/ käytetyt luonnonvarat ja aiheutetut ympäristöhaitat.

5.2 Keskeiset tutkimusohjelmat ja –hankkeet, nykytiedon suunnat ja taso

Tutkimusohjelmia

Suomessa on 1990-luvun aikana toteutettu ja äskettäinkin käynnistetty tutkimusohjelmia, joissa on tuotettu tai tuotetaan ekotehokkaan yhteiskunnan kannalta tärkeää tietoa. Yhteenvedo näistä ohjelmista esitetään liitteenä 2 olevassa taulukossa. Ohjelmat kattavat joitakin niistä alueista, jotka ovat tarpeellisia ekotehokkaan yhteiskunnan tietopohjan luomisessa. Seuraavassa luonnehditaan lyhyesti niitä ohjelmia, jotka selvimmin liittyvät teema-alueeseen Tuotanto ja kulutus ja todetaan niiden liittyviä Ekotehokas yhteiskunta –ohjelmalle asetettuun kuuteen painopistealueeseen.

Ympäristöklusterin tutkimusohjelman 1. ohjelmakausi Ekotehokkuus, yhteistyö ja yrittäminen tuotti elinkaaritarkasteluja ja arviointimalleja eri toimialojen ekotehokkuuden kehittämiseen ja tarkasteli ympäristöliiketoiminnan – teknologias- ta luontomatkailuun – liiketoiminta mahdollisuuksia ja strategioita. Ohjauskeinojen suhdetta innovaatioihin valotettiin. Ohjelman näkemykset uusista tutkimustarpeista olivat samoilla linjoilla: enemmän, useammilla aloilla, käytännöllisempiä, tarkempia hankkeita (Inkeröinen 2001).

Toisen ohjelmakauden osio Tietoyhteiskunta ja kestävä kehitys (KESTY) siirsi painopistettä tuotannosta kulutukseen. Uusia tutkimustarpeita olivat immaterialisaatio, kestävä kehityksen tietoyhteiskunnan soveltavat ja teoreettiset tarkastelut, ekologinen näkökulma informaatioteknologian mahdollistamien palvelujen tutkimukseen, sosiaaliset innovaatiot ja kulttuuriset arvot.

Teknologian ja ilmastomuutoksen tutkimusohjelma (CLIMTECH) ja sen työtä suunnatun haun perusteella jatkava tutkimustyö kattaa *ilmastomuutoksen rajoitta-*

mista teknologisen kehityksen keinoin, arvioi teknologioita ja ohjauskeinoja sekä niiden tarjoamia liiketoimintamahdollisuuksia.

Yhdyskuntien jätevirroista liiketoimintaa (STREAMS) kattaa jättemateriaalivirtojen hallintaan ja *jätteiden käsittelyyn* liittyvää teknologista kehittämistä. Jätteiden synnyn ehkäisy jää ohjelmassa erittäin vähälle huomiolle.

Teknologia – Pienhiukkaset, ympäristö ja terveys (FINE) palvelee *hyvän ja terveellisen elinympäristön* edistämistä pienhiukkasia koskevan perustiedon ja mittauksen osalta, ja Ympäristöterveys tutkimusohjelma (SYTTY) tarvittavan tietopohjan luomista.

Teknologian, elinkeinoelämän ja yhteiskunnan vuorovaikutuksen tutkimusohjelmassa (ProACT) tutkitaan mm. monitavoitteista teknologiapolitiikkaa ympäristöklusterin kannalta, ja ohjauskeinojen vaikutusta ekotehokkuutta parantavien innovaatioiden syntymiselle tarkastellaan. Ohjelma antaa virikkeitä *ohjauskeinojen ja teknologian ennakkoinnin* tutkimiseen.

Kuluttajia koskeva energiatutkimuskokonaisuus antoi aineksia energiankulutuksen ymmärtämiseen. Elintarvikkeiden jakelupalvelut esiintyvät mahdollisuutena jo tässä ohjelmassa, immaterialisaatiota ennakoiden (Kasanen & Savolainen 1992). Sen työtä jatkanut LINKKI Kuluttajien käyttäytymisen ja energiansäästön tutkimusohjelma teki johtopäätöksiä tiedonsaannin ja tiedostamisen merkityksestä ja informaatiokeinoista, mutta myös toimintaympäristön ja vaikutusmahdollisuuksien merkityksestä (Arvola & Kasanen 1996). Ohjelma antaa aineksia *ohjauskeinojen vaikuttavuuden* tutkimiseen kulutuksen osalta. LINKKI 2 Energiansäästön päätöksentöön ja käyttäytymisen tutkimusohjelma liittyy ilmastomuutoksen hallintaan ja ohjauskeinoihin. Johdonmukaiset strategiat, laatuavoitteet, ohjeistukset ja seurantajärjestelmät energiansäästön näkökulmasta kuuluvat ohjelman johtopäätöksien mukaan tärkeisiin kehityskohteisiin organisaatioissa ja koko yhteiskunnassa (Kasanen 2002).

Gloaalimuutoksen tutkimusohjelma (FIGARE) antaa aineksia *ilmastomuutoksen hallinnan ja ohjauskeinojen* tutkimukseen globaalijärjestelmän muutoksien ja vuorovaikutuksien näkökulmasta.

Ympäristövaikutuksiltaan edullinen yhdyskuntarakenne ja liikennejärjestelmä (LYYLI) sisälsi de- ja immaterialisaatiokeskusteluun liittyvien etätoimintojen tutkimusta (Halme & Kalenoja 2002).

Muuta tutkimustoimintaa

Monet tutkimuslaitokset ja tutkijaryhmät työskentelevät pitkäjänteisesti ekotehokkaaseen yhteiskuntaan liittyvien teemojen parissa. Teemoja sivuavia konferensseja on myös järjestetty. Näitä tutkimuksia on myös mukana edellä esitellyissä ohjelmissa.

Vuodesta 1993 joka toinen vuosi järjestetty European Council for an Energy Efficient Economy Summer Study käsittelee energian säästöä ja tehokasta käyttöä rakennuksissa, liikenteessä, ohjauskeinojen ja markkinoiden kannalta, kansainvälisissä yhteyksissä sekä kulutuskäyttäytymisen dynamiikan osalta (teemat vaihtelevat jossain määrin konferenssista toiseen). Ilmastomuutoksen hallinta, ohjauskeinot ja ympäristöteknologian arviointi ovat painoaloista eniten esillä.

Kesällä 2002 Helsingissä pidetty International Household and Family Research Conference *Consumers and families as market actors* toi esiin mm. kuluttajien luottamuksen ympäristömerkkeihin, kuluttajien ja erityisesti nuorten kulutustapoja ja ympäristöasenteita eri maissa sekä kuluttajien päätöksentekoa ja valintaa koskevia kysymyksiä. Tutkimuksesta saadaan aineksia hyvän ja terveellisen ympäristön edistämiseen, ohjauskeinojen kehittämiseen ja ympäristöteknologian ennakkointiin.

Yliopistoissa ja tutkimuslaitoksissa tutkitaan kestävien kulutustapojen edistämistä, kestävää tuotekulttuuria ja ekotehokkaita palveluja sekä kuluttajien järkeilyä, kulutusyhteiskunnan piirteitä ja kulutukseen liittyviä sosiaalisia merkityksiä.

Tuotteiden ympäristölaadun parantamista eri toimijoiden näkökulmasta on tutkittu, ja ympäristöjohtaminen ja –raportointi on jo vakiintunut tutkimuskohde.

Teknologian arviointia ja innovaatioiden juurruttamista koskevaa tutkimusta on käynnissä. Teknologian ennakointia koskee myös työsuunnitelma selvitykselle, joka tarkastelee, miten kestävän kehityksen vaatimus on otettu huomioon eri maissa toteutetuissa teknologian ennakointihankkeissa (Lievonon 2002).

Tilastointia ja mallinnusta ekotehokkuuteen liittyvistä asioista tehdään useissa eri laitoksissa.

Yhteenveto

Yhteenvetona voidaan todeta, että Ekotehokkaan yhteiskunnan tutkimusohjelman kuusi painopistealuetta ovat kaikki jossain määrin edustettuina tähän mennessä tehdyssä ja nyt tekeillä olevassa tutkimuksessa (tässä yhteydessä ei tosin ole käsitelty luonnon monimuotoisuuden säilyttämiseen liittyviä aiheita). Ilmastomuutoksen hallintaa on tutkittu tarvittavien teknologioiden ja niihin liittyvän liiketoiminnan kannalta ja globaalimuutoksen näkökulmasta. Jätteiden kierrätystä ja uudelleen käyttöä tutkitaan teknologian kannalta. Hyvän ja terveellisen elinympäristön elementtien luonnontieteellistä ja teknistä taustaa ja välineistöä on tutkittu ja tutkitaan. Ohjaukskeinoja on käsitelty kansantalouden kannalta, yrityksen toiminnan ohjauksessa tarvittavien mittareiden ja työkalujen osalta, ja kuluttajien käyttäytymisen kannalta, liittyen mm. ilmasto- ja jätekysymyksiin. Uusia ohjauks- ja edistämiskeinoja on kokeiltu ja testattu. Ympäristöteknologian arvioinnista suurin osa kohdistuu tiettyjen teknologioiden kehittämis- ja menestymismahdollisuuksien arviointiin, mutta sivuvaikutusten ja laajempien yhteyksien tarkastelut ovat harvinaisempia.

Tuotannon ja johtamisen tutkimukset sivuavat useitakin painopistealueita yhtäaikaaisesti, samoin kuluttajien ja kulutuksen ymmärtämiseen tähtäävät tutkimukset. Myös pyrkimystä tuotannon ja kulutuksen vuorovaikutuksen ymmärtämiseen on joissain tutkimushankkeissa.

5.3 Keskeiset tutkimushaasteet ja –tarpeet

Ympäristöklusterin osaohjelmat *luonto ja luonnonvarat* sekä *yhdyskuntarakenne ja elinympäristö* kuvaavat kahta erilaista näkökulmaa ihmisen havaitsemaan ja kokemaan ympäristöön tai ominaisuuksia sen tilassa, kun taas osaohjelma *tuotanto ja kulutus* kuvaa *prosesseja*, joissa ihminen muokkaa ja vaikuttaa ympäristöönsä. Tuotanto ja kulutus esimerkiksi tarvitsevat luonnonvarojen tarjoamia ekosysteemipalveluja. Näitä riippuvuuksia käsitellään tarkemmin luvussa 2. Tässä tarkastellaan tuotannon ja kulutuksen prosesseihin liittyviä tutkimustarpeita.

Hallinnon ja elinkeinoelämän tarpeet

Ekotehokas yhteiskunta –tutkimusohjelman on tarkoitus palvella hallinnon pitkän aikavälin tarpeita ekotehokkuuden edistämiseksi tuottamalla uutta tietopohjaa. Näitä tarpeita on nostettu esiin kansainvälisessä ja kansallisessa keskustelussa.

Johannesburgin Kestävän kehityksen huippukokouksessa syksyllä 2002 hyväksytty tuotanto- ja kulutustapojen muutosta koskeva maailmanlaajuinen toimintaohjelma perustuu Suomen aloitteeseen EU:lle. Kysymys on taloudellisen kasvun ja sen haitallisten ympäristövaikutusten erottamisesta toisistaan eli irtikytkennästä, siten että samalla edistetään inhimillisten perustarpeiden tyydyttämistä. Kehittyneissä maissa tämä on jossain määrin jo onnistunut. Selvimmin ongelmallista on hiilidioksidipäästöjen ja jätemäärien vähentäminen. Muutoksia tarvitaan sekä tuotannossa että kulutuksessa.

Muutoksen aikaansaamiseksi tarvitaan markkinoiden toiminnan reunaehtojen kehittämistä, sektoritason politiikan tavoitteiden ja keinojen tarkistamista, eri osapuolten kumppanuuden kehittämistä ekotehokkaan innovaatiojärjestelmän edistämiseksi sekä tietoisuuden ja tietämyksen kasvattamista. Saavutetun edistyksen mittaamiseksi tarvitaan indikaattoreita.

Suomen kestävän kehityksen toimikunta (perustettu 3.6.1993) on laatinut kansallisen kestävän kehityksen kokonaisarvion (kommenttiversio lokakuussa 2002). Toimikunta on asettanut tavoitteita kestävän kehityksen edistymiselle Suomessa, ja arvio tarkastelee toteutuneita kehityssuuntia ja tunnistaa kipupisteitä 11 teeman puitteissa ja eräiden keskeisten mittarien valossa.

Kestävän kehityksen toimikunnan määräaika loppuu vuoden 2002 lopussa. Nyt pohditaan, minkälaiselle kestävän kehityksen koordinoinnille on tarvetta lyhyellä ja pitkällä aikavälillä. Mahdollisia toimintatavan muutoksia voisivat olla keskittymisen täsmällisempiin teemoihin ja jäsenten välisen dialogin edistäminen. Johannesburgin sitoumusten analyysi ja niistä johtuvien valmisteluprosessien koordinointi on yksi keskeinen tehtäväalue. Kansallisen ja monenlaisen kansainvälisen yhteistyön kehittäminen ja koordinoiminen nähdään kehitystarpeena.

Ympäristöhallinnolla on tarkemmin määriteltyjä tietotarpeita ekotehokkuuden ja kestävän kehityksen eri aspektien osalta. Myös muilla sektoreilla on oman tehtävänsä toteuttamiseen liittyviä tarpeita.

Kansallisella ilmastostrategialla Suomi toteuttaa Kioton ilmastokokouksessa ja EU:n taakanjaossa sovitun tavoitteen kasvihuonekaasupäästöille. Strategiaan sisältyy energiansäästöohjelma ja uusiutuvien energialähteiden edistämishjelma. Näiden toteuttaminen edellyttää edelleen sekä tekniikkaan että politiikkaan ja käyttäytymiseen liittyvää tutkimusta.

KTM:n työssä on pohdittu tuotantoa ja kulutusta kestävässä kehityksessä (Tuotanto, tuotteet ja kulutus kestävässä kehityksessä 1996) sekä ekotehokkuuden vaatimuksia mm. factor-ajattelun kautta (Ekotehokkuus ja factor-ajattelu 1998). Yhdenmetyllä tuotepolitiikalla pyritään edistämään kestävää kehitystä yhdenmetyllä ympäristönäkökohdat osaksi tuotantoa ja kulutusta koskevaa päätöksentekoa. Kestävän kehityksen toimikunnan tuotanto- ja kulutusjaosto listaa raportissaan (Tuotteet ja ympäristö 2001) tuotepolitiikkaa tukevan tutkimuksen suuntia ja piirteitä. Nämä suunnat ovat jo olleet laajankin tutkimustoiminnan kohteena. Tässä esiselvityksessä tehtävät esitykset tukevat edelleen tämän ajattelun edistämistä.

Euroopan yhteisöjen vihreä kirja yhdenmetyllä tuotepolitiikasta linjaa EU:n yhteistä tuotepolitiikkaa. Kuluttajaviraston näkemyksen mukaan vihreässä kirjassa tulisi painottaa turvallisuutta, laatua ja etiikkaa koskevia tuotestrategioita, jotta kuluttaja välttyy konflikteilta: tuote ei ole ympäristömyötäinen, ellei se täytä kuluttajan toiminnallisia ja laatuvaatimuksia. Kuluttajalla on vastuunsa, mutta kuluttajat eivät ole tärkein toimijaryhmä. Kaupan ja palvelusektorin suuresta merkityksestä muistutetaan. Kuluttajavirasto toteaa myös, että sinänsä välttämätön tuoteinformaatio ei pelkästään ohjaa kuluttajien käyttäytymistä, joka muodostuu monen asian summana. Immaterialisaatiokeskustelua kaivataan. Kuluttajan suojele tuotteiden ja ostoksiin liittyvien sopimusten turvallisuuden osalta on keskeistä myös ekotehokkuuden edistämiseksi, varsinkin kun kyseessä voi olla uudentyypisiä tuotteita tai tuote- ja palvelukonsepteja.

EU:n komissiossa on valmisteltu direktiiviluonnos energiaa käyttävien laitteiden ympäristövaikutusten ja energiatehokkuuden vaatimuksista. Toteutuessaan suunnitelma edellyttää tuoteselostetyyppisen, elinkaaren aikaisen ympäristötiedon tuottamista mm. kodinkoneista.

KTM:n ja Tekesin kannalta olisi tärkeää selkiyttää tutkimusohjelman rooli teknologian kehittämisen ja elinkeinojen edistämisen kannalta. Tuotettavan tiedon tulisi olla yritysten tutkimus- ja kehitystoiminnassa hyödynnettävissä. Pienten ja keskisuurten yritysten mahdollisuuksiin hyödyntää tietoa tulisi kiinnittää erityistä huomiota. Ekotehokkaan toimintatavan omaksuneen suuren yrityksen alihankkijat

ja muut kumppanit tulisi saada samaan toimintamalliin, missä tarvitaan sopivia työkaluja.

Liikenne- ja viestintäministeriön tarpeiden kannalta tietoon jää aukkoja nykyisessä järjestelmässä, jossa Suomen Akatemia rahoittaa perustutkimusta ja hallinto selvityksiä. Sellainen perusdata, jonka tuottaminen ei ole akateemisessa mielessä keskeistä, mutta olisi hallinnon toimien taustaksi tarpeen, jää helposti tuottamatta (esimerkiksi uhanalaisten lajien esiintyminen, joka pitäisi tietää maankäyttösuunnitelmia tehtäessä). Tilannekohtainen tiedon paikkailu ei ole kustannustehokasta eikä tuloksiltaan laadukasta.

Alueellinen eriytyminen ilmiönä on ekotehokkuuden edistämisen kannalta ongelmallinen. Teollisuuden rakennemuutos, alueiden houkuttelevuus, väestönkehitys ja asumisen valinnat ilmenevät alueellisena rakenteena ja maankäyttönä ja vaikuttavat liikenteeseen. Näiden aspektien yhdistäminen tiivistä yhteistyötä harjoittaviin tutkimusryhmiin on harvinaista, mutta olisi tarpeellista. Tähän liittyvä tutkimusidea esitellään luvussa 6.

Uusia kumppanuuksia ja toimintatavallisia innovaatioita tulisi kehittää kuntien, työnantajien, liikennepalvelujen tarjoajien ja asukkaiden välillä. Sekä tässä että ylipäätään on tärkeää tarkistaa, että eri asioihin liittyvät ohjausmallit eivät tuota ristiriitaisia tuloksia.

Tuotannon ja kulutuksen ekotehostamisessa elinkeinoelämällä on tärkeä rooli. Myös elinkeinoelämän piirissä kestävä tuotannon ja kulutuksen toimintaohjelma nähdään suurena haasteena Suomelle. Samalla pohditaan yhteiskuntien ekotehokkuuden vertailuasetelmia ja tarvittavia standardeja indikaattoreille, joiden yksiselitteisyys on oleellista.

Myös tavoitteiden tasapainottelu ja mahdolliset ristiriidat on muistettava. Kestävyys edellyttää sosiaalista ja taloudellista kestävyyttä, esimerkiksi paikalliset työllisyysvaikutukset voivat olla tärkeitä. Toiminnan varsinainen tarkoitus ei saa hämärtyä ekotehostamisessa. Työterveys ja -turvallisuus on edelleen tärkeä näkökohta ja usein edistettävissä samansuuntaisesti ekotehokkuuden kanssa.

Tuotannon asiantuntijat näkevät ekotehokkuuden edistämässä omalta kannaltaan monia tiedon ja sen käytön kehittämistarpeita. Tutkimusohjelmissa on jo kehitelty monenlaisia ympäristölaskennan työkaluja, vertailuvälineitä ja indikaattoreita. Nyt kaivataan yhtenäisyyttä, vertailukelpoisuutta tuotetasolla eri alojen kesken, käsitteiden selkiyttämistä, erityyppisten haittojen vertailun selvittämistä ja ”käyttöliittymiä” runsaaseen mutta pirstaleiseen tietoon.

Ympäristöosaamiseen, ympäristöjohtamiseen ja logistiikkaan liittyviä tietojärjestelmiä haluttaisiin kehittää jakeluketjun kattavaksi. Tässä nähdään myös vienti-mahdollisuuksia. Toisaalta parannetaan tuotetietoa, toisaalta kysynnän ja tarjonnan täsmällisempää kohtaamista hävikin ja turhan tuotannon vähentämiseksi. Tietojärjestelmiin liittyy standardisointitarvetta ja kiinnostusta järjestelmien, tietopankkien ja laskureiden yhteiskäyttöön internetin avulla.

Kiinteistö- ja rakennusklusterin Visio 2010 –työssä (31.5.2002) yhtenä osavisiona on ”Ympäristöosaaminen kansainvälisessä kärjessä”. Osoituksena kehitystyön aktiivisuudesta ovat monien kiinteistö- ja rakennusalan yritysten kehittämät ympäristönhallintajärjestelmät sekä vapaaehtoiset ympäristösopimukset. Talotekniikkalalla on panostettu ympäristö- ja elinkaariasioiden kehittämiseen. Rakennustuote-teollisuus on kehittänyt ympäristöselosteita, prosesseja ja materiaaleja. Ongelmina nähdään kysynnän puute ja siihen liittyen alan asenteet sekä hankalasti muutettavat toimintatavat, ympäristö- ja elinkaariasioita kuvaavien kriteerien ja mittareiden keskeneräisyys sekä käyttöönotto-ongelmat. Mittareita tarvitaan kaikilla tasoilla ja eri vaiheissa ja niiden tulisi myös toimia kokonaisuutena. Visiotyössä asetettiin Tekesin teknologiaohjelmille suuria toiveita.

Asiakkaan eli rakennuksen käyttäjän ympäristöohjelmien huomioonottaminen on uusi haaste kiinteistö- ja rakennuskusterille. Elinkaariajattelun kehittyminen esim. kaupan tilojen suunnittelussa merkitsee varautumista tuleviin laajennuksiin ja liiketoiminnan muutoksiin. Ympäristötietoisien asukkaan vaatimukseen tulisi voida vastata, ja asukkaan ympäristötietoisuutta kehittää.

Tuotannon edustajat haluavat ymmärtää kuluttajien käyttäytymistä. Tarjottavan ekotehokkuutta edistävän palvelun sopiminen kuluttajalle, hinnan merkitys päätöksenteossa laatu- tai eettisten aspektien rinnalla, informaation oikea kohdistaminen ja kuluttajien säästäminen ristiriitaisilta valintatilanteilta ovat esimerkkejä tietotarpeista.

Kokonaisuuksia koskevia sovellusmalleja kaivataan. Esimerkiksi sopisi ekotehokas kaupunginosa tai alue, jossa kokonaisvastuusta huolehditaan ja ekotehokkuuden kaikki aspektit käsitellään. Tällaiset mallit voivat auttaa myös ekotehokkaiden ratkaisujen viennin edistämiseksi.

Liitteessä 1 on hahmoteltu tuotantoon ja kulutukseen liittyviä keskeisiä tutkimustarpeita suhteessa tutkimusohjelman kuuteen painopistealueeseen.

6

Ohjelman painopistealueet ja keskeiset tutkimustarpeet

Ympäristöklusterin kolmen osaohjelman, luonto ja luonnonvarat, yhdyskuntarakenne ja elinympäristö sekä tuotanto ja kulutus välillä on olemassa selkeä jatkumo. Tarkastelussa edetään luontoon ja luonnonvaroihin liittyvistä kysymyksistä yhdyskuntarakenteen ja elinympäristön kautta tuotannon ja kulutuksen prosesseihin. Eri osaohjelmien väliset rajapinnat ovat vaihtelevat ja takaisinkytkennät moninaiset. Osaohjelmien rajapintoja on havainnollistettu luvussa 2 kuvissa 1 ja 2. Näitä kytkentöjä on myös tarkemmin käsitelty luvussa 2.

Jotta nämä kytkennät eivät tutkimusohjelmassa hämärtyisi, pyritään laajoihin, kokonaiskuvia muodostaviin tutkimushankkeisiin sekä pienempien hankkeiden integroimiseen kokonaisuuden osaksi. Seuraavassa esitettävät hankekokonaisuudet tarjoavat lähestymistapoja ohjelman keskeisten aihealueiden integrointiin ja syntetisointiin. Esitettävillä hankekokonaisuuksilla (6.1 – 6.4) on myös yhteistä rajapintaa, mikä liittyy ne toisiinsa laajemmaksi kokonaisuudeksi. Kaikkien kolmen osaohjelman sisällöllinen koordinointi keskenään on oleellista.

Luontevana lähtökohdana laaja-alaiselle tarkastelulle toimii malliajattelu, jossa keskeisinä elementteinä ovat luonnonkokonaisuuksien tila ja kehityssuunnat, luonnonvarojen käyttö, yhdyskuntarakenteen kehitystrendit ja tuotanto ja kulutus sekä niihin liittyvät prosessit, ja takaisinkytkentä ja siihen liittyvät prosessit. Tutkitaan mm. ohjauskeinojen ja politiikkojen vaikutuksia ja sivuvaikutuksia, jotta voidaan luoda Suomessa johdonmukainen ekotehokkuuteen vievien toimintatapojen kokonaisuus. Laajat hankekokonaisuudet kokoavat toimijoita jo olemassaolevista verkostoista ja eri tieteenaloilta. Poikkitieteellisyys ja käytännön toimijoiden ja tiedon käyttäjien integrointi tutkimukseen on vahvasti mukana hankkeissa.

6.1 Suomen malli ekotehokkaasta yhteiskunnasta

Ohjelman tuottaman tiedon integroimiseksi ja toimintaa koskevien johtopäätösten tekemiseksi tarvitaan yhteinen mallikehikko ekotehokkaan yhteiskunnan ominaisuuksista ja vuorovaikutussuhteista. Tämä malli esittää ohjelman kaikille hankkeille kysymyksen *Mitä edellytyksiä on täytettävä, jotta Suomesta tulee ekotehokas yhteiskunta?*

- Luonnon ja luonnonvarojen käytön ja hallinnan osalta
- Yhdyskuntarakenteen ja elinympäristön osalta
- Tuotannon ja kulutuksen osalta

Integroiva malli mahdollistaa potentiaalisten ristiriitojen tunnistamisen ja hallinnan keinojen etsimisen esim. uusiutuvien energialähteiden käytön kehittämisessä ja luonnonsuojeluun ja luonnonvarojen kestävään käyttöön liittyvissä kysymyksissä, jotka koskettavat kaikkia kolmea osaohjelmaa.

Hankkeessa kootaan yhteen jo asetetut määrälliset ja laadulliset tavoitteet ja sopimukset ekotehokkuuden lisäämisen ja kestävä kehityksen tavoitteiden osalta kansainväliseltä, EU- ja kansalliselta tasolta. Selvitetään, mitä lisätavoitteita tulisi asettaa, jotta täytetään ekotehokkuuden edellytykset. Mitä keskinäisiä vuorovaikutuksia ja mahdollisia ristiriitoja on edellä mainittujen tavoitteiden välillä?

Hanke koordinoi ja käyttää materiaalinaan ohjelman muiden projektien tuottamaa tietoa. Hankkeesta laaditaan esiselvityssuunnitelma ohjelman hakuun.

6.2 Käytännön tapaustutkimuksia

6.2.1 Laajat alueelliset tutkimus- ja kehittämisprojektit

Ekotehokkuuden periaatteita voidaan tutkia, kehittää, kokeilla ja edistää alueellisissa projekteissa, joissa oleellista on alueella vaikuttavien toimijoiden yhteistyö asioiden edistämiseksi. Erilaisilla alueilla ekotehokkuuden haasteet ilmenevät eri tavoin. Niinpä näitä projekteja on syytä käynnistää erityyppisillä alueilla. Näitä voivat olla jokin kasvava alue sekä tyhjenevä tai haja-asutusvaltainen alue, kuten Turunmaan saaristo tai itä- tai pohjoissuomalainen alue. Kaupungin ja maaseudun ekotehokkuuden vertailua ja vuorovaikutusta voidaan tarkastella. Tarkasteltaviin alueisiin on hyvä saada myös kesäasutusvaltainen alue.

Näissä projekteissa huomioidaan kestävä kehityksen eri ulottuvuudet. Käyttäjänäkökulmaa tuovat kuntalaiset, asukasyhdistykset, kunnan viranomaiset, maankuntaliitot, tiepiirit, ympäristökeskukset ym.

Eri tutkimusalojen yhteistyönä kerätään jo olemassa oleva tai tuotetaan tarvittava perusaineisto (mm. uhanalaiset lajit, suojelualueet ja -suunnitelmat, luonnonkokonaisuuksien/ maankäytön suunnittelukonseptit, pohjavesi, melu, loma-asuminen jne.)

Tarkastellaan ja kehitetään menettelytapoja ja työkaluja maankäytön suunnittelun ja luonnon monimuotoisuuden yhteensovittamiselle.

Kehitetään ja kokeillaan ekotehokkaaksi tarkoitettuja palvelukonsepteja, esim. etäläsnäoloon liittyviä. Peruspalvelun määritelmän osallistuvaa pohdintaa; ikääntyvän väestön tarpeet, liikenneturvallisuus; tarvittavat hallinnolliset muutokset; tarvittavat menetelmäkehitysprojektit.

Tämä alueellinen projektikonaisuus vaatii esiselvityksen esim. työpajamuodossa.

- Kootaan yhteen keskeisten alojen tutkijat ja tulosten käyttäjät.
- Selvitetään alustavan tutkimusohjelman kannalta relevantti olemassa oleva tietämys.
- Täsmennetään tutkimusongelma.
- Selvennetään keskeiset käsitteet.
- Laaditaan integroiva kehys.
- Koordinoidaan hanke ohjelman muiden hankkeiden kanssa.

6.2.2 Tapaustutkimuksia rajatuista aiheista

Ekotehokkuuden edellytysten selvittämiseksi käynnistetään rajatummissa aiheista käytännön tapaustutkimuksia, esimerkiksi seuraavia:

- Ekotehokkaan teknologian (sis. palvelu) juurruttaminen tai muu osallistuva tutkimusote.
- Ekotehokkaan yhdyskuntarakenteen tekijöiden testaaminen uusilla asuinalueilla.
- Maankäytön suunnittelu ja luonnonkokonaisuuksien huomioiminen: toimivien ratkaisujen identifiointi ja yleisempi käytettävyys.
- Ekotehokkuuden kytkentä alueen terveellisyyteen ja luonnonkokonaisuuksien toimintaan.
- Ekotehokkaan tuotteen, palvelun tai ratkaisun onnistuneen markkinoinnin tai käyttöönoton analysointi.

- Aiempien tutkimusohjelmien tulosten tai hypoteesien testaaminen.
- Muita onnistumisten tarkasteluita.

6.3 Ohjauksen, kehittämisen ja seurannan työkalut

6.3.1 Mittarit

Tutkimusohjelmissa on jo kehitelty monenlaisia ympäristölaskennan työkaluja, vertailuvälineitä ja indikaattoreita. Nyt kaivataan yhtenäisyyttä, vertailukelpoisuutta tuotetasolla eri alojen kesken, käsitteiden selkiyttämistä, erityyppisten haittojen vertailun selvittämistä ja ”käyttöliittymiä” runsaaseen mutta pirstaleiseen tietoon. Indikaattorien yksiselitteisyys on oleellista.

Ekotehokas yhteiskunta tarvitsee mittareita kansallisella, yhdyskunnan, toimialan, yrityksen, toiminnon sekä tuotteen ja palvelun tasolla. Olemassa olevista mittareista haetaan käyttökokemuksia niiden kehittämiseksi ja integroimiseksi eri tasojen välillä.

6.3.2 Tietojärjestelmät

Tiedonkeruun ja tietojärjestelmien kehittäminen on yksi keskeinen osa-alue, jota ekotehokkaaseen yhteiskuntaan tähtäävä päätöksenteko tarvitsee tuekseen. Luonnon ekosysteemeihin ja luonnon monimuotoisuuteen sekä luonnonvarojen kestävään käyttöön, yhdyskuntasuunnitteluun ja tuotantoon sekä kulutukseen liittyvä tieto on hajanaisesti eri toimijoilla: tutkimuslaitoksissa, tutkijoilla, ministeriöillä ja hallintoviranomaisilla, käytännön toimijoilla jne.

Jotta tutkimuksen, kehittämisen, suunnittelun ja strategiatyön käytettävissä olisi riittävän kattava tietopohja, tulee kehittää eri sektoreiden ja toimijoiden yhteistyönä sellaisia ympäristötiedon keruuseen ja tiedon ylläpitämiseen ja koostamiseen liittyviä järjestelmiä, jotka mahdollistavat monipuolisen tietovarannon saatavuuden. Käynnissä olevien hallinnon sisäisten hankkeiden oheen kaivataan innovatiivista kehittämishanketta. Tavoitteena voisi ensivaiheessa olla ”Ekotehokkuus”-portaali, joka kokoaa metadata-tason tietoa olemassa olevasta tiedosta, tietojärjestelmistä ja tietolähteistä. Sellaisen ympäristötietojärjestelmän kehittäminen, mikä mahdollistaisi mm. teollisuuden itse suoraan toimittamien tietojen lisäämisen järjestelmään, tulisi myös olla kehitystyön kohteena. Tähän tarvitaan hanke, jossa on sekä ympäristöalan että IT-alan asiantuntemusta.

Keskeinen kysymys on, mitä tietojärjestelmiä tarvitaan ekotehokkaan yhteiskunnan toimintojen tarpeisiin? Tarkastelun kohteena voivat olla esim.:

- Ympäristön tila ja laatu (ja samojen alueiden asukkaiden terveys/sairastavuustiedot)
- Yhdyskuntasuunnittelun ketju (maankäytön suunnittelu – kaavoitus – rakennussuunnittelu)
- Yhdyskuntarakenteen muutoksen seuranta
- Logistiikkaketjut (valmistus – kauppa – käyttäjä – jätteiden käsittely)
- Rakentamisen ketjut (suunnittelu – rakentaminen – käyttö – purku)
- Kuluttajan saama tieto: merkit yms.

6.3.3 Ohjausjärjestelmä, ohjaavat rakenteet

Ympäristöpolitiikka on sidoksissa muihin politiikan aloihin. Siihen, minkälaiset toiminnan mahdollisuudet muodostuvat ekotehokkuuden edistämiseksi, vaikuttavat politiikan lohkojen erillinen toiminta ja vuorovaikutus. Ohjausjärjestelmää ja ohjaita rakenteita on tarpeen tarkastella kokonaisuutena. Myös muu kuin ympäristöoh-

jauksen nimissä tehtävä ohjaus vaikuttaa ympäristöasioihin, esim. erilaiset verotukseen liittyvät ratkaisut. Luonnon ja luonnonvarojen, yhdyskuntarakenteen ja elinympäristön sekä tuotannon ja kulutuksen keskinäiset riippuvuudet on otettava huomioon ohjausjärjestelmää tarkasteltaessa.

Poliittisella tasolla on tarpeen katsaus nykyiseen ohjausjärjestelmään ekotehokkuuden kannalta (taloudellinen ohjaus, normiohjaus, informaatio-ohjaus, verkosto-ohjaus ja vapaaehtoiset sitoumukset). Yhdyskuntatasolla tarkastellaan maankäyttöä, kaavoitusta ja maapolitiikkaa sekä uusia talotyyppi-, kortteli- ja asuinalueratkaisuja. Lisäksi jo olemassa olevan rakennuskannan ekotehokkuutta lisääviä ohjauskeinoja on syytä tarkastella.

Yritysten ja organisaatioiden tasolla kiinnostaa erilaisten ohjauskeinojen vaikuttavuus ja omaksuminen, erityisesti vapaaehtoiset ohjauskeinot. Kuluttajan ja tuotteen tasolla uutena kysymyksenä on tuotteen ominaisuudet ekotehokkaan käytön ohjaajina. Informaatio-ohjauksen mahdollisuudet antavat aihetta monentasoisiin tutkimuskysymyksiin (esim. laajan näkemyksen muodostaminen ja sirpaletiedon sijoittaminen, informaatio-ohjauksen kehittäminen kaksisuuntaiseksi, motivointi vastuulliseen toimintaan, merkit ja mittarit kuluttajan käytössä)

Kansalaisen tasolla voidaan herättää kysymys, mitä hyvinvoinnin tasoon ja jakautumiseen vaikuttavia seikkoja liittyy ohjausjärjestelmien ominaisuuksiin.

6.3.4 Teknologian arviointi ja ennakointi ekotehokkuuden kannalta

Teknologioiden kehittyminen tuo mukanaan uusia riskejä ja mahdollisuuksia ympäristön kannalta. Teknologian ennakkoinnilla edistetään varautumismahdollisuuksia, mutta se voi toimia myös toimintaa suuntaavana, jos se yhdistetään ekotehokkuuspäämääriin. Palvelujen asemaa teknologian kumppanina on tutkittava ja arvioitava uusien konseptien ympäristövaikutuksia. Tutkimuskysymyksiä voivat olla esim. seuraavat:

- Teknologioiden tarkoitetut ja muut ympäristövaikutukset ja –riskit
- Teknologiaan liittyvät mahdollisuudet ekotehokkuuden kehittämiseen
- Palvelut teknologian kumppanina käyttäjän käytössä: ympäristövaikutukset.
- Teknologian käyttäjä ja ohjaus ekotehokkuuteen (vrt. ohjausjärjestelmä)
- Ekotehokkuutta koskeva tieto tuotesuunnittelussa, tilanne ja keinot (vrt. mittarit ja tietojärjestelmät)

6.4 Erityisiä tutkimuskohteita

Seuraavia aihepiirejä tulisi pitää esillä tutkimuksissa, joita tehdään edellä esitettyjen lähestymistapojen mukaisesti.

6.4.1 Elinympäristön laatu, terveellisyys, ja ympäristöterveys

Näiden teemojen tulisi olla esillä nykyistä laajemmin ja painokkaammin eikä pelkääntään rakentamisen osana. Kansalaisten kokemukset hyvästä elinympäristöstä tulisi selvittää. Elinympäristön haavoittuvat ryhmät (esim. lapset, vanhukset) tulee ottaa huomioon. Ympäristön tilan ja samojen alueiden asukkaiden terveystietojen vertailu antaisi uutta tietoa ympäristöterveydestä.

6.4.2 Vapaa-aika ja elämäntavat

Vapaa-aika on yhä merkittävämpi kulutusta määräävä elämäntapaan liittyvä tekijä, jolla on vahvoja liittymiä yhdyskuntarakenteeseen ja luontoon. Työelämä on vain

yksi vaihe ihmisen elämän kokonaisuudessa. Vapaa-aikaa tulisikin tutkia laajana kokonaisuutena, joka sisältää liikkumisen, harrastuksiin kulkemisen/ kuljettamisen, mökkien varustamisen ympärivuotiseen käyttöön, rantarakentamisen, luonnonkokonaisuuksien hahmottamisen, luonnon monimuotoisuuden arvottamisen, työn luonteen muuttumisen, työn ja asumisen sekoittamisen. Vapaa-ajan liikkumisen osalta esimerkiksi kulttuurimatkailu on tulevaisuudessa yhä merkittävämpi taloudellinen tekijä niin maailmalla kuin myös Suomessa. Elinvoimaisuuden ja vetovoimaisuuden kasvun lisäksi matkailuun liittyvien palvelujen tuottamisella (liikenne-, matkailu-, ravitsemus- ym. palvelurakentaminen) on työllistävä merkitys. Ympäristöterveyden ja elämäntapatekijöiden keskinäiset kytkennät liittyvät myös vapaa-aikaan. Elämäntavat ja niiden muutokset, arvot yms. pitäisi huomioida ainakin elinympäristöön kohdistuvissa hankkeissa. Suurena haasteena voitaisiin nähdä elämäntapojen saattaminen ekotehokkaampiin toteutusmuotoihin teknologian tukemana.

Ympäristöklusterin tutkimus ja kansainvälinen ulottuvuus

7

Kansainvälisen tutkimuksen hyödyntäminen kansallisesti, esimerkiksi hallintoa palvelevassa valmistelutyössä, edellyttää omaa kansallista tutkimusta. Tutkimus- alalla, jossa on voimakas kansainvälinen tutkimustoiminta, voi paikallisilla luon- toon, kulttuuriin tai yhteiskunnallisiin toimintamalleihin ja oikeuskäytäntöihin liit- tyvillä erityisolosuhteilla olla tärkeä merkitys, joten omaa tutkimusta tarvitaan. Toisaalta kun kehitetään Suomessa uutta tutkimusalaa, tarvitaan kansainvälistä verkottumista laajemman tutkijayhteisön tavoittamiseksi ja tietoperustan laajenta- miseksi. Kansainvälinen ulottuvuus on olennainen osa kestävän kehityksen tema- tiikkaa.

Monenkeskiset ympäristösopimukset ja kestävän kehityksen tukeminen

Kestävän kehityksen tavoitteeseen tähtäävät laajat monenkeskiset ympäristösopi- mukset, ns. MEA-sopimukset (Multilateral Environmental Agreements), joista kes- keisimpiä ovat ilmastopimetus (UNFCCC), biodiversiteettisopimus (CBD) ja aavi- koitumisenvastainen sopimus (UNCCC). Ekotehokas yhteiskunta -tutkimusohjel- ma nivoutuu hyvin näihin kansainvälisiin prosesseihin sekä siihen kansalliseen toi- mintaan ja implementointiin, jota kansainväliset prosessit luovat ja edellyttävät.

YK:n ilmastopimuksen (UNFCCC) Kioton pöytäkirja pyrkii maailmanlaajui- seen hiilidioksidipäästöjen vähentämiseen 5,2 prosentilla vuoden 1990-tasosta aika- välillä 2008-2012. Vähennystavoite sitoo voimaan astuessaan sopimuksessa mainit- tuja teollisuus- ja siirtymätalouden maita. Kioton sopimus mahdollistaa myös ns. joustojen hyödyntämisen helpottamaan päästötavoitteiden saavuttamista. Ensim- mäinen joustomekanismi tunnetaan päästökauppana (IET), jonka myötä yritykset voivat käydä kauppaa ylimääräisillä päästöoikeuksillaan tai ostaa tarvittaessa lisää päästöoikeuksia markkinoilta. Päästöoikeuksia, tai pikemminkin päästövähennys- todistuksia, voidaan myös hankkia projekti-kohtaisten hankkeiden kautta. Näistä hankkeista käytetään nimeä yhteistoimeenpano (JI) ja puhtaan kehityksen järjestel- mät (CDM). CDM-hankkeiden tulee päästövähennysten lisäksi edistää kestävää kehitystä, millä ymmärretään sekä sosiaalista, taloudellista että ekologista kestä- vyyttä. Päästökaupan aloittamisesta on EU:n tasolla tehty direktiiviehdotus, jonka mukaan unionin sisäinen päästökauppa aloitetaan 1.1.2005 kolmen vuoden kokeilu- na. Tähtäimessä on globaalin päästökaupan aloittaminen EU:n osalta 1.1.2008 alka- en Kioton sopimuksen mukaisesti.

Vuonna 1992 Rio de Janeirossa solmittu YK:n biologista monimuotoisuutta kos- keva yleissopimus (CBD) sisältää ne yleiset periaatteet, joita osapuolten tulee nou- dattaa biologisen monimuotoisuuden suojelussa ja kestävässä käytössä. Sopimuksen alla toimii useita eri työohjelmia, jotka keskittyvät ekosysteemitauastaiseen tarkaste- luun, mm. metsäbiodiversiteettiin, agrobiodiversiteettiin ja vesiekosysteemien mo- nimuotoisuuden suojeluun ja kestävään käyttöön liittyen. Lisäksi sopimuksen alla on neuvoteltu mm. bioturvallisuus- pöytäkirja. Viimeaikaisin biologista monimuotoi- suutta koskeva toimintaohjelma on syyskuussa 2002 Johannesburgissa kestävän kehi- tyksen huippukokouksessa (World Summit on Sustainable Development, WSSD) hy- väksytty toimintaohjelma, joka painottaa luonnon monimuotoisuuden merkitystä kestäväen kehityksen aikaansaamisessa ja maailman köyhyyden vähentämisessä.

Johannesburgin kestävän kehityksen huippukokouksessa päätettiin vähentää luonnon monimuotoisuuden köyhtymistä huomattavasti vuoteen 2010 mennessä. Suomi on myös vahvasti tuonut esille ekotehokkuuden käsitteen Johannesburgin kestävän kehityksen huippukokouksen yhteydessä.

Euroopan Unionilla on oma yhteisön biodiversiteettistrategiaa koskeva asiakirja (*A European Community Biodiversity Strategy*, 1998) ja jäsenmaat puolestaan ovat laatineet omat kansalliset strategiansa ja toimintaohjelmansa. Lisäksi EU:n tutkimuksen 5. puiteohjelmassa (Fifth Framework Programme, 1998-2002) on oma biodiversiteettiä käsittelevä kokonaisuus osiossa Globaalimuutos, ilmasto ja biodiversiteetti. Luonnonvaroja tarkastellaan lähinnä kestävän maa-, kala- ja metsätalouden osalta. Tutkimuksen 6. puiteohjelmassa (2002–2006) luonnon monimuotoisuutta ja luonnonvaroja tullaan tarkastelemaan lähinnä osiossa Globaalimuutos ja ekosysteemit.

Luonnon monimuotoisuuden suojelussa ja kestävässä käytössä on tärkeää jo olemassa olevan monimuotoisuustiedon kokoaminen ja tiedon saatavuuden parantaminen. Lukuisia kansainvälisiä aloitteita ja ohjelmia toimii jo tiedon keruuseen liittyen. Keskeisenä uutena prosessina on OECD:n aloitteena käynnistynyt biodiversiteettitiedon koostaminen. Suomi on liittynyt maksavaksi jäseneksi tähän Global Biodiversity Information Facilityyn (GBIF).

Johannesburgin Kestävän kehityksen huippukokouksessa syksyllä 2002 hyväksytty tuotanto- ja kulutustapojen muutosta koskeva maailmanlaajuinen toimintaohjelma perustuu Suomen aloitteeseen EU:lle. Kysymys on taloudellisen kasvun ja sen haitallisten ympäristövaikutusten erottamisesta toisistaan eli irtikytkennästä (*decoupling*) siten että samalla edistetään inhimillisten perustarpeiden tyydyttämistä. Kehittyneissä maissa tämä on jossain määrin jo onnistunut. Selvimmin ongelmallista on hiilidioksidipäästöjen ja jätemäärien vähentäminen. Muutoksia tarvitaan sekä tuotannossa että kulutuksessa. Muutoksen aikaansaamiseksi tarvitaan markkinoiden toiminnan reunaehtojen kehittämistä, sektoritason politiikan tavoitteiden ja keinojen tarkistamista, eri osapuolten kumppanuuden kehittämistä ekotehokkaan innovaatiojärjestelmän edistämiseksi sekä tietoisuuden ja tietämyksen kasvattamista. Saavutetun edistyksen mittaamiseksi tarvitaan indikaattoreita.

Tutkimusyhteistyö: eurooppalaiset mekanismit

COST (European Cooperation in the field of Science and Technology)

COST on 35 Euroopan maan tutkimusyhteistyön foorumi, jossa yhteistyö organisoidaan aihealoittaisiin 3-5-vuotisiin hankkeisiin (Actions). Eräs ”yhdyskuntarakenteeseen ja elinympäristöön” kiinteästi liittyvistä hankkeista on COST C8 Best Practice in Sustainable Urban Infrastructure” (Kestävän yhdyskuntatekniikan parhaat käytännöt), jonka tavoitteena on tuottaa käsikirja, jossa esitellään yhdyskuntien infrastruktuurisuunnitelmien ja hankkeiden arviointimenetelmiä ja työkaluja sekä esitellään mielenkiintoisia esimerkkikohteita (n. 50 kpl) infrastruktuurin eri aloilta (liikenne, vesihuolto, energihuolto, jätehuolto ja ns. sinivihreä infra sekä holistiset kohdealueet) ja eri maista (16 maata). Käsikirja julkaistaan vuonna 2004 (ks. <http://www.vtt.fi/rte/projects/yki4/cost/costc80.htm>).

EU:n tutkimustoiminta ja puiteohjelmat (PO5, PO6)

EU julkaisi vuonna 1990 raportin ”Green Paper on the Urban Environment”, jonka perusteella se asetti vuonna 1991 yhdyskuntakehitystä tarkastelevan asiantuntijaryhmän (Expert Group on the Urban Environment). Vuonna 1992 julkaistuun EU:n 5. Ympäristöohjelmaan (5th Environmental Action Programme) ”Towards Sustainability” sisältyi yhdyskuntia ja elinympäristöä koskeva osa ”The Sustainable Cities

Project”. Sen tuloksia (mm. European The Sustainable Cities Report 1996) sisällytettiin mm. toukokuussa 1997 julkaistuun kaupunkiohjelmaan ”Towards an urban agenda in the European Union”. Vastaavia selvityksiä ja toimenpideohjelmia on julkaistu myös muissa kansainvälisissä järjestöissä ja yhteistyöfoorumeissa. Mm. ICLEI (International Council for Local Environmental Initiatives), johon kuuluu yli 350 kaupunkia, maakuntaa tai muuta alueellista toimijaa, teki YK:n Local Agenda 21:n osana maailmanlaajuisen tutkimuksen paikallisista hyvistä kaupunkikehityksen käytännöistä.

EU:n 5. tutkimuksen puiteohjelman Cities of Tomorrow teemaan liittyviä tutkimuksista moni liittyy yhdyskuntien kehittämiseen. Tässä mainittakoon vain kaksi meneillään olevaa hanketta, joissa VTT RTE on mukana (koordinaattorina ja partnerina): PROMPT (New means to promote pedestrian traffic in cities) ja ECOCITY (Managing “Decentral Concentrated” Urban Development in Sustainable Cities). Jälkimmäisessä tavoitteena on kehittää tiivistä ja tilaasäästävää yhdyskuntarakennetta yhdistyneenä toimivaan liikennejärjestelmään ja tehokkaaseen energiahuoltoon. EU:n 5. tutkimuksen puiteohjelman Global Change, Climate and Biodiversity teeman tutkimuksista useat liittyvät luonnonsysteemien ja niissä toimivien prosessien ja syy-seuraussuhteiden ymmärtämiseen sekä keskeisten uhkatekijöiden analyysiin.

Ekotehokas yhteiskunta – tutkimusohjelman esiselvitys liittyy läheisesti myös EU:n 6. puiteohjelman Kiinnostuksen ilmaisupyynnöön (*Expression of Interest*), jonka yhteydessä on määritelty ensisijaisia aihealueita (*thematic priorities*). Tätä kirjoittaessa tutkimuksen 6. puiteohjelman teksti ei vielä ole valmistunut. Näistä Kiinnostuksen ilmaisupyynnön aihealoista tämä Ekotehokas yhteiskunta tutkimusohjelma liittyy suoraan seuraaviin:

‘1.1.6 Sustainable development, global change and ecosystems’, ja sen alla erityisesti seuraaviin osiin:

- ‘Sustainable energy systems’, (kohta 1.1.6.i), (kestävän kehityksen mukaiset yhdyskuntien energiajärjestelmät)
- ‘Sustainable surface transport’ (kohta 1.1.6.2i), (kestävät liikennejärjestelmät)
- ‘Global Change and ecosystems’ (kohta 1.1.6.3), jonka alla mm.:
- ‘Impact and mechanisms of greenhouse gas emissions and atmospheric pollutants on climate, ozone depletion and carbon sinks’ (yhdyskuntien energia- ja liikennejärjestelmien kasvihuonekaasupäästöjen arviointi)
- ‘Water cycle, including soil-related aspects’ (yhdyskuntien vesi- ja maaperäsystemien vaikutusten arviointi, rakennetun ja luonnonympäristön vuorovaikutus)

Ekotehokas yhteiskunta -tutkimusohjelman aihetta lähellä olevat EoI:ssä lisäksi Information Society technologies (1.1.2) aihealan seuraavat teemat:

- ‘Applied IST research addressing major societal and economic challenges’ (kohta 1.1.2.i) (ambient intelligence, ympäristöhallinta, kulttuuriperinnön säilyttäminen, uudet liikennemuodot, etätö, e-business ja etähallinto, fyysisen liikenteen korvaaminen sähköisellä kommunikaatiolla sekä infran rakentamisen vähentäminen)
- ‘Knowledge and interface technologies’ (kohta 1.1.2.iv) (ambient intelligence ja virtuaalidellisuus, sovellukset suunnitteluun ja hallintoon), samoin kuin kohdassa New Production Processes and Devices (kohta 1.1.3.iii), erityisesti:
- ‘Systems approach and hazard control’ (kestävä jätehuolto)
- ‘Optimising the life-cycle of industrial systems, products and services’ (rakennustuotannon ja ylläpidon teollisten järjestelmien, tuotteiden ja palveluiden elinkaari pohjainen kehittäminen)

Ekotehokas yhteiskunta – tutkimusohjelman aihepiiriä lähellä olevat EU:n (EoI) perusteella mahdollisesti liikkeelle lähtevät hankkeet (Networks of Excellence NoE ja Integrated projects IP) on pyrittävä hyödyntämään täysimääräisesti, jotta paras saatavilla oleva eurooppalainen osaaminen saadaan mukaan Suomessa tehtävään tutkimus- ja kehitystyöhön mahdollisimman nopeasti.

EU LIFE-rahoitus (DG Ympäristö)

Useimpiin Euroopan unionin rahoitusvälineisiin kuuluu osa, joka koskee suoraan tai välillisesti ympäristöä. Ympäristön LIFE-tuki on kuitenkin ainoa väline, jolla tuetaan nimenomaan yhteisön ympäristöpolitiikan toteuttamista. EU:n LIFE-rahaston erityistavoitteena on edistää innovatiivisten ja integroitujen tekniikoiden ja menetelmien kehittämistä ja jotakin seuraavista erityistavoitteista:

- (a) **Maankäytön kehittäminen ja suunnittelu:** ympäristönäkökohdat ja kestävä kehityksen näkökohdat sisällytetään maankäytön kehittämiseen ja suunnitteluun, mukaan luettuina kaupunki- ja rannikkoalueet
- (b) **Vesivarojen hallinta:** edistetään pohja- ja pintavesivarojen kestävä hallintaa
- (c) **Taloudellisten toimintojen vaikutukset:** minimoidaan taloudellisen toiminnan ympäristövaikutuksia erityisesti kehittämällä puhtaita tekniikoita ja asettamalla painopisteeksi kasvihuonekaasupäästöjen ehkäiseminen ja vähentäminen
- (d) **Jätehuolto:** ehkäistään jätteen syntymistä ja toimintoja, joissa käytetään uudelleen, hyödynnetään ja kierrätetään kaikenlaista jätettä ja varmistetaan jätevirtojen järkevä hallinta
- (e) **Kokonaisvaltainen tuotepolitiikka:** vähennetään tuotteiden ympäristövaikutuksia tarkastelemalla niiden tuotantoa, jakelua, kulutusta ja loppukäsittelyä kokonaisvaltaisesti, mukaan luettuna ympäristöystävällisten tuotteiden kehittäminen.

Useimmiten ympäristön LIFE-rahoitetut hankkeet perustuvat jo valmistuneisiin tai meneillään oleviin, onnistuneisiin ympäristöalan tutkimus-, teknologia- ja kehitysohjelmiin ja joista saadaan konkreettisia tuloksia. Tyypillinen ympäristön LIFE-tuen kohde on innovatiivinen menetelmä, joka on jo ohittanut varsinaisen tutkimusvaiheen (pienehkö tutkimuksellinen komponentti hankkeeseen voi sisältyä), muttei vielä ole edennyt laajamittaisempaan toteutukseen/ markkinoille saattamiseen. Ympäristön LIFE-tuen haku on kerran vuodessa. Hankkeet ovat varsin suuria: kokonaiskustannukset ovat yleensä 1-5 miljoonaa euroa. Vuoden 2002 hakukierroksella myönnettiin kahdeksalle suomalaishankkeelle ympäristön LIFE-rahoitusta yhteensä 3,8 miljoonaa euroa.

Suurin osa maassamme rahoitetuista 39 ympäristön Life-hankkeesta ovat lähellä ympäristöklusterin kolmannen tutkimusohjelman aihealueita. Esimerkkeinä seuraavat:

Teknillinen korkeakoulu Koulutuskeskus Dipoli: Internetpohjainen työväline pienille ja keskisuurille kuljetusyrityksille ympäristöasioiden hoidon parantamiseen.

Länsivoima Forest-SAX: Korkeajännitejohtolinjoille uusi ympäristöystävällinen teknologia, joka vähentää huomattavasti ympäröivän metsän raivaustarvetta.

Suomen ympäristökeskus: Materiaalitehokkuuden neuvontaprojekti, jossa kehitetään neuvontakeinoja, neuvotaan kohderyhmiä jätteiden synnyn ehkäisystä tuotannossa, kaupan alalla ja kotitalouksissa sekä arvioidaan neuvonnan vaikuttavuutta eri menetelmin.

Kuljetusliike A. Laurén Ky: Rakennusjätteen käsittelylaitos. Kuljetusliikkeiden, rakennusliikkeiden ja lähikuntien yhteistyöllä luodaan rakennusjätteen kontrolloitu elinkaari syntypaikalta käsittelylaitokseen ja lopulta uusiotuotteeksi.

Suomen ympäristökeskus SYKE: Alueellinen ekotehokkuus-hanke, jossa kehitetään alueellisen ekotehokkuuden ekologiset, taloudelliset ja sosiaaliset indikaattorit. Ne kvantifioidaan sekä valmistellaan pitkän aikavälin mekanismi, jolla voidaan arvioida alueen ekotehokkuuskehitystä.

Ympäristöklusterin kolmannen tutkimusohjelman Ekotehokas yhteiskunta aiheun tuloksena saatuja hanke-ehdotuksia voidaan tarvittaessa ohjata muihin sopiviin rahoituslähteisiin. Esimerkiksi EU:n LIFE-rahaston aihealueet ovat varsin samankaltaisia, joten joitakin sopivia suuria projekteja voidaan tarvittaessa ohjata LIFE-rahoituksen piiriin.

8

Näkökulmia tutkimusohjelman organisointiin ja integrointiin

8.1 Tutkijayhteisön muodostaminen, tutkijoiden välinen yhteistyö

Edellä on korostettu tutkimushankkeiden monitieteisyyden merkitystä, eri alojen tutkijoiden yhteistyötä ja tutkimustulosten integroimista politiikan kehittämistä palvelevaksi synteeksiksi. Tutkijoiden yhteistyö ja kommunikointi on merkityksellistä monella tavalla: tutkimuksen innovatiivisuuden ja tieteellisen laadun kannalta, käytännössä tarpeellisen tiedon siirtämiseksi, osaamisen ja tietämyksen kumuloiduksi ja ideoiden syntymiseksi. Monitieteinen tai periaatteessa helpompi lähitieteen alojen tutkijoiden yhteistyö ei kuitenkaan synny itsestään.

Tällaisen yhteistyön järjestämisestä on raportoitu joitakin kokemuksia sekä Suomesta että muualta Euroopasta (Friedrichs & Hollaender 1999, Markkanen et al. 2002, Otronen & Tirkkonen 2002). Kolme perusstrategiaa on tunnistettu (Hollaender 1999):

- Projektilla on alusta asti selvä tavoite, josta eri aloja edustavat tutkijat ovat yhtä mieltä. Tässä strategiassa on välttämätöntä jättää syrjään erimielisyyksiä, jotka kuitenkin on tunnistettu. Jonkin verran käsitteitä tarvitaan aluksi.
- Projekti turvautuu mittavaan verkottumiseen ja tiedonvaihtoon osallistujien kesken. Lukuisia kokouksia tarvitaan.
- Projekti perustuu yhdelle teoreettiselle lähestymistavalle, joka voi olla esimerkiksi systeemitieteellinen. Eri tieteenalojen tuotosten sovittaminen yhteiseen kehykseen on vaativaa. Riskinä on, että jotkut osallistujista joutuvat alihankkijan asemaan.

Suomessa on haastateltu tutkijoita, joilla on kokemuksia tieteidenvälisestä tutkimustyöstä (Kasanen 2001, Otronen & Tirkkonen 2002). Myönteisiä kokemuksia on tilanteista, joissa tutkimushanke tai laajempi ohjelma on alusta asti suunniteltu siten, että metodologiat ja tulokset integroidaan. Luonnontieteellistä ja yhteiskuntatieteellistä lähestymistapaa yhdistävät tutkimukset ympäristöongelmista tai –konflikteista ovat onnistuneet erityisesti, kun tutkija oli itse opiskellut molempia lähestymistapoja tai jos kysymyksenasettelu on ollut motivoiva ja luonteva eri tieteenalojen edustajille.

Ihmis- ja luonnontieteiden tutkijoiden välillä on pääsääntöisesti edelleen metodinen ja kielellinen kuilu ja syvän tutkimuksellisen vuorovaikutuksen aikaansaaminen on haasteellista. Tarvitaan jokin tutkimuslähtöinen instrumentti, jonka avulla esimerkiksi ympäristöalan tutkijat saataisiin mukaan aitoon vuorovaikutukseen. Esimerkiksi skenaariotarkastelu, mallintaminen tai tiedon tuottaminen tietyn politiikkaprosessin taustaksi voivat olla työkaluja, joilla monitieteistä tutkimusta rakennetaan ja jotka toisaalta tarvitsevat useiden eri tutkimusalojen vuorovaikutusta ja yhteistä panosta. Myös käytännön sovellukset, esim. rakennusallalla, edellyttävät monen alan asiantuntemusta yhdistävää tutkimusta.

Monitieteisissä hankkeissa menee paljon aikaa tutkijoiden keskinäisen yhteistyön ja yhteisen kielen oppimiseen. Kuitenkin mm. ympäristökysymyksissä monitie-

teisyyteen panostaminen on välttämätöntä, kun tavoitellaan hallinnollisen ja laajemminkin päätöksenteon kannalta relevanttia tutkimusta. Aina ei välttämättä päästä synergiahyötyihin. Pelkkä hankkeiden esittely seminaareissa ei vie yhteistä ymmärrystä pitkälle, eikä tue riittävästi monitieteisen tarkastelun rakentumista, vaan osallistavampia työmuotoja tulisi käyttää tutkijoiden yhteistyössä. Informaatio- ja kommunikaatioteknologia tarjoaa teknisiä verkostoitumismahdollisuuksia monitieteiselle tutkijayhteisölle. Toimintatavoissa on kuitenkin vielä paljon kehitettävää. Ohjelman yhteisten seminaarien lisäksi on järjestettävä teemakohtaisia syventäviä työpajoja.

8.2 Tulosten käyttäjien ja tutkijoiden yhteistyö

Käytännölliseen sovellettavuuteen tähtäävissä projekteissa tarvitaan usein eri alojen tutkimusta, jolloin pitää ratkaista tutkijayhteisön toimivuuden ongelmia. Lisäksi saadaan haasteeksi uusi ulottuvuus: tulosten käyttäjien osallistuminen. Parhaimmillaan osallistumisella saavutetaan kahdensuuntaisia hyötyjä: tutkijat oppivat tulosten käyttäjiltä, minkälaisia ongelmia ollaan ratkaisemassa, minkälaisessa yhteiskunnallisessa kontekstissa ja millaisten reunaehtojen puitteissa. Tutkimus voidaan suunnata ja soveltaa niin, että tulosten käyttökelpoisuus kasvaa. Toisaalta käyttäjät oppivat tutkijoilta uusia näkökulmia ja pääsevät keskustelun kautta tarkentamaan myös omia ongelmanasettelujaan ja tavoitteitaan. Lisäksi koko tutkimushankkeen ajan käytävissä keskusteluissa käyttäjät voivat saada ennakkotietoa tutkimustuloksista, ja pääsevät ripeästi hyödyntämään uutta tietoa toimintansa suuntaamisessa. Tutkijoiden ja tiedon käyttäjien yhteistyö ei synny itsestään, ja siitäkin on jo suomalaisia ja kansainvälisiä esimerkkejä (Kasanen 2001, Otronen & Tirkkonen 2002, Markkanen et al. 2002).

Saksalaisella kielialueella tällaista tutkimusyhteistyötä kutsutaan transdisiplinääriseksi. Transdisciplinarity- aiheisessa konferenssissa (Thompson Klein et al. 2001) esiteltiin useita tutkimushankkeita, joissa käyttäjien tai yhteiskunnallisen intressin edustajilla on ollut merkittävä osuus, ja osallistuminen on organisoitu tietoisesti. Esimerkkeinä vihreän sähkön standardien luominen Sveitsissä, maaseutualueiden esikaupungistumisen osallistuva suunnittelu Itävallassa, Urban revitalization –hanke Tanskassa, osallistuva teknologian arviointi politiikassa, ja suomalaisen LINKKI2-ohjelman osallistumiskokemukset.

LINKKI2-ohjelman kokemusten perusteella voidaan sanoa, että tarvitaan alusta asti ajatus siitä, millä tavalla (esim. energiansäästöä edistäviä) ”tuotteita” saadaan kehitetyksi tutkimustulosten perusteella (Kasanen 2001). Tämä prosessi vaatii tulosten käyttäjiltä runsasta paneutumista ja omakohtaista sitoutumista. Jotta tutkimuksen tulokset saataisiin käyttökelpoiseen muotoon, tarvitaan tutkijoiden lisäksi muita voimavaroja. Tutkimusraportit ovat harvoin sellaisenaan käyttökelpoisia käyttäjien tarpeisiin, eivätkä tutkijat välttämättä osaa tuottaa käyttäjille sopivia tuotteita.

Biodiversiteettitutkimusohjelma FIBREn toisessa vaiheessa käynnistettiin ohjelman integraatio ja synteesihanke BITUMI (biodiversiteettitiedon soveltaminen), joka kehitti uusia menettelytapoja tutkijoiden ja tiedonkäyttäjien välisen vuorovaikutuksen rakentamiseen. Mm. yhteistyöryhmätoiminnan kautta pyrittiin syventämään omassa työssään luonnon monimuotoisuutta koskevaa tietoa tarvitsevien tiedonkäyttäjien ja ohjelman tutkimusryhmien yhteistyötä. Yhteistyöryhmissä tehty työ myös pitkälle määritteli sen, millaisia lopputuotteita FIBREn eri osa-alueilta työstetään erityisesti tiedonkäyttäjien tarpeisiin. Keskeinen havainto eri osapuolilta oli, että askel tieteellisestä tutkimustuloksesta toimivaan käytännön sovellukseen ja ohjeistukseen vaatii tiedon tuottajan ja käyttäjän välistä tiivistä vuorovaikutusta hankkeen suunnitteluvaiheesta saakka. Tutkijoilla pitäisi olla mahdollisuus ja valmius haastaa tulosten hyödyntäjät, esim. päätöksentekijät ja päinvastoin. Hyvin

toimiessaan yhteistyö voi olla tuloksellista, palkitsevaa ja uutta luovaa (Markkanen et al. 2002, Otronen & Tirkkonen 2002).

Julkisen sektorin, liike-elämän ja kolmannen sektorin kumppanuudesta on jo kokemusta rakennusosalalla. Tutkimuksen nivominen tähän kumppanuuteen voisi olla seuraava haaste. Eri alojen yritysten välinen ja tutkimustakin koskeva verkottuminen on lupaavassa alussa (esim. eProM). Käyttäjätahopohjan laajentamisen mahdollisuudet tulisi harkita mahdollisimman varhain jo hankkeiden valmisteluvaiheessa.

Politiikan ja tutkimuksen maailman väliin tarvitaan ihminen ja foorumi sillanrakentajaksi. Yhteistyötä rakentamaan tarvitaan tutkijataustainen virkamies tai päinvastoin: perillä molempien maailmojen kielestä ja toimintatavoista. Viranomaisen ja tutkijoiden välistä dialogia tulisi ammattimaisesti rakentaa ja tämän toiminnon ylläpitämiseksi tarvitaan foorumi, jossa tutkijat ja ympäristöpolitiikan päättäjät voivat rakentaa uusimpaan tutkimustietoon pohjautuvaa näkemystä päätöksenteon tueksi.

8.3 Tiedottaminen ja tiedonvälitys

Ekotehokkaan yhteiskunnan edistämässä tiedon perille saanti eri toimijoille on keskeinen haaste. Ekotehokkuutta tukevien toimintamallien motivointi on lopputuloksen kannalta kaikkein haasteellisin tekijä. Tutkimusohjelman tiedottamiseen tulee panostaa. Synteesihakuisten, päätöksentekoa paikallisella, alueellisella ja kansallisella tasolla tukevien koosteiden rakentaminen on ohjelmassa keskeistä. Tutkimushankkeiden suunnitteluvaiheessa tulee arvioida ja tunnistaa keskeiset tiedon käyttäjätahot. Tutkimusaiheesta ja tuloksen sovellettavuudesta riippuen tulee harkita soveltuvat julkaisukanavat, esitystavat ja erilaisten asiantuntijoiden osallistuminen. Tutkimushankkeilta tulee edellyttää tiedotussuunnitelma, jonka laadintaan käyttäjien edustus voi osallistua vastaavasti kuin hankkeiden tavoitteiden kirjastamiseenkin. Tutkimusohjelman tasolla on harkittava julkaisupolitiikka: esim. onko ohjelmalla oma sarja vai käytetäänkö hyväksi jo olemassa olevia julkaisukanavia. Tutkimusohjelmassa tulosten tulisi olla myös elektronisessa muodossa kaikkien käyttäjien saatavilla, riippumatta siitä missä julkaisukanavassa ne on julkaistu. Mahdollisia tiedonvälityskanavia ovat mm.

- tieteelliset loppuraportit
- tieteelliseen keskusteluun osallistuminen
- yleistajuiset raportit ja yhteenvedot
- hankkeen omat www-sivut
- yhteiskunnalliseen ja ammatilliseen keskusteluun osallistuminen eri medioissa
- tiedon välittäminen suoraan aiotuille kohderyhmille.

8.4 Johtopäätökset ohjelman organisointiin

Yhteistyön (monitieteinen tutkimus, tutkijat ja tiedon käyttäjät) ja koordinaation (hankkeet ja tutkimusohjelma) vahvuuksien rakentaminen edellyttää perusteellista valmistelua sekä koko tutkimusohjelman että yksittäisten tutkimushankkeiden osalta. Ympäristöklusterin alaan liittyvää tutkimustietoa on jo olemassa paljon, mutta tieto on hajallaan ja vaikeasti koottavissa tai se ei ole yhteismitallista. Valmistelukeinona monialaisten laajojen koordinoitujen hankkeiden rakentamiseen voisivat olla esitutkimukset, joissa organisoidusti, esim. työpajojen avulla,

- Kootaan yhteen keskeisten alojen tutkijat ja tulosten käyttäjät
- Selvitetään tutkimusohjelman ja hankkeen kysymyksenasettelun kannalta relevantti olemassa oleva tietämys
- Täsmennetään tutkimusongelma

- Selvennetään keskeiset käsitteet
- Laaditaan integroiva kehys

Tässä yhteydessä voisi olla käyttökelpoinen menettelytapa myös ideapörssi, jossa yritykset, organisaatiot, järjestöt ja kunnat voisivat ilmoittautua tutkimuksen kohteiksi ja testausalustoiksi valitsemistaan teemoista. Tätä tarkoitusta varten tutkimusohjelman haun yhteydessä avataan ympäristöklusterin nettisivuille linkki, jossa ilmoittautuminen voi tapahtua. Ideapörssiin osallistumisesta tulisi mahdollisia käyttäjätahoja informoida räätälöidysti.

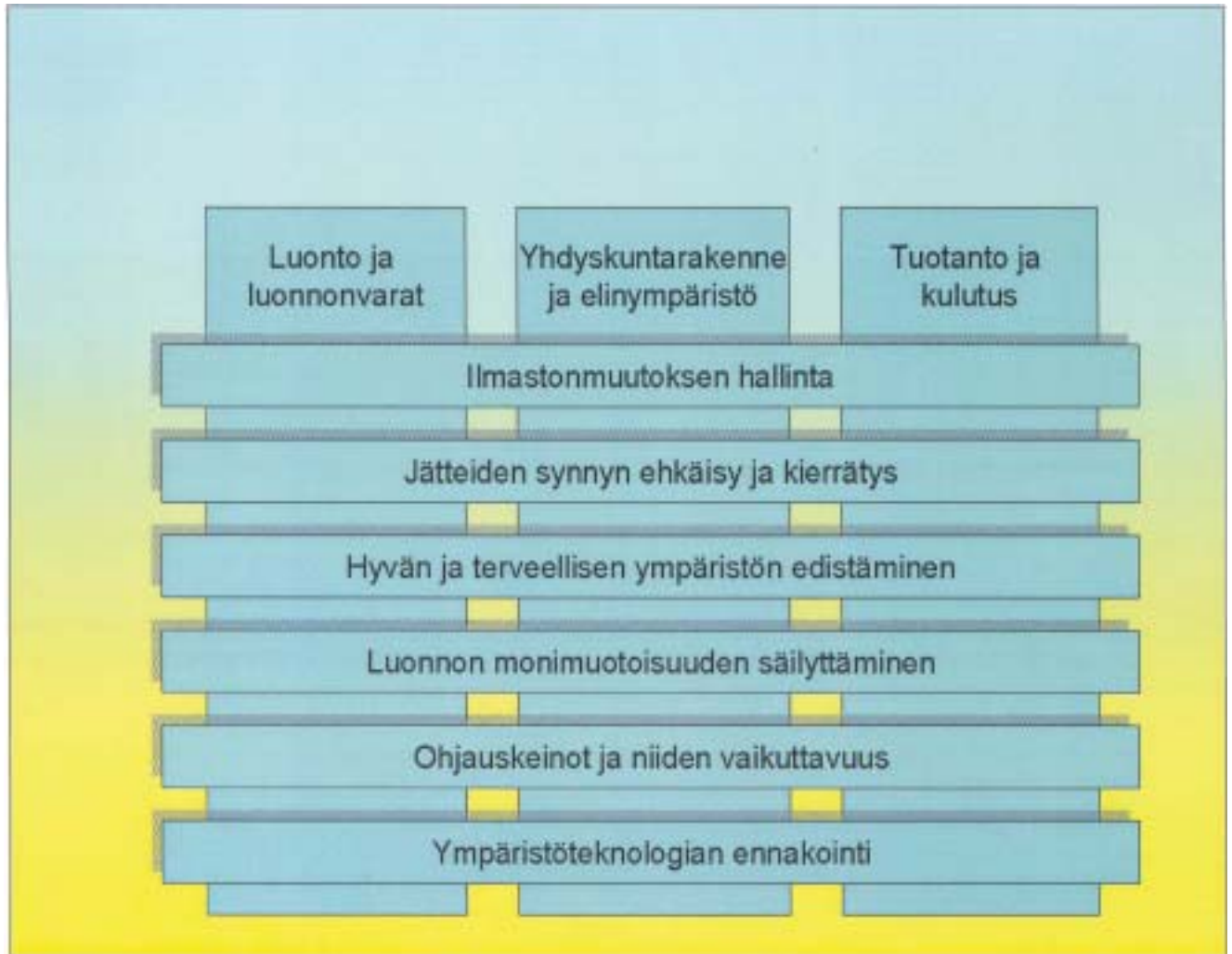
Tutkimusohjelman toimivuuden, vaikuttavuuden ja synergiaetujen syntymisen turvaamiseksi resursseja tarvitaan mm. seuraaviin koordinoiviin toimintoihin:

- Tutkimusohjelman sisällöllinen koordinointi; synteasihakuisuus.
- Tutkimushankkeiden välinen yhteistyö, tulosten integrointi ja käytännön osallistuminen (käytännön toimijoiden vahva mukaantulo keskusteluun).
- Ympäristöpolitiikan ja tutkimuksen välisen foorumin kehittäminen, jossa keskeinen rooli on toimia keskustelun organisoijana ja keskeisten aihealueiden tunnustajana.
- Käytännön kannalta olennaisten lopputuotteiden tunnistaminen ja niiden kehittämisen tukeminen.
- Tutkimusohjelman kansallinen ja kansainvälinen aseointi.
- Tutkimusohjelmaan liittyvä tiedottaminen ja yhteistyö tiedotusalan ammattilaisten kanssa.
- Tutkimusohjelman hallinnollinen koordinointi.

- Alueidenkäytön tiedon hallinta. 1999. Esiselvitys alueidenkäytön tietojärjestelmien kehittämistä. Ympäristöministeriön moniste 54. Helsinki. 38 s.
- Arvola, A., Kasanen, P. 1996. Kuluttajien käyttäytyminen ja energiansäästö. LINKKI-tutkimusohjelman loppuraportti. Kauppa- ja teollisuusministeriön tutkimuksia ja raportteja 3/1996. Helsinki 1996. 168 s.
- Autio, S. & Lettenmeier, M., Ekotehokkuus. Business As Future. 2002. Yrityksen ekoteho-opas. TKK Koulutuskeskus Dipoli. Dipoli-raportit C ,Espoo.
- Azar, C., Holmberg, J. & Karlsson, S. 2002. Decoupling - past trends and prospects for the future. A report for the Swedish Environmental Council 2002:2.
- COST C8 Towards Sustainable Urban Infrastructure, Assessment, Tools and Good Practice (draft 16 October, 2002). 69 p.
- Ekotehokkuus ja factor-ajattelu. 1998. Kauppa- ja teollisuusministeriön työryhmä- ja toimikuntaraportteja 1/1998. Ekotehokkuustyöryhmä. Helsinki, 45 s.
- Elinympäristön seurannan kehittäminen. 2002. Työryhmän raportti. Suomen ympäristö 545. Helsinki. 140 s.
- EnDic2000. Maastik, A., Heinonen, P., Hyvärinen, V., Kajander, J., Karttunen, K., Ots, H. & Seuna, P. 2000. EnDic2000. SYKE, Helsinki.
- European Sustainable Cities Report. 1996. Expert group on the Urban Environment. European Commission. Brussels.
- Folke, C., Carpenter, S., Elmqvist, T., Gunderson, L., Holing, C.S., Walker, B., Bengtsson, J., Berkes, F., Colding, J., Danell, K., Falkenmark, M., Gordon, L., Kaspersen, R., Kautsky, N., Kinzig, A., Levin, S., Mäler, K.-G., Moberg, F., Ohlsson, L., Olsson, P., Ostrom, E., Reid, W., Rockström, J., Savenije, H. & Svedin, U. 2002. Resilience and sustainable development: building adaptive capacity in a world of transformations. A report for the Swedish Environmental Council 2002:1.
- Friedrichs, J. & Hollaender, K. (toim.) 1999. Stadtökologische Forschung. Theorien und Anwendungen. Stadtökologie VI. Analytica, Berlin. 501 s.
- Hallanaro, E.-L., Lindholm, M., Paija, V., Putkuri, E. & Välimäki, J. 2000. Suomen Luonto CD-Facta. Suomen ympäristökeskus & WSOY.
- Halme, T. & Kalenoja, H. 2002. Kohti kestävästä yhdyskuntarakennetta ja liikennejärjestelmää - tuloksia LYYLI-tutkimusohjelmasta. LYYLI-raporttisarja 32. Helsinki. 40 s.
- Harmaajärvi, I., Huhdanmäki, A. & Lahti, P. 2001. Yhdyskuntarakenne ja kasvihuonekaasupäästöt. Suomen ympäristö 522. Helsinki. 64 s.
- Heikkilä, M., Santasalo, T. & Karppinen S. 1996. Suomalaisia kävelykeskustoja. Suomen ympäristö 23. Helsinki. 146 s..
- Heinonen, S. (toim.) 2002a. Ekoetätyön profiileja - Workshop. VTT Tutkimusraportti RTE 2205/02, 50 s.
- Heinonen, S. 2002b. Etätyön ekohallittu käyttöönotto - asumisen, työn ja liikkumisen kaupunkirakenteellisen uusia ympäristövaikutukset. Helsinki (luonnos 26.11.2002). 120 s.
- Heinonen, S. 2000. Etäläsnäön liikenteelliset ja ympäristölliset vaikutukset. LYYLI raporttisarja 21. Helsinki. 135 s.
- Heinonen, S. & Lahti, P. 2002. Sustainable, Competitive or Good Cities - Bake a Cake or Make a Fake? Futura 2/2002. Helsinki. p. 108-120.
- Heinonen, S., Hietanen, O., Kiiskilä, K. & Koskinen, L. 2002. Kestääkö tietoyhteiskunta? Käsiteanalyysia ja alustavia arvioita. eTieto-hankkeen 1. väliraportti. Turku.
- Heinonen, S., Huhdanmäki, A., Kalenoja, H. & Kiiskilä, K. 2000. Yhdyskuntarakenteen ja liikennetarpeen muutokset suomalaisissa kaupungeissa vuoteen 2020. LYYLI-raporttisarja 19, 138 s.

- Heiskanen, E., Halme, M., Jalas, M., Kärnä, A. & Lovio, R. 2001. Dematerialization: The Potential of ICT and Services. *The Finnish Environment* 533. Helsinki. 240 s.
- Hoffrén, J. 1998. Materiaalivirtatilinpito luonnonvarojen kokonaiskulutuksen seurantavälineenä. *Suomen ympäristö* 257, Ympäristöpolitiikka. Ympäristöministeriö. Oy Edita Ab, Helsinki.
- Hoffrén, J. 2001. Measuring the Eco-efficiency of Welfare Generation in a National Economy. The Case of Finland. *Acta Electronica Universitatis Tampensis* 149.
- Hollaender, K. <http://www.itas.fzk.de/deu/TADN/TADN397/schwer.htm#schwer7> 18.11.1999.
- Honkasalo, A. 2000. Eco-efficiency, Entrepreneurship and Co-operation: The Finnish Environmental Cluster Research Programme (Chapter 9, pp. 137-142 in OECD Publication "Innovation and the Environment", 148 p. OECD 2000, <http://www1.oecd.org/publications/e-book/9200111E.pdf>).
- Inkeröinen, J. (toim.) 2001. Ekotehokkuus, yhteistyö ja yrittäminen. Ympäristöklusterin tutkimusohjelman ensimmäisen vaiheen (1997-1999) tuloksia. *Suomen ympäristö* 474. Helsinki. 220 s.
- International Household and Family Research Conference 2002: Consumers and families as market actors. Abstraktit, Helsinki 2002.
- Jansson, Å, Folke, C. & Langaas, S. 1999. Linking freshwater flows and ecosystem services appropriated by people: the case of the Baltic Sea drainage basin. *Ecosystems* 2: 351-366.
- Jansson, Å. 2002. Quantifying ecosystem services from regional to local scales. Examples from the Baltic Sea drainage basin. PhD thesis. Stockholm University.
- Kahilainen, J. 2000. Kohti kestävää verkostoyhteiskuntaa. Kestävä kehitys ja tietoyhteiskunta. *Suomen ympäristö* 409. Helsinki. 66 s.
- Kasanen, P. 2002. Energiansäästöön päätöksenteko ja käyttäytyminen - LINKKI 2 -tutkimusohjelman loppuraportti. LINKKI 2 Energiansäästöön päätöksenteon ja käyttäytymisen tutkimusohjelma, julkaisu 27/2002. Helsinki. 79 s.
- Kasanen, P. 2001. Tieteidenvälinen tutkimus ja politiikan haasteet - havaintoja onnistumisen edellytyksistä. S 67-75 teoksessa Tuhkanen, Sakari, Lahti, Mikko, Tantarimäki, Sami, Karjalainen, Ville (toim) Tutkimusretkistä paikkatietojärjestelmiin - matkalla kulttuurimaantieteen maailmoissa. Turun yliopiston maantieteen laitoksen julkaisuja N.o 164. Turku.
- Kasanen, P., Savolainen, M. 1992. Jakelujärjestelmän ja kuluttajan roolin muutosten vaikutus energian kulutukseen. Helsingin yliopiston sosiaalipsykologian laitoksen energijulkaisu ja 7/1992. Helsinki. 107 s.
- Kiinteistö- ja rakennusklusterin visio 2010. Raportti 2. Helsinki 31.5.2002. 44.s.
- Koski, K. 2001. Kaupan suuryksiköiden vaikutusten selvittäminen ja arviointi. Ympäristöministeriö, alueidenkäytön osasto. Oy Edita Ab. Maankäyttö- ja rakennuslaki 200. Opas 4, Helsinki. 88 s.
- Lahti P. 2002. Matala ja tiivis kaupunki. Ympäristöministeriö, Rakennustieto Oy, VTT. Tampere. 128 s.
- Lahti, P., Ekberg, J., Himanen, V., Tamminen, E., Mankki, P., Saarikoski, K., Pajakkala, P. & Tolsa, H. 1985. Yhdyskuntarakenteen kehitysnäkymät, erityisesti yhdyskuntatekniikan ja teknologian kehityksen näkökulmasta. VTT, YM, Suomen Kaupunkiliitto, Suomen Kunnallisliitto. Suomen Kaupunkiliiton julkaisusarja C 109. Espoo. 265 s.
- Lahti, P. & Harmaajärvi, I. 1992. Yhdyskuntarakenne ja kestävä kehitys, kansainvälisiä kokemuksia. Ympäristöministeriö, kaavoitus- ja rakennusosasto Tutkimusraportti 1/1992. Helsinki. 92 s.
- Lahti, P. 1996. Yhdyskuntarakenne ja infrastruktuuri. Kaupunkien kehittämistyöryhmän julkaisu III. Sisäasianministeriö 3/1996. Helsinki. 35 s.
- Lahti, P., Heinonen, S., Koski, K. & Tolsa, H. 1997. Kestävä kehitys aluerakenteessa, kansainvälisiä näkemyksiä, suomalainen sovellus. *Suomen ympäristö* 109. Helsinki. 121 s.
- Lievonen, J. 2002. Kestävä kehitys kansallisissa teknologian ennakointihankkeissa, Työsuunnitelma. Espoo. 10 s.
- Liikanen, H-L. 2001. Hyvän asumisen ja elämisen elementit. *Suomen ympäristö* 531. Ympäristöministeriö. Helsinki. 76 s.
- LYYLI - Ympäristövaikutuksiltaan edullinen yhdyskuntarakenne ja liikennejärjestelmä. Tutkimus- ja kehittämisohjelman yhteenveto ja arviointi. Liikenne- ja viestintäministeriö. Julkaisuja 42/2002. Helsinki 2002. 44 s.

- Markkanen, S., Vieno, M. & Walls, M. 2002. Finnish Biodiversity Research Programme FIBRE (1997-2002). Summary Report. Turku. 154 s. ISBN 951-29-2329-7.
- Melukylä vai mansikkapaikka? Asukkaiden ja asiantuntijoiden näkemyksiä asuinalueiden terveellisyydestä. Suomen ympäristö 467. Helsinki 2001. 187 s.
- Otronen, M. & Tirkkonen, J. 2002. Biodiversiteettitutkimusohjelma FIBRE:n kansallinen vaikuttavuus. Raportti. Turku. 47 s. ISBN 951-29-2328-9.
- Rautiainen, M. 2001. Kaupunkikuvan arvioiminen. Selvitys kaupunkikuvaindikaattoreista. Suomen ympäristö 502. Helsinki. 76 s.
- Research Programme for Urban Studies 1998-2001. Evaluation report. Publications of the Academy of Finland 5/02. Helsinki 2002. 19 p.
- Rissa, K. 2001. Ekotehokkuus - vähemmästä enemmän. Ympäristöministeriö, Helsinki.
- Schmidt-Bleek, F. 2000. Luonnon uusi laskuoppi, ekotehokkuuden mittari MIPS. Suomentanut ja valikoiden toimittanut Michael Lettenmeier. Gaudeamus, Helsinki.
- Senge P. M. & Carstedt, G. 2000. Innovating Our Way to the Next Industrial Revolution. MIT Sloan Management Review, Winter.
- Seppälä, J. & Salo, J. 2001. Luonnonkokonaisuuksien hoito. Raportti. Turun yliopisto. 39 s.
- Strandell, A. 1999. Asukasbarometri 1998. Suomen ympäristö 343. Helsinki. 108 s.
- Thompson Klein, J. et al. (toim.) 2001. Transdisciplinarity: Joint problem solving among science, technology, and society. Birkhäuser Verlag, Basel. 332 s.
- Tilastokeskus (Erkki Niemi). Kansanvarallisuus 1990-2001. Koko maa varatyypeittäin. Taulukkosarja. Kansanvarallisuus selvitys 2001. Päivitys 21.10.2002. 6 s.
- Tuotanto, tuotteet ja kulutus kestävässä kehityksessä. Kauppa- ja teollisuusministeriön työryhmä- ja toimikuntaraportteja 22/1996. Helsinki 1996. 50 s.
- Tuotteet ja ympäristö - raportti yhdenmennyttä tuotepolitiikasta. Kauppa- ja teollisuusministeriön työryhmä- ja toimikuntaraportteja 15/2001. Helsinki 2001. 46 s.
- Uuskallio, I 2001. Arvostetut asuinsijat. Asuinalueiden arvostuksen sosiokulttuurinen analyysi 1900-luvun Helsingissä ja Tehtaankadulta etelään. Helsingin kaupungin tietokeskus. Tutkimuksia 2001:8, Helsinki, 300 s.
- Walls, M. Vieno, M. & Peltola, E. (toim.) 1999. Biodiversiteettitutkimusohjelma FIBRE. Monimuotoinen luonto - monitieteellinen näkökulma. Kooste tuloksista 1997-99. Suomen Akatemian julkaisuja 5/99.
- Ympäristön ja kehityksen maailmankomissio. 1987. Yhteinen tulevaisuutemme. Ympäristön ja kehityksen maailmankomission raportti. (Ulkoasiainministeriö ja) Ympäristöministeriö ja Valtion painatuskeskus, Helsinki. Suomenkielisen laitoksen toimituskunta: R. Rautiainen, P. von Boguslawsky, U-R. Soveri, J. Vuorimies, T. Lohse, S. Honkanen.
- YTV 2002. Maankäytön ja liikenteen suunnittelun keinoja ilmansuojelun ja meluntorjunnan edistämiseksi. Pääkaupunkiseudun julkaisusarja B 2002:9. 136 s.



1. Luonto ja luonnonvarat

Seuraavassa on hahmoteltu luonto ja luonnonvarakysymykseen liittyviä keskeisiä tutkimustarpeita suhteessa ympäristöklusterin tutkimusohjelman kuuteen painopistealueeseen.

1.1. Ilmastonmuutoksen hallinta

Ilmastonmuutoksen hallintaan ja uusiutuviin luonnonvaroihin liittyvä tutkimus

- Potentiaalisten ympäristöpoliittisten ja ympäristöllisten ristiriitojen identifiointi, hallinta ja ohjauskeinot suhteessa Kioton mekanismien toteutukseen; mm. luonnon monimuotoisuuden ja ekosysteemien toiminnan turvaaminen sekä maisemansuojelu suhteessa hiilinielukykyyn ja metsittämiseen
- Ilmastonmuutokseen sopeutuminen ja vaikutusten arviointi; mm. metsänhoitomenetelmien muutostarpeet, viljelymuutokset, ravinteiden huuhtoutumisen hallinta
- Potentiaalisten ristiriitojen identifiointi, hallinta ja ohjauskeinot suhteessa uusiin energiamuotoihin (esimerkiksi tuulivoima vs. maisemansuojelu; puu pie-

nissä kattilalaitoksissa /hajautettu energiatuotanto ja pienpoltto vs. ilmansuojelu ja terveysvaikutukset)

Ilmastomuutoksen hallintaan ja luonnonvaroihin liittyvä tutkimus on selkeästi ekotehokkuuteen kytkeytyvä uusi alue, jonka tutkimuksessa tarvitaan integroitua ja poikkitieteellistä lähestymistapaa.

1.2. Jätteiden synnyn ehkäisy ja kierrätys

Jätteet, päästöt ja haitalliset aineet ympäristössä

- Jätteiden synnyn ehkäisy
- Innovatiiviset menetelmät jätteiden seurantaan ja uudelleen käyttöön
- Jätteet luonnonvarana
- Uusiomateriaalien käyttöön liittyvä liiketoimintamahdollisuus
- Vertaileva tutkimus eri jätepoliittisten vaihtoehtojen vaikutuksista
- Riskinarviointiin liittyvien menetelmien kehittäminen
- Haitalliset aineet ekosysteemeissä: seurannan kehittäminen ja altistustiedon parantaminen (mm. päästöt vesiekosysteemeihin)

1.3. Hyvän ja terveellisen ympäristön edistäminen

Luonto, luonnonvarat ja maankäytön suunnittelu

- Maankäytön suunnittelun, ml. metsä- ja suojelualuesuunnittelun, menetelmällinen kehittäminen ekotehokkuuden näkökulmasta
- Ekosysteemien moninaiskäytön kvalitatiivisten ja kvantitatiivisten elementtien tarkastelu suhteessa ekotehokkuuteen
- Luonnon monimuotoisuuden ja terveellisen ympäristön yhteys; ekosysteemin terveen toiminnan merkitys yhdyskuntien toiminnoille
- Mittaus-, seuranta- ja indikaattorimenetelmien tutkimus, mukaanlukien sosioekonomisten indikaattorien kehittäminen.

1.4. Luonnon monimuotoisuuden säilyttäminen

Luonnonsysteemien ja sosio-ekonomisten systeemien vuorovaikutus

- Luonnonsysteemien ja sosio-ekonomisten systeemien vuorovaikutuksen laaja-alainen tutkimus
- Ekologisten systeemien terveen toiminnan tuottamien ns. ekosysteemipalvelujen merkityksen arviointi ja ymmärtäminen yhteiskunnan toimintojen kannalta, mukaan lukien taloudelliset toiminnot
- Luonnon monimuotoisuuden käyttö indikaattorina kuvaamaan ekosysteemin tervettä toimintaa ja tuotettavia ekosysteemipalveluja (monimuotoisuuden merkitys ekosysteemien toiminnoille)
- Ekosysteemipalvelujen merkitys uusiutuvien luonnonvarojen käytettävyydelle
- Mikä on tutkimustiedon valossa luonnonvarojen kestävä käytön taso ja keinot käyttää luonnonvaroja valikoivasti?

1.5. Ohjauskeinot ja niiden vaikuttavuus

Ohjauskeinot

- Uudet vapaaehtoiset ohjauskeinot (esim. Etelä-Suomen metsien suojelun keinovalikoima): vaikuttavuus, hyväksyttävyys, yleistettävyys
- Eri ohjauskeinojen yhteisvaikutukset
- Ohjauskeinojen vaikuttavuuden seurantamenetelmien kehittäminen, jotka olisivat käytössä ympäristöpolitiikan linjaamisessa ja strategiatyössä (esim. vesipolitiikan puitteiden direktiivin ohjaava vaikutus)
- Ympäristötilinpitojärjestelmien ja niihin liittyvien menetelmien ja tietopohjan kehittäminen (laaja-alaisen ympäristötaloustieteellisen ja ympäristöekologisen tutkimuksen tarve). Kansantalouden tilinpidon materiaali-intensiteetin tarkastelujen ja toisaalta hyödykkeiden elinkaaria koskevien tietojen yhdistäminen

luo tietopohjaa ympäristöpolitiikalle (ks. Luku 5). Tilinpitojärjestelmien kehittäminen antaa myös uusia mahdollisuuksia kvantifioida ympäristöpolitiikan vaikutuksia. (ks. Luku 5)

- Ympäristöpoliittisten ja taloudellisten ohjauskeinojen mahdollisuudet ekotehokkuuden ja luonnonvarojen kestäväen käytön edistämässä (skenaariotarkastelut ja ympäristövaikutusten arvioinnin ja sosiaalisten vaikutusten arvioinnin edelleen kehittäminen; tarvitaan osaamista mm. seuraavilta alueilta: luontoosaaminen, kaupunkiekologia, yhdyskunta- ja maisemasuunnittelu, kaavoitus, paikkatietojärjestelmien kehittäminen, ympäristötaloustiede ja ekologisten vaikutusten arviointi)
- Ohjauskeinojen sosiaalisen hyväksyttävyyden tutkimus

Ympäristötiedon ja ympäristötietoisuuden lisääminen

- Miten luoda riittävä tietoisuus luonnonvarojen ekotehokkaasta käytöstä ja luonnonkokonaisuuksien hoidosta?
- Mahdollisuus yhteishankkeen toteuttamiseen opetussektorin kanssa esimerkiksi pilotin muodossa teema-alueena ekosysteemin lähestymistapa ja luonnonkokonaisuuksien hoito

1.6. Ympäristöteknologian ennakointi

Uusien teknologioiden vaikutukset ekosysteemiprosesseihin ja ekosysteemipalveluihin

- Logistiikkaan ja kuljetuksiin liittyvät teknologiat
- Mobiiliteknologiat ja langattomat teknologiat (ml. paikkatietosovellukset)
- Tuulivoimaan liittyvät maankäytölliset kysymykset ja sosiaaliset vaikutukset (vertailu)
- Uusiutuviin energialähteisiin liittyvät teknologiat; biopolttoaineen käyttöönottoon liittyvä ennakointi (mm. kuljetukset); hakkuujätteen käyttöönoton monimuotoisuusvaikutukset

2. Yhdyskuntarakenne ja elinympäristö

Seuraavassa on hahmoteltu yhdyskuntarakenteeseen ja elinympäristöön liittyviä keskeisiä tutkimustarpeita suhteessa tutkimusohjelman kuuteen painopistealueeseen.

2.1. Ilmastonmuutoksen hallinta

Yhdyskuntarakenteeseen sijoittuvien toimintojen vaikutukset kasvihuonekaasupäästöjen syntymiseen

- Liikennetarve, kulkutapajakauma, henkilöautoriippuvuus
- Uudet energiahuoltoratkaisut (mm. hajautettu energiahuolto, sähkön ja lämmön yhteistuotanto, omavaraisuuden kasvattaminen, lähienergia, matalaenergiatalot, uusiutuvien energialähteiden hyödyntäminen) ja niiden soveltuminen erilaisiin yhdyskuntarakenteellisiin olosuhteisiin
- Maanalaisen rakentamisen/kalliorakentamisen ekologiset ja toiminnalliset edut ja haitat
- Ympäristöriskit/ilmastonmuutos (riskinarviointimenetelmät, herkkyystarkastelu)

Esim. Poikkeuksellisten luonnonilmiöiden vaikutukset rakennusten ym. yhdyskuntarakenteiden mitoittamiseen

- Kuntien ilmestopolitiikan kehittäminen (tavoitteisiin sitouttaminen ja sen keinot, tehokkuus, ympäristöjohtaminen, kuuluu myös ohjauskeinoihin)
- Energiatehokkuuden parantaminen olemassa olevassa rakennuskannassa
- Lämmitystaparatkaisut ja uusien energialähteiden hyödyntäminen

2.2. Jätteiden synnyn ehkäisy ja kierrätys

Erityisesti yhdyskuntajätteen kertymisen minimointi ja kuljetusten logistiikka

- Jätteiden syntymistä ehkäisevät innovaatiot, toimintatavat ja prosessit
- Jätteiden hyödyntämiseen lisääminen erityisesti yhdyskuntajätteen ja rakennusjätteen osalta
- Kierrätyksen keskittämisen ja hajauttamisen vaihtoehtojen arviointi
- Jätteen energiakäyttö (kaatopaikkakaasujen / polttokelpoisen jätteen hyödyntäminen taajamissa, biokaasun ym. hyödyntäminen maaseudulla)

2.3. Hyvän ja terveellisen ympäristön edistäminen

Erityisesti yhdyskuntarakenne ja elinympäristö –osan keskeinen painopistealue. Elinympäristön laatu ja terveellisyys tavoitteena. Kiinteistö- ja rakennuskluusterin tuotannossa liittyy asiakasnäkökulman vahvistamiseen, käyttäjän ja kuluttajan ymmärtämiseen.

- Kokonaiskuva asukatarpeita entistä paremmin vastaavista yhdyskuntien ominaisuuksista eri elämänvaiheissa
- Kestävämmät, taloudellisemmat, ympäristöystävällisemmät ja viihtyisämmät sekä turvallisemmat ja terveellisemmät asuin- ja elinympäristöt (yhdyskuntasuunnittelu + ympäristönsuojelu)
- Liikenteen ja siihen liittyvien haittojen vähentäminen (päästöt, melu, tärinä, onnettomuudet, autoriippuvuus)
- Meluntorjunta (liikenteen ja rakennusten melun lisäksi esim. teollisuuden sijoittamiseen liittyvä melututkimus)
- Muiden ympäristöhaittojen ja niille altistumisen vähentäminen
- Saavutettavuuden ja esteettömyyden lisääminen eri aluetasoilla (piha-, kortteli-, asuntoalue-, yhdyskuntatasoilla)
- Ympäristöterveys koko asuin- ja elinympäristön laatuksymyksenä (ei pelkää rakennusten osalta)
- Rakennuskannan energiatehokkuuden ja sisäilmaston parantaminen (matala-energiaratkaisut, hajautettu energiatuotanto, uudet energialähteet, tuotanto-jakelu-kulutus –ketjun kokonaishallinta, ulkovaipan ym. rakenteiden ja talotekniikan uudet ratkaisut, arviointi- ja laskentamallit, tietojärjestelmät, kulutus- ja päästötiedot)
- Rakennetun ympäristön kulttuurihistoriallisen monimuotoisuuden säilyttäminen ja kansantaloudellinen merkitys

2.4. Luonnon monimuotoisuuden säilyttäminen

Yhdyskuntaekologian huomioonottaminen maankäytössä ja kaavoituksessa

- Yhdyskuntarakenteen vaikutukset yhdyskuntaekologiaan ja yhdyskuntaluonnon monimuotoisuuteen
- Yhdyskuntien luontoperustan ja luonnonelementtien (puistot, pihat, kadunvarsi-istutukset, ranta- ja vesialueet jne.) sekä niiden ominaisuuksien ja keskinäis-suhteiden (mm. luonnontilassa säilytettävien, hoidettavien tai istutettavien tontinosien ja viheralueiden koot, lajistot, etäisyydet jne.) merkitys yhdyskuntaluonnon monimuotoisuuden kannalta
- Maaperän ja vesialueiden ekologinen (ja geofyysinen) kantokyky yhdyskuntarakenteessa
- Yhdyskuntien luontoperusta ja luonnonperinnön kartoitus eri yhdyskuntatyy- peissä maan eri osissa
- Liikenneympäristön ja alueellisen pirstoutumisen vaikutukset monimuotoisuuteen
- Yhdyskuntien vesiolosuhteiden ja niiden hallinnan kokonaiskuva, urbaani hydrologia (pohja- ja pintavedet, meri-, järvi-, joki-, puroalueet, olosuhteiden kau-

sivaihtelu kuten tulvat ja kuivat kaudet, veden ja maan vuorovaikutus, ranta-
vyöhykkeet jne.)

- Yhtenäisten rakentamattomien/luonnonalueiden säilyttämisen tarve ja keinot
- Paikallis- ja pienilmaston vaihtelun ja vaikutuksien kartoitus ja tiedollinen hallinta

2.5. Ohjauskeinot ja niiden vaikuttavuus

Kaavoituksen, liikennepolitiikan, ympäristöpolitiikan, aluepolitiikan keinovalikoimat ja niiden yhteensovittaminen

- Kaavoitus- ja maapolitiikan uudet kokeelliset keinot ekotehokkuuden lisäämiseksi
- Kuntien rajat ylittävän yhteistyön lisääminen
- Uudet asuinalueratkaisut (kuten esimerkiksi matalat ja tiiviit)
- Uudet talotyyppi- ja kortteliratkaisut ja niiden toteuttamis-/ylläpitotavat
- Uudet ekologiselta pohjalta lähtevät suunnittelutavat kuten maisemasuunnitelma maankäyttösuunnitelman perustana
- Uusien teknologisten ratkaisujen, konseptien ja metodien käyttöönoton edistäminen ja käyttöönoton esteiden poisto. Uusien toimintatapojen ja esteiden tutkimus, prosessi avaintekijöiden välillä.
- Teollinen ekologia (teollisuuden, yhdyskuntien ja kuluttajien toiminnasta syntyvien materiaali- ja energiavirtojen tutkimista & näiden virtojen luonnolle/ympäristölle aiheuttamien vaikutusten systeemistä tutkimista pilotteina, joissa yritykset ja kunnat kokeilevat oman toimintansa ”teollista ekologisointia” eli innovatiivisiin ympäristöä tukeviin ratkaisuihin ja kokeiluihin pohjaavaa kokonaisvaltaista kehittämistä.)
- Etäläsnäolo, etätyö, etätoiminnot kuntien ja organisaatioiden etätyöpolitiikan osina
- Virtuaalisen liikkumisen edistäminen ilman rebound-vaikutuksia
- Työmatkaliikkumattomuuden/lyhyiden työmatkojen tukemiskeinot
- Liikkumisen ohjauskeinot (*mobility management*) ja niiden ekotehokkuusvaikutukset
- Yhdyskuntamelun ja tärinän torjunta, hiljaisten ja häiriöttömien alueiden toteuttamis- ja lisäämiskeinot
- Paikallisilmaston (mm. kylmien tuulien ja ilmajärvien) ja melun rakenteellinen hallintakeinot
- Taloudelliset ohjauskeinot ja taustatekijät (verotus ym.)
- Aiheuttaja maksaa –periaatteen käyttöönotto mm. kunnallisteknisissä maksuissa
- Kiinteistöverotukselliset keinot uuden asutuksen ja toimitilojen sijainninohjauksessa
- Avustukset ym. tukitoimet esteettömyyden lisäämiseksi asuinympäristössä
- Energiansäästö- ja sisäilmastovaatimusten tiukentaminen
- Reaaliaikaiset ympäristötilan ym. vaikutusten informaatiolähteet ja tietotason lisääminen

2.6. Ympäristöteknologian ennakointi

Yhdyskunnissa asumiseen, työntekoon, tuotantoon ja liikkumiseen liittyvät tekniikat. Asukkaiden kytkeminen

- Uudet energiahuoltoratkaisut (uusiutuvat lähteet, lähien energia, matalenergiatalot ym. energiansäästöratkaisut, hajautettu energiahuolto, vetytalous jne.)
- Liikenteen vähentämistä tukeva uusi informaatioteknologia ja sen sovellukset (telematiikka)
- Ympäristöteknologia ja ICT kaavoittajan ja ekotehokkaan asukkaan tukena
- Teknisten olosuhteiden ja vaikutusten seurantajärjestelmät
- Ennakointiraadit

3. Tuotanto ja kulutus

Seuraavassa on hahmoteltu tuotantoon ja kulutukseen liittyviä keskeisiä tutkimustarpeita suhteessa tutkimusohjelman kuuteen painopistealueeseen. Lisäksi listataan muutamia muita tärkeitä pidettyjä aiheita.

3.1. Ilmastonmuutoksen hallinta

- Ekotehokkaaksi tarkoitettun tuotannon ja kulutuksen ilmastovaikutukset. Tarkasteltava erityisesti palvelujen tuotantoa ja kulutusta. Kehitettävä arviointimenetelmiä ja tarkasteltava niiden luotettavuutta
- Uuden tekniikan tueksi uusia toimintatapoja
- Tiedotus, koulutus ja valistus ilmastopolitiikkaan liittyen. Näiden vaikuttavuustutkimus
- Hajakuormituksen hallitseminen, esim. jätehuolto, maatalous
- Teknologian kehitystarpeita: Jäähdytys on kasvava haaste, varsinkin maailmanlaajuisesti, bioenergia, hajautettu energiantuotanto, myös yhdistetyn sähkön- ja lämmöntuotannon osalta

3.2. Jätteiden synnyn ehkäisy ja kierrätys

- Koko ekotehokkuusajattelu, dematerialisaatio ja immaterialisaatio liittyy myös jätteiden synnyn ehkäisyyn. Tämä onkin tässä ohjelmassa keskeisin jätteisiin liittyvä aihepiiri. Siihen liittyy kysymyksiä alkaen elämäntavasta aina pakkaus-teknoologiaan ja logistiikkaan asti
- Teknologista kierrätykseen liittyvää ja tilastointia kehittävää tutkimusta on jo vireillä. Tilastoinnissa kansainvälinen yhteistyö on oleellista

3.3. Hyvän ja terveellisen ympäristön edistäminen

- Erityisesti yhdyskuntarakenne-osion alaa
- Kiinteistö- ja rakennusklusterin tuotannossa liittyy asiakasnäkökulman vahvistamiseen, käyttäjän ja kuluttajan ymmärtämiseen
- Elämäntapamuutokset ja yhdyskunta: teknologian ja ohjauksen mahdollisuudet

3.4. Luonnon monimuotoisuuden säilyttäminen

- Erityisesti Luonto ja luonnonvarat –osion alaa

3.5. Ohjauskeinot ja niiden vaikuttavuus

- Ympäristöpolitiikka on sidoksissa muihin politiikan aloihin. Minkälaiset toiminnan mahdollisuudet muodostuvat tuotannolle ja kulutukselle tuloksena politiikan lohkojen erillisestä toiminnasta ja vuorovaikutuksesta? Ohjausjärjestelmää ja ohjaavia rakenteita on tarpeen tarkastella kokonaisuutena. Myös muu kuin ympäristöohjauksen nimissä tehtävä ohjaus vaikuttaa ympäristöasioihin, esim. erilaiset verotukseen liittyvät ratkaisut
- Ohjauskeinojen kustannusvaikutus ja kustannustehokkuus
- Hyviä analyttisiä makrotason mittareita ja seurantajärjestelmiä, varsinkin taloudellisen ja sosiaalisen ulottuvuuden kuvaamiseen. Suomalainen malli Global Reporting Initiativen soveltamiseen
- Vapaaehtoisten ympäristöjärjestelmien vaikuttavuus, myös kvantitatiivisesti, ja toimeenpanon taso
- Erilaisten ympäristöpoliittisten ohjauskeinojen, erityisesti vapaaehtoisten, omaksumisprosessi yrityksissä. Miten ympäristöasiantuntemus ja –toiminta liitetään organisaation muuhun toimintaan ja toimintatapojen merkitys muuttuu ympäristönäkökulman sisältäväksi (esim. hankinnat), miten siitä tulee osa normaalia toimintaa, ja millä lailla tieto kertyy organisaatiossa

- Malleja ja standardeja ohjaamaan yritysten panostusta ekotehokkuuteen. Monenlaisten ja –tasoisten mittareiden ja tietojärjestelmien tarve korostuu, sekä erityisesti tarve muodostaa niistä toimivia kokonaisuuksia toimijaverkostojen ja –ketjujen tarpeisiin
- Ekotehokkaiden palvelukonseptien kehittämisen ja käyttöönoton edistämiskeinot
- Tuotteen ja tuotannon suunnittelijaa tulee ohjata ekotehokkaaseen suunnitteluun. Miten tarvittava informaatio saadaan suunnittelijalle? Myös teknologialla voidaan ohjata. Tuotteet voivat ohjata käyttäjää ekotehokkaaseen käyttäytymiseen
- Miten ihminen muuttaa käyttäytymistään? Ympäristökasvatuksen ja -tietoisuuden kysymyksiä; miten saadaan kuluttajat maksamaan ekotehokkuudesta? Motivoiminen vastuullisuuteen yksilöllisyyttä korostavassa yhteiskunnassa, jo omaksuttujen vastuullisten tapojen laajennus uusiin asiayhteyksiin
- Miten informaatio tarjoillaan? Miten se liitetään kontekstiin, jotta vältetään sirpaleisuudelta? Myös kuluttajien käyttöön työkaluja ekotehokkuuden arvioimiseen ja kulutusvaihtoehtojen vertailemiseen. Informaatio-ohjauksen kehittämistä vuorovaikutteiseksi tulisi tutkia. Vaikuttavuus
- Hyviä esimerkkejä onnistuneesta ekotehokkuuden markkinoinnista, analysointia ja parhaiden käytäntöjen kirjaamista
- Tuotannon ja kulutuksen ohjauskeinot (hinnat, maksut, pakotteet), kenellä valta, kuka maksaa? Tavoitteiden allokointi kuluttajille? Kuluttajien näkemykset keskusteluun

3.6. Ympäristöteknologian ennakointi

- Kysymys ei ole pelkästään ympäristöteknologian ennakoinnista, vaan ylipäättään teknologian käyttöönoton suunnittelemattomien, hyödyllisten tai kiusallisten vaikutusten tunnistamisesta etukäteen, jotta saadaan parempaa teknologiaa
- Teknologian ennakointi toimintaa suuntaavana, yhteydessä ekotehokkuuspäämääriin
- Myös palveluja on tarkasteltava teknologian kumppanina ja arvioitava uusien konseptien ympäristövaikutuksia
- Teknologian mahdollisuudet ohjata käyttäjää ekotehokkaaseen käyttäytymiseen
- Tuotesuunnittelussa tarvitaan ekotehokkuutta koskevaa tietoa. Kehitettävä tapoja saattaa tieto tuotesuunnitteluun
- Tieto- ja biotekniikan käytön osalta tulisi tutkia vaikutuksia ympäristöasioihin, ei pelkästään hyödyntämismahdollisuuksia

3.7. Muita tutkimustarpeita: Tuotekehitys, innovaatiot, teknologia

- Mitä syklisesti etenevästä ympäristöinnostuksesta jää pysyväksi toiminnaksi ja tietovarannoksi yhteiskuntaan ja hallintoon? Miten käsitteelliset innovaatiot etenevät ja yhteiskunnallinen oppiminen tapahtuu?
- Yrityksissä tehtävän tutkimuksen ja tuotekehityksen maailmankuva ja tulevaisuuskuva

3.8. Muita tutkimustarpeita: Yhteiskunnalliset kysymykset ja rakenteet

- Vastuunjakautuminen yritysten ja kuluttajien sekä yhteiskunnan muiden toimijoiden välillä, tavoitteiden allokointi eri toimijoille.
- Kulutuserojen tilastollista tarkastelua. Mikä selittyy yhdyskuntarakenteella, mikä sosiodemografisilla seikoilla, mikä on tilanteeseen sidottua vapaampaa valintaa?
- Elämäntavan, ajankäytön, asumisvalintojen, kulutuksen ja yhdyskuntarakenteen välisiä riippuvuuksia ja vaikutusmahdollisuuksia. Näihin liittyvät palvelukonseptit.

Haastattelut ja asiantuntijaryhmät

Haastattelut

Kirsti Ahlqvist, Tilastokeskus
Riitta Jalkanen, Kuluttajavirasto
Pekka Järvinen, Fortum Engineering Oy
Minna Halme, Helsingin kauppakorkeakoulu
Eva Heiskanen, Helsingin kauppakorkeakoulu
Tapio Katko, Tampereen teknillinen korkeakoulu
Heikki Kemppi, Valtion taloudellinen tutkimuskeskus
Timo Kolu, Suomen Akatemia
Kaisa Kononen, Suomen Akatemia
Kari Larjava, VTT
Tarmo Lemola, Kauppa- ja teollisuusministeriö
Johanna Leskinen, Kuluttajatutkimuskeskus
Raimo Lovio, VTT Teknologian tutkimuksen ryhmä
Markku Mikkola, VTT
Johanna Moisander, Helsingin kauppakorkeakoulu
Adriaan Perrels, Valtion taloudellinen tutkimuskeskus
Risto Ranki, Kauppa- ja teollisuusministeriö
Sauli Rouhinen, Ympäristöministeriö
Tapani Ryytänen, VTT
Ilkka Savolainen, VTT
Arto Silvennoinen, Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy
Eero Tanskanen, Tilastokeskus
Raisa Valli, Liikenne- ja viestintäministeriö
Markku Wilenius, Tulevaisuuden tutkimuskeskus

Asiantuntijaryhmät

Luonto ja luonnonvarat: Asiantuntijaryhmä

Markus Alapassi, Ympäristöministeriö
Pekka Harju-Autti, Ympäristöministeriö
Mikko Kuusinen, Ympäristöministeriö
Jussi Laanikari, Maa- ja metsätalousministeriö
Päivi Luoma, Metsäteollisuus ry
Helena Manninen, Tekes
Jukka Matinvesi, Ympäristöministeriö
Mervi Salminen, Kauppa- ja teollisuusministeriö

Yhdyskuntarakenne ja elinympäristö: Asiantuntijaryhmä

Pekka Harju-Autti, Ympäristöministeriö
Mauri Heikkonen, Ympäristöministeriö
Pasi Iivonen, Ympäristöministeriö
Saara Jääskeläinen, Liikenne- ja viestintäministeriö
Aila Korpivaara, Ympäristöministeriö
Reijo Lehtinen, Rakennusteollisuuden liitto
Hannele Nyroos, Ympäristöministeriö
Raija Pikku-Pyhälä, Tekes
Harri Pitkäranta, Ympäristöministeriö
Maija Rautamäki, Teknillinen korkeakoulu

Mervi Salminen, Kauppa- ja teollisuusministeriö
Carita Strandell, Ympäristöministeriö
Irma Uuskallio, Ympäristöministeriö

Tuotanto ja kulutus: Asiantuntijaryhmä

Jari Gröhn, Liikenne- ja viestintäministeriö
Pekka Harju-Autti, Ympäristöministeriö
Benny Hasenson, Teollisuuden ja Työnantajain Keskusliitto
Pirkko Heikinheimo, Ympäristöministeriö
Pasi Iivonen, Ympäristöministeriö
Camilla Lommi-Kippola, Ympäristöministeriö
Raija Pikku-Pyhältö, Tekes
Sauli Rouhinen, Ympäristöministeriö
Mervi Salminen, Kauppa- ja teollisuusministeriö

Tuotanto ja kulutus: Tuotannon asiantuntemusta vahvistava asiantuntijaraati

Benny Hasenson, Teollisuuden ja Työnantajain Keskusliitto
Mervi Heikkinen, Vanhus- ja lähimmäispalvelun liitto
Timo J. Koskinen, Sonera Oyj
Jouko Kuisma Kesko Oyj
Anja Mäkeläinen, Asuntosäätiö
Tom Selänniemi, Aurinkomatkat

Tiedot ohjelmasta	Luonnehdinta ohjelmasta
<p>Ympäristöklusterin tutkimusohjelman 1. ohjelmakausi Ekotehokkuus, yhteistyö ja yrittäminen 1997-1999</p> <p>Julkinen rahoitus: YM, KTM, MMM, TM, Tekes ja Suomen Akatemia</p>	<p>Koko ohjelman tavoitteena oli luoda vankka tietopohja suomalaiselle tuotepolitiikalle kaikista niistä erilaisista ympäristövaikutuksista ja tekijöistä, joita tuotteiden valmistamiseen, käyttöön ja käytöstä poistamiseen liittyy. Ekotehokkuutta parantamalla haluttiin kohentaa ympäristön tilaa ja luoda edellytyksiä uusien työpaikkojen muodostumiselle. Tavoitteena oli myös tehostaa tutkijoiden, elinkeinoelämän, viranomaisten ja rahoittajien yhteistyötä. Aiheiltaan ohjelma suuntautui kuudelle alueelle:</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) Materiaalivirrat ja elinkaarivastuu (2) Päästöjen ja haittojen torjunta (3) Ympäristömyönteinen infrastruktuuri (4) Ympäristötiedon ja ympäristöasioiden hallinta (5) Ympäristöliiketoiminnan, ekoviennin ja markkinoiden edistäminen (6) Ympäristö ja innovaatiopolitiikka
<p>Ympäristöklusterin tutkimusohjelman 2. ohjelmakausi EKO-INFRA, KESTY 2000-2002</p>	<p>Eko-Infra tarkastellaan lähemmin toisen osaohjelman kohdalla (luku 4). Kestävää tietoyhteiskuntaa tutkivaa KESTYä varten laadittiin esiselvitys (Kahilainen 2000), jossa ohjelmalle asetettiin uusia tutkimustarpeita: immaterialisaatio, kestävän kehityksen tietoyhteiskunnan soveltavat ja teoreettiset tarkastelut, ekologinen näkökulma IT:n mahdollistamien palvelujen tutkimukseen, sosiaaliset innovaatiot, kulttuuriset arvot. Painopistettä haluttiin siirtää tuotannosta kulutukseen.</p>
<p>BIREME Itämeritutkimusohjelma 2003-2005</p> <p>Suomen Akatemia</p>	<p>Pyrkii edistämään moni- ja poikkitieteistä tutkimusta, mallien ja analyysimenetelmien kehittämistä, tapahtuneiden muutosten analyysiä sekä verkostoitumista ja resurssien synergistä käyttöä. Ohjelma tulee painottumaan voimakkaasti luonnontieteelliseen tutkimukseen. Toivottua sosioekonomista sisältöä pyritään saamaan mukaan kansainvälisen verkottumisen kautta.</p>
<p>CLIMTECH Teknologia ja ilmastomuutos 1999-2002 Tekes</p>	<p>Selvitti ilmastonmuutosta rajoittavan teknologian kehittämistarpeita ja mahdollisuuksia Suomessa tai suomalaisen teknologian avulla muualla maailmassa. Ohjelmassa on tutkittu</p> <ul style="list-style-type: none"> - uusiutuvia energialähteitä ja hajautettua energiantuotantoa - energiatehokkuutta tuotannossa ja myös kotitalouksissa - uusia kasvihuonekaasuja ja jätehuollon kysymyksiä - hiilidioksidin erotusta ja hyötykäyttöä - kasvihuonekaasujen tuotantoon ja hallintaan liittyviä malleja ja järjestelmiä - ilmastomyötäisten energiateknologioiden kaupallistamiskeinoja.
<p>FIBRE Biodiversiteettitutkimusohjelma 1997-2002</p> <p>Suomen Akatemia, Tekes, LVM, MMM, UM, YM, Maj ja Tor Nesslingin säätiö, Metsäteollisuus ry, MTK ry</p>	<p>Tavoitteena on ollut luoda tietopohjaa ja edistää tietämystä luonnon monimuotoisuudesta ja monimuotoisuuden suojelusta ja kestävästä käytöstä osana luonnonvarojen moninaiskäyttöä. Lisäksi tutkimusohjelma on paneutunut tuottamaan uutta tietoa monimuotoisuuteen liittyvistä yhteiskunnallisista, oikeudellisista ja taloudellisista kysymyksistä sekä vahvistamaan suomalaista osaamista biodiversiteettisopimuksen määrittelemillä aloilla (erityisesti metsä-, maatalous-, vesiekosysteemien tarkastelu, geenivarakysymykset ja bioteknologia) (Walls et al. 1999, Markkanen et al. 2002). (http://fibre.utu.fi)</p>

<p>FIGARE Globaali muutoksen tutkimusohjelma 1999-2002 Suomen Akatemia, YM, KTM, LVM, UM, MMM, Tekes</p>	<p>Tavoitteena on ollut ymmärtää ja analysoida globaalijärjestelmän muutoksia, niihin vaikuttavia syitä ja muutosten vaikutuksia sekä tutkia muutosten torjuntaa ja niihin sopeutumiseen tähtäviä keinoja ja toimenpiteitä. (http://figare.utu.fi)</p>
<p>FINE Teknologia – Pienhiukkaset, Ympäristö ja Terveys 2002-2005 Tekes</p>	<p>Aiheeseen liittyy myös Suomen Akatemian suunnattu haku. Ohjelmassa tutkitaan pienhiukkasten koostumusta ja muita ominaisuuksia, niiden lähteitä, muutunutta ja leviämistä sekä vaikutuksia (SA haku) ja vähentämismahdollisuuksia. Oleellisena osana on tarvittavien mittausten menetelmien ja -laitteiden kehittäminen. Palvelee hyvän ja terveellisen elinympäristön edistämistä perustiedon ja mitaamisen osalta.</p>
<p>Kuluttajia koskeva energia- tutkimuskokonaisuus 1990-1993 KTM</p>	<p>Tuotti tietoa kotitalouksien energiankulutukseen liittyvistä tekijöistä, lähtökohtanaan pyrkimys edistää energiansäästöä. Pyrittiin vastaamaan kysymyksiin missä energiaa palaa, miksi säästäminen on vaikeaa, ja mitä säästön edistämiseksi voidaan tehdä</p>
<p>LIIKE Liikenne-ennusteiden tutkimus- ja kehittämisohjelma 1998- LVM</p>	<p>Liikenne-ennusteiden tutkimus- ja kehittämisohjelman tavoitteena on luoda systemaattinen, kaikki liikennemuodot ja aikatasot kattava ennustejärjestelmä. Ohjelmassa kehitetään työkaluja, malleja ja arviointikeinoja sekä tutkitaan liikkumiseen ja tavaroiden kuljettamiseen vaikuttavia tekijöitä. Erityisesti pyritään löytämään uusia näkökulmia, kun liikenteen ennusteet kytketään niihin muutoksiin, joita tapahtuu esimerkiksi yhteiskunnassa, taloudessa ja ihmisten käyttäytymisessä.</p>
<p>LINKKI Kuluttajien käyttäytymisen ja energiansäästön tutkimusohjelma 1993-1995 KTM</p>	<p>Etsi lyhyen tähtäimen säästömahdollisuuksia ja -keinoja, jotka liittyvät kuluttajien toimintoihin ja valintoihin kodin, rakennusten, liikenteen ja välillisen energiankulutuksen alueilla. Immaterialisaatioajattelua lähenevät ohjelman välillisen energiankulutuksen tutkimukset esim. vapaa-ajan harrastusten osalta sekä etätöiden ym. organisatoristen innovaatioiden mahdollisuuksia käsittelevä tutkimus. Ohjelman lopuksi tehtiin johtopäätöksiä tiedonsaannin ja tiedostamisen merkityksestä ja informaatiokeinoista, mutta myös toimintaympäristön ja vaikutusmahdollisuuksien merkityksestä (Arvola ja Kasanen 1996).</p>
<p>LINKKI 2 Energiansäästön päätöksenteon ja käyttäytymisen tutkimusohjelma 1997-2001 KTM</p>	<p>Suuntautui toimintaedellytysten ja -ympäristöjen tutkimiseen ja etsimään keinoja niiden kehittämiseen energiansäästölle myönteisemmiksi erilaisissa organisaatioissa, kotitalouksien lisäksi. Johtomukaiset strategiat, laatutavoitteet, ohjeistukset ja seurantarjestelmät energiansäästön näkökulmasta kuuluvat ohjelman johtopäätöksien mukaan tärkeisiin kehityskohteisiin organisaatioissa ja koko yhteiskunnassa (Kasanen 2002). Liittyy ilmastomuutoksen hallintaan ja ohjauskeinoihin.</p>
<p>LYYLI Ympäristövaikutuksiltaan edullinen yhdyskuntarakenne ja liikennejärjestelmä, tutkimus- ja kehittämisohjelma 1997-2001 LVM, KTM, Tekes, STM, YM, Tiehallinto, Ratahallintokeskus, Kuntaliitto</p>	<p>Noin 50 hankkeesta koostuneen LYYL:n tavoitteena oli kehittää Suomen olosuhteisiin sopivia, käytännössä testattuja tai kokeiltuja liikennehankkeisiin, liikennejärjestelmiin ja yhdyskuntarakenteisiin kohdistuvia toimenpiteitä. Näitä ovat suunnitteluun, toteutukseen ja käyttöön liittyvät hallinnolliset, taloudelliset, tekniset ym. innovaatiot, joilla on aikaisempiin käytäntöihin verrattuna edullisemmat ympäristövaikutukset.</p>

<p>MOBILE Liikenteen energian käytön ja ympäristövaikutusten tutkimusohjelma 1995- Tekes</p>	<p>Vuodesta 1995 Tekesin energiaohjelman lohkokon energian loppukäyttö sijoittui liikenteen energian käytön ja ympäristövaikutusten tutkimusohjelma MOBILE. Ohjelmaan sisältyi polttoaineisiin ja dieselmoottoreihin liittyviä kehityshankkeita. Aihepiiriltään laaja-alainen tulee jakaantumaan jatkossa kahteen osaan.</p>
<p>Monimuotoisuuden tutkimusohjelma 2003-2006 MMM, UM, YM, Metsäteollisuus ry, MTK ry</p>	<p>Maa- ja metsätalousministeriön koordinoiman monimuotoisuuden tutkimusohjelman tavoitteena on tuottaa uutta käytännönläheistä tutkimustietoa metsien, maatalousympäristöjen ja vesiluonnon monimuotoisuuden suojelukeinoista sekä niiden ekologisista, taloudellisista ja sosiaalisista vaikutuksista. Muita tietotarpeita ovat elinympäristöjen pirstoutumisen vaikutukset sekä elinympäristöjen muutosten vaikutus uhanalaisiin eliöihin. Edelleen tutkimusohjelma pyrkii laajentamaan tietopohjaa maatalouden ympäristötuen toimenpiteiden vaikutuksista ja kustannustehokkuudesta. Tutkimusohjelman raahoittajina ovat soveltuvin osin lähinnä eri ministeriöt.</p>
<p>ProACT Teknologian, elinkeinoelämän ja yhteiskunnan vuorovaikutuksen tutkimusohjelma 2001-2005 KTM ja Tekes</p>	<p>Tutkitaan innovaatiojärjestelmän haasteita, innovaatio toimintaa uusista näkökulmista, teknologiapolitiikkaa ja kansalaisyhteiskuntaa, yhteistyötä ja vuorovaikutusta innovaatio toiminnassa sekä bioteknologiaa ja yhteiskuntaa. Ohjelman 25 projektia jakaantuvat edellä mainittujen aiheiden mukaan ryhmiin.</p>
<p>STREAMS Yhdyskuntien jätevirroista liiketoimintaa 2001-2004 Tekes</p>	<p>Tavoitteena on luoda uutta, kansainvälisesti kilpailukykyistä liiketoimintaa yhdyskuntien jätevirroista. Painoalueita ovat</p> <ul style="list-style-type: none"> - jätteiden synnyn ehkäisy - jättemateriaalivirtojen hallinta - jätteiden käsittely, työstäminen raaka-aineiksi tai uusiksi tuotteiksi - kaatopaikkojen hallinta.
<p>SUNARE Luonnonvarojen kestävä käyttö –tutkimusohjelma 2001-2004 Suomen Akatemia, ministeriöt</p>	<p>Tavoitteena on tuottaa tutkimustietoa, jonka avulla voidaan parantaa luonnonvarojen kestävää käyttöä koskevaa päätöksentekoa, kehittää luonnonvarojen kestävä käytön monitieteistä tutkimusta ja edistää aihepiiriin tutkimustiedon siirtymistä tuottajilta tiedon käyttäjille.</p>
<p>SYTTY Ympäristöterveys -tutkimusohjelma 1998-2001 Suomen Akatemia, Tekes ym.</p>	<p>Tuotti uutta tietoa ympäristön ja ihmisen terveyden välisten yhteyksien arvioimiseksi sekä kehitti uusia menetelmiä ja tekniikoita alalle. Keskeisiä tutkimusteemoja olivat sisäilma, erityisesti kosteus- ja homevauriot ja niiden terveysvaikutusriskit, kaupunki-ilman pienenhiukkasten terveysvaikutukset, juomaveden ja ravinnon mikrobiologiset ja kemialliset riskit, sekä (työ)ympäristössä esiintyvien kemikaalien, kuten dioksiinien, terveysriskit.</p>
<p>URBS Kaupunkitutkimusohjelma 1998-2001 Suomen Akatemia, ministeriöt, Kuntaliitto</p>	<p>Monitieteinen 15 projektia sisältänyt ohjelma kohdistui kaupunkiympäristössä meneillään oleviin muutoksiin, kuten kansainvälistymiseen, kaupunkipolitiikkaan ja –hallintoon, kaupunkitalouteen, kaupunkielämään, seudulliseen kehitykseen ja ympäristöön. Ympäristön alalta ohjelmassa oli projektit kaupunkipuistoista, urbaanien viheralueiden ekologiasta ja estetiikasta sekä kaupungin ja maaseudun välisistä suhteista.</p>
<p>VÄYLÄT 2030 1999-2001 LVM</p>	<p>Liikenne- ja viestintäministeriön VÄYLÄT 2030 –tutkimusohjelmaa tutkittiin toimintaympäristön muutosten vaikutuksia liikennejärjestelmältä toivottaviin ominaisuuksiin. Tutkimuksen kohteena olivat mm. liikenneväylien pidon haasteet väestöltään kasvavilla ja väestöään menettävillä alueilla, tuotantorakenteen muutosten vaikutukset, liikenteen hallinnan roolin muuttuminen osana liikenneväylien pitoa sekä liikenneinfrastruktuurin ympäristökysymykset (www.mintc.fi/vaylat).</p>

Tiivistelmä

Ekotehokas yhteiskunta – Haasteita luonnon ja ihmisen systeemien yhteensovittamiselle

Ekotehokkuus on toimintastrategia, jonka ytimenä on luonnonvarojen tuottavuuden lisääminen hyvinvoinnin ja elämän laadun kohottamisessa. Ekotehokkuus pyrkii parantamaan panosten ja tuotosten välistä suhdetta, eräällä tavalla siis luonnonvarojen tuottavuutta.

Luonnonvarojen kestävä käyttö ja suojeleminen, toimiva yhdyskuntarakenne ja hyvä elinympäristö sekä ekologiset näkökulmat huomioiva kulutus ja siihen kytkeytyvä tuotanto liittyvät kaikki läheisesti kestävä kehityksen rakentumiseen. Kestävä kehityksen perimmäisenä tavoitteena on luoda ja ylläpitää hyvinvoivia, toimivia ja kehittyviä, vahvasti vuorovaikutteisia sosiaalisia, taloudellisia ja ekologisia systeemejä. Ympäristöklusterin kolmen osa-alueen, luonto ja luonnonvarat, yhdyskuntarakenne ja elinympäristö sekä tuotanto ja kulutus välillä on olemassa selkeä jatkumo. Työssä edetään luontoon ja luonnonvaroihin liittyvästä tarkastelusta yhdyskuntarakenteen ja elinympäristön kautta tuotannon ja kulutuksen prosesseihin.

Luonnon ja luonnonvarojen tilan, uhkien ja kehityssuuntien analysoimiseksi luonnonsysteemien ja sosio-ekonomisten systeemien vuorovaikutusten jäsentäminen ja ymmärtäminen on keskeistä. Luonnon ekosysteemit tuottavat luonnonprosessien kautta moninaisia ekosysteemipalveluja, joilla on keskeinen merkitys paitsi luonnonsysteemien omien toimintojen ylläpitämisessä myös yhteiskunnan toimintojen kannalta, mukaanlukien taloudelliset toiminnot. Ekotehokkaassa yhteiskunnassa tapahtuvan ympäristöpoliittisen päätöksenteon taustalla tarvitaan kokonaisvaltaista näkemystä siitä, mitä luonnonkokonaisuudet ovat, miten ne toimivat tuottaen keskeisiä ekosysteemipalveluja ja miten ympäristöpoliittiset linjaukset ja käyttöön otettavat ohjaukset vaikuttavat luonnonkokonaisuuksien tilaan ja edistävät niiden toimintaa ja luonnonvarojen kestävä käyttöä.

Yhdyskuntarakenteen sosiaalinen merkitys kytkeytyy tiiviisti yhdyskuntarakenteeseen, koska erilaiset yhdyskuntarakenteet synnyttävät erilaisia elinympäristöjä. Asukastarpeiden moninaisuuden vuoksi tarvitaan monenlaisia elinympäristöjä eikä ole löydettävissä yhtä ainoaa, oikeaa ja ideaalista ratkaisua kaikille. On tärkeää tunnistaa ajoissa ne yhdyskuntien ja elinympäristöjen ominaisuudet, jotka ovat asukkaille ja heidän hyvinvoinnilleen tärkeitä myös pitkällä tähtäimellä. Tällöin on otettava huomioon sekä yksittäisen ihmisen ja rakennuksen elinkaaren aikana että sukupolvien yli tapahtuvat muutokset. Asuinympäristöjen tulee täyttää kestävä kehityksen vaatimukset ja turvata yhdyskuntien kehittämisedellytykset vähintään kymmeniksi ja jopa sadoiksi vuosiksi. Yhdyskuntien rakentamis- ja ylläpitoprosessien tulee olla ympäristöystävällisiä (ympäristömyönteisiä) ja ekotehokkaita. Tästä voidaan johtaa mittareita ja indikaattoreita mm. uusiutumattomien ja uusiutuvien luonnonvarojen kulutusmäärille ja –suhteille, tuotannon ja liikenteen päästötasolle, työmatkaetäisyyksille, palvelujen saavutettavuudelle, asumisviihtyvyydelle jne. Ympäristöterveys on nähtävä koko asuin- ja elinympäristön laatukysymyksenä. Samalla yhdyskuntien tulee olla riittävän kilpailukykyisiä toimiakseen elinkeinoelämää ja sen kehitystä tukevana kasvualustana.

Yhdyskuntarakenteen muotoutumiseen ja muuttumiseen vaikuttavien tekijöiden selvittäminen sekä yhdyskuntien toimintojen keskinäisten vuorovaikutusten ymmärtäminen on keskeisimpiä haasteita ekotehokkaiden yhdyskuntien rakentamisessa ja hyvän elinympäristön luomisessa. Rakennetun ja luonnonympäristön molemmiin suuntaisten kytkentöjen selvittäminen ja huomioinnottaminen yhdyskuntasuunnittelussa tarvitsisi tukea kokonaisvaltaisesta tutkimuksesta ihmisten, luonnon ja yhdyskuntien vuorovaikutuksesta. Tarvittaisiin kokonaiskuvaa suomalaisten yhdyskuntien ja yhdyskuntarakenteen ekotehokkuudesta (nykytila ja muutossuunnat). Suomalaisen yhdyskuntarakenteen ja elinympäristön erityispiirteiden tarkempi kartoitus tulisi tehdä suhteessa yhdyskuntaekologiaan ja valita keskeisiä kipupisteitä tarkemman analyysin kohteeksi. Mihin vaikuttamalla ekotehokkaaseen yhdyskuntarakenteeseen ja asukastarpeita vastaavaan elinympäristöön voidaan nopeimmin ja tehokkaimmin päästä?

Ihmisen aiheuttamat ympäristövaikutukset ja luonnonvarojen käyttö liittyvät tuotantoon ja kulutukseen. Tuotannon ja kulutuksen trendit vaikuttavat pitkällä tähtäyksellä yhdyskuntarakenteen muodostumiseen ja lyhyellä tähtäyksellä tapahtuvat yhdyskuntarakenteen asettamisessa puitteissa. Kun ympäristökuormitusta halutaan vähentää, on välttämätöntä vaikuttaa tuotannon ja kulutuksen rakenteisiin, sisältöihin ja määriin. Tuotannon toimintaympäristönä on globaalistuva talous. Osaamisen merkitys tuotannon kilpailukyvyllä on kasvanut. Informaatio- ja kommunikaatioteknologian monipuolinen hyväksikäyttö tuo edelleen uusia muutoksia. Bioteknologian kehittymisen suuri merkitys on myös otettava huomioon. Tuotannossa on omaksuttu ekotehokkuutta edistäviä toimintatapoja ja työkaluja. Ympäristöjohtaminen ja viime aikoina myös yhteiskuntavastuun käsittely yrityksissä on jo vakiintumassa varsinkin useiden suuryritysten toimintaan. Työkaluiksi on kehitetty elinkaarianalyysijä ja tuotannon ympäristökuormitusmalleja. Tuotannon dematerialisaatiopyrkimys on usein taloudellisestikin järkevää – materiaalien käytön hostaminen tuottaa kustannussäästöjä.

Tuotanto tapahtuu suoraan tai välillisesti kulutuskysynnän tyydyttämiseksi, joskin vuorovaikutussuhde on monisyinen. Kulutuksen osalta muutoksia on tulossa demografisen kehityksen kautta: ruokakunnan pienenevät ja ikärakenne muuttuu vanhuspainotteisemmaksi. "Kuluttajat" ovat myös monivaihteisempi, epäyhtenäisempi, vaikeammin ennustettava ja vaikeammin segmentoitava toimijaryhmä kuin aikaisemmin. Elämäntapa, vapaa-ajan käyttö ja siihen liittyvät tavarat ja palvelut tulevat yhä tärkeämmiksi. Ohjausjärjestelmien kehittäminen immaterialisaa tiota suosiviksi, palvelujen tarkastelu ekotehokkuuden kannalta ja teknologian arviointi tarjoavat tutkimukselle haasteita, samoin mittareiden ja tietojärjestelmien luotettavuus ja käytettävyys.

Ohjelman tuottaman tiedon integroimiseksi ja toimintaa koskevien johtopäätösten tekemiseksi tarvitaan yhteinen mallikehikko ekotehokkaan yhteiskunnan ominaisuuksista ja vuorovaikutussuhteista sekä ohjauskeinojen mahdollisuuksista. Tämä mallikehikko auttaa hahmottamaan luonnonsysteemien ja sosio-ekonomisten systeemien vuorovaikutuksia ja syy-seuraussuhteita. Laajoissa alueellisissa tutkimus- ja kehittämisprojekteissa huomioidaan kestävä kehityksen eri ulottuvuudet. Käyttäjänäkökulmaa tuovat kuntalaiset, kunnan viranomaiset, maakuntaliitot, tiepiirit, ympäristökeskukset, elinkeinoelämä jne. Raportin liitteessä 1 on listattu osiohjelmittain keskeisiä yksittäisiä tutkimustarpeita suhteessa tutkimusohjelman kuuteen painopistealueeseen.

Käynnissä olevissa tutkimusohjelmissa on jo kehitelty monenlaisia ympäristölaskennan työkaluja, vertailuvälineitä ja indikaattoreita. Nyt kaivataan yhtenäisyyttä, vertailukelpoisuutta tuotetasolla eri alojen kesken, käsitteiden selkiyttämistä, erityyppisten haittojen vertailun selvittämistä ja "käyttöliittymiä" runsaaseen mutta pirstaleiseen tietoon. Tiedonkeruun ja tietojärjestelmien innovatiivinen kehittäminen on tärkeä elementti, jota ekotehokkaaseen yhteiskuntaan tähtäävä päätöksen-

teko tarvitsee tuekseen. Jotta tutkimuksen, kehittämisen, suunnittelun ja strategiatyön käytettävissä olisi riittävän kattava tietopohja, tulee kehittää eri sektoreiden ja toimijoiden yhteistyönä sellaisia ympäristötiedon keruuseen ja tiedon ylläpitämiseen ja koostamiseen liittyviä järjestelmiä, jotka mahdollistavat monipuolisen tietovarannon saatavuuden. Tavoitteena voisi ensivaiheessa olla ”Ekotehokkuus”-portaali, joka kokoaa metadata-tason tietoa olemassaolevasta tiedosta, tietojärjestelmistä ja tietolähteistä.

Laaja-alaisen ja konkreettisen yhteistyön ja temaattisen integraation rakentaminen edellyttää perusteellista valmistelua koko tutkimusohjelman ja yksittäisten tutkimushankkeiden osalta. Valmistelukeinona monialaisten laajojen koordinoitujen hankkeiden rakentamiseen voisivat olla esitutkimukset. Käyttökelpoinen menettelytapa voisi olla myös ideapörssi, jossa yritykset, organisaatiot, järjestöt ja kunnat voisivat ilmoittautua tutkimuksen kohteiksi ja testausalustoiksi valitsemistaan teemoista. Tutkimusohjelman toimivuuden, vaikuttavuuden ja synergiaetujen syntymisen turvaamiseksi resursseja tarvitaan mm. tutkimusohjelman sisällölliseen koordinointiin, tulosten integrointiin ja käytännön toimijoiden mukaantulon edistämiseen, ympäristöpolitiikan ja tutkimuksen välisen foorumin kehittämiseen ja käytännön kannalta olennaisten lopputuotteiden tunnistamiseen sekä tutkimusohjelman kansalliseen ja kansainväliseen aseointiin.

Kuvailulehti

Julkaisija	Ympäristöministeriö	Julkaisu-aika	Joulukuun 2002
Tekijä(t)	Sirkka Heinonen, Pirkko Kasanen, Mari Walls		
Julkaisun nimi	Ekotehokas yhteiskunta - Haasteita luonnon ja ihmisen systeemien yhteensovittamiselle. Ympäristöklusterin kolmannen ohjelmakauden esiselvitysraportti.		
Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut			
Tiivistelmä	<p>Luonnonvarojen kestävä käyttö ja suojeleminen, toimiva yhdyskuntarakenne ja hyvä elinympäristö sekä ekologiset näkökulmat huomioiva kulutus ja siihen kytkeytyvä tuotanto liittyvät kaikki läheisesti kestävä kehityksen ja ekotehokkaan yhteiskunnan rakentamiseen. Luonnon ja luonnonvarojen tilan, uhkien ja kehityssuuntien analysoimiseksi luonnonsysteemien ja sosio-ekonomisten systeemien vuorovaikutusten jäsentäminen ja ymmärtäminen on keskeistä. Luonnon ekosysteemit tuottavat luonnonprosessien kautta moninaisia ekosysteemipalveluja, joilla on keskeinen merkitys paitsi luonnonsysteemien omien toimintojen ylläpitämisessä myös yhteiskunnan eri toimintojen kannalta. Erilaiset yhdyskuntarakenteet synnyttävät erilaisia elinympäristöjä. Yhdyskuntarakenteen muotoutumiseen ja muuttamiseen vaikuttavien tekijöiden selvittäminen sekä yhdyskuntien toimintojen keskinäisten vuorovaikutusten ymmärtäminen on keskeisimpiä haasteita ekotehokkaiden yhdyskuntien rakentamisessa ja hyvän elinympäristön luomisessa. Rakennetun ja luonnonympäristön välisten kytkentöjen selvittäminen ja huomioonottaminen yhdyskuntasuunnittelussa tarvitsee tukea kokonaisvaltaisesta tutkimuksesta ihmisten, luonnon ja yhdyskuntien vuorovaikutuksesta. Tuotannon ja kulutuksen trendit vaikuttavat pitkällä tähtäyksellä yhdyskuntarakenteen muodostumiseen ja lyhyellä tähtäyksellä tapahtuvat yhdyskuntarakenteen asettamissa puitteissa. Kun ympäristökuormitusta halutaan vähentää, on välttämätöntä vaikuttaa tuotannon ja kulutuksen rakenteisiin, sisältöihin ja määriin. Ohjausjärjestelmien kehittäminen immaterialisaatiota suosiviksi, toimintojen tarkastelu ekotehokkuuden kannalta ja teknologian arviointi tarjoavat tutkimukselle haasteita, samoin mittareiden ja tietojärjestelmien luotettavuus ja käytettävyys. Ohjelman tuottaman tiedon integroimiseksi ja toimintaa koskevien johtopäätösten tekemiseksi tarvitaan yhteinen mallikehikko ekotehokkaan yhteiskunnan ominaisuuksista ja vuorovaikutussuhteista sekä ohjauskeinojen mahdollisuuksista. Tämä mallikehikko auttaa hahmottamaan luonnonsysteemien ja sosio-ekonomisten systeemien vuorovaikutuksia ja syyseuraussuhteita. Laajoissa alueellisissa tutkimus- ja kehittämissuhteissa voidaan huomioida kestävä kehitys eri ulottuvuudet. Raportin liitteessä 1 on listattu osa ohjelmittain keskeisiä yksittäisiä tutkimustarpeita suhteessa tutkimusohjelman kuuteen painopisteeseen.</p>		
Asiasanat	ekotehokkuus, luonnonvarat, ekosysteemiprosessit ja -palvelut, luonnonkokonaisuuksien hoito, yhdyskuntarakenne, elinympäristö, yhdyskuntasuunnittelu, tuotanto, kulutuskysyntä, ohjauskeinot, monitieteinen tutkimus		
Julkaisusarjan nimi ja numero	Suomen ympäristö 598		
Julkaisun teema	Ympäristöpolitiikka		
Projektihankkeen nimi ja projektinumero			
Rahoittaja/toimeksiantaja	Ympäristöministeriö		
Projektiryhmään kuuluvat organisaatiot			
	ISSN	ISBN	
	1238-7312	952-11-1312-X nid. 952-11-1313-8 (PDF)	
	Sivuja	Kieli	
	70	Suomi	
	Luottamuksellisuus	Hinta	
	Luottamuksellinen		
Julkaisun myynti/jakaja	Edita Publishing Ab, Asiakaspalvelu, PL 800, 00043 Edita puh. 020 450 05, telefax 020 450 2380 sähköposti: asiakaspalvelu@edita.fi, www-palvelin: http://www.edita.fi/netmarket		
Julkaisun kustantaja	Ympäristöministeriö		
Painopaikka ja -aika	Edita Prima Oy, Helsinki 2002		
Muut tiedot	Yhdyshenkilö ympäristöministeriössä, Ylitarkastaja Pekka Harju-Autti puh: 09 1603 9423		

Presentationsblad

Utgivare	Miljöministeriet	Datum December 2002
Författare	Sirikka Heinonen, Pirkko Kasanen, Mari Walls	
Publikationens titel	Ekotehokas yhteiskunta - Ympäristöklusterin kolmannen ohjelmakauden esiselvitysraportti. (Ett ekoeffektivt samhälle - rapport om en förundersökning av miljöklustrets tredje forskningsprogram)	
Publikationens delar/ andra publikationer inom samma projekt		
Sammandrag	<p>Ett hållbart nyttjande och hållbar vård av naturresurserna, en väl fungerande samhällsstruktur, en god livsmiljö samt en ekologisk konsumtion jämte dito produktionscykel bidrar till en hållbar utveckling och till uppbyggnaden av ett ekoeffektivt samhälle. Det är väsentligt att kunna förstå interaktionen mellan naturliga och socioekonomiska system, om man vill analysera nuläget, hotbilderna och trenderna. Naturens ekosystem producerar genom sina processer olika former av tjänster som spelar en nyckelroll inte bara när det gäller att upprätthålla de naturliga funktionerna utan också med tanke på samhällets socioekonomiska system. Olika samhällsstrukturer skapar olika livsmiljöer. Till de viktigaste utmaningarna när det gäller att bygga upp ekoeffektiva samhällen och skapa goda livsmiljöer hör insikten om hur olika samhällsfunktioner påverkar varandra och vilka faktorer som påverkar de former och förändringar som ingår i samhällsstrukturen. Undersökningen och beaktandet av kopplingarna mellan den byggda miljön och den naturliga miljön i samhällsstrukturen kräver övergripande forskning kring växelverkan mellan människa, natur och samhälle. Trenderna inom konsumtion och produktion återverkar på sikt på hur samhällsstrukturen utvecklas. För att reducera belastningen på miljön är det nödvändigt att påverka den struktur, kvalitet och volym som samhällets konsumtion och produktion har. Att det tas fram nya styrmedel som gynnar immaterialisering, att verksamheter granskas med tanke på deras ekoeffektivitet och att teknologin utvärderas innebär nya utmaningar för forskningen, och detsamma gäller tillförlitligheten och användbarheten hos mätare och informationssystem. För att den information programmet ger skall kunna integreras och för att slutledningar om verksamheterna skall kunna dras behövs en övergripande modell som täcker egenskaperna i ett ekoeffektivt samhälle, växelverkingarna inom och utom det samt de möjligheter som olika styrmedel erbjuder. Modellen gör det lättare att urskilja växelverkingar och orsaks-följdsammanhang mellan de naturliga och de socioekonomiska systemen. Ibrett upplagda regionala forsknings- och utvecklingsprojekt kan olika aspekter på en hållbar utveckling beaktas. I bilaga 1 förtecknas väsentliga behov av forskning, ordnade i relation till forskningsprogrammets sex tyngdpunktsområden.</p>	
Nyckelord	Ekoeffektivitet, naturresurser, processer och tjänster i ekosystemen, skötsel av naturliga helheter, samhällsstruktur, livsmiljö, samhällsplanering, produktion, konsumtion, efterfrågan, styrmedel, tvärvetenskaplig forskning	
Publikationsserie och nummer	Miljön i Finland 598	
Publikationens tema	Miljöpolitik	
Projektets namn och nummer		
Finansiär/ uppgångsgivare	Miljöministeriet	
Organisationer i projektgruppen		
	ISSN 1238-7312	ISBN 952-11-1312-X nid. 952-11-1313-8 (PDF)
	Sidantal 70	Språk finska
	Offentlighet offentlig	Pris
Beställningar/ distribution	Edita Publishing Ab, Kundservice, PB 800, FIN-00043 Edita, Finland tel. +358 20 451 05, telefax +358 20 450 2380 e-mail: asiakaspalvelu@edita.fi, www-server: http://www.edita.fi/netmarket	
Förläggare	Miljöministeriet	
Tryckeri/ tryckningsort och -år	Edita Prima Ab, Helsingfors 2002	
Övriga uppgifter	Kontaktperson: Pekka Harju-Autti, Miljöministeriet, Kaserngatan 25, PB 35, 00023 Statsrådet, Finland. Tel +358 9 1603 9423	

Documentation page

Publisher	Ministry of the Environment	Date	December 2002
Author(s)	Sirikka Heinonen, Pirkko Kasanen, Mari Walls		
Title of publication	Ekotehokas yhteiskunta - Ympäristöklusterin kolmannen ohjelmakauden esiselvitysraportti. (Ecoefficient society - Preliminary Study of the Third Phase of the Environmental Cluster Research Programme)		
Parts of publication/ other project publications			
Abstract	<p>Sustainable use and the conservation of natural resources, a well-functioning societal infrastructure and diverse living environment, and ecologically sensitive consumption and production all contribute to sustainable development and an ecoefficient society. In order to analyse the current state, major threats to and future trends in biological diversity and natural resources, it is crucial to understand the interactions between natural and socio-economic systems. Ecosystem services provided by ecosystem processes play a key role not only in supporting the functions of natural systems, but also in the functioning of socio-economic systems. Different urban forms create diverse living environments. In order to promote an ecoefficient society, well-being and good living environments, it is essential to understand the factors affecting the development of the different urban forms, and the interactions between different functions of the communities. Understanding the interactions between the urban-built environment and the natural environment calls for holistic multidisciplinary research on human-nature relationships focussing on land-use planning and infrastructure development. The trends in consumption and production have impacts on the development of urban forms. In order to decrease the environmental load, it is essential to influence the structure, quality and volume of production and consumption. New research challenges focus on developing environmental policy instruments to one more in favour of immaterialisation; applying an ecoefficiency framework in research on natural resources, societal infrastructure and consumption and production; assessing new technologies from the viewpoint of ecoefficiency; and developing indicators, measures and information facilities and systems that are reliable and that provide easy access to relevant information. In order to integrate the research results of the programme, a holistic model framework should be developed that will outline the characteristics of an ecoefficient society and the interactions between natural and socio-economic systems, and that will identify key cause-effect relationships. Regional research and development projects will further investigate and test or implement the different dimensions of sustainable development. In Annex 1 of the report, individual research tasks in relation to the six priority areas of research are listed.</p>		
Keywords	ecoefficiency, natural resources, ecosystem processes and services, ecosystem approach, environmental research, societal infrastructure, living environment, land-use planning, production, consumption demand, environmental policy instruments, multidisciplinary research		
Publication series and number	The Finnish Environment 598		
Theme of publication	Environmental policy		
Project name and number, if any			
Financier/ commissioner	Ministry of the Environment		
Project organization			
	ISSN 1238-7312	ISBN 952-11-1312-X nid. 952-11-1313-8 (PDF)	
	No. of pages 70	Language Finnish	
	Restrictions public	Price	
For sale at/ distributor	Edita Publishing Ltd, Box 800, FIN-00043 Edita, Finland tel. +358 20 451 05, telefax +358 20 450 2380 e-mail: asiakaspalvelu@edita.fi, www-server: http://www.edita.fi/netmarket		
Financier of publication	Ministry of the Environment		
Printing place and year	Edita Prima Ltd, Helsinki 2002		
Other information	Kontaktperson: Pekka Harju-Autti, Miljöministeriet, Kaserngatan 25, PB 35, 00023 Statsrådet, Finland. Tel +358 9 1603 9423		