

Ilmastopaneeli

ILMASTONMUUTOKSEN HILLINTÄ JA SOPEUTUMINEN
RAKENNETUSSA YMPÄRISTÖSSÄ

SUOMEN ILMASTOPANEELI
RAPORTTI 6/2014

M. AIRAKSINEN¹, J. SEPPÄLÄ², S. JUHOLA³, H. CANTELL⁴, M. JÄRVELÄ⁵,
S. HAANPÄÄ³, P. KONTIO², K. ALHOLA², O. AHONEN², J. HEIKKINEN², A. NISSINEN²

¹Teknologian Tutkimuskeskus VTT, PL 1000, 02044 VTT

²Suomen Ympäristökeskus SYKE, PL 140, 00251 HELSINKI

³Aalto-yliopisto, Maankäyttötieteiden laitos, PL 12200, 00076 Aalto

⁴Helsingin Yliopisto, Opettajankoulutuslaitos, PL 9, 00014 Helsingin yliopisto

⁵Jyväskylän Yliopisto, Yhteiskuntatieteiden ja filosofian laitos, PL 35, 40014 Jyväskylän
Yliopisto

TIIVISTELMÄ

Suomi on sitoutunut merkittäviin päästövähennyksiin, ja tämä koskee myös rakennettua ympäristöä. Tämä raportti kokoaa uusimman tutkimustiedon suomalaisten yhdyskuntien kestävydestä ilmastonmuutoksen näkökulmasta – yhdyskuntien mahdollisuuksista kehittyä hiilineutraaliin suuntaan ja niiden kyvystä ja mahdollisuuksista sopeutua ilmastonmuutokseen.

Yhdyskuntien kestävyys syntyy ratkaisuista ja toimista, joita tehdään niin rakennettua ympäristöä suunniteltaessa ja toteutettaessa, kuin asukkaiden sitä päivittäin käyttäessäkin. Kestävyyttä tarkasteltaessa onkin huomioitava sekä kestävyuden ekologinen, sosiaalinen että taloudellinen ulottuvuus.

Energian käyttö (sisältäen liikenteen) aiheuttaa noin 80 prosenttia Suomen kasvihuonekaasujen päästöistä. Energian kysyntä, ja sen riippuvuus taloudesta, vaikuttaa erittäin paljon kasvihuonekaasujen päästöihin. Energia- ja ilmastostrategiamme tavoitteena on vähentää kasvihuonekaasujen päästöjä ja edistää talouden rakenteellista muutosta, jotta olisi mahdollista saada aikaan merkittäviä päästövähennyksiä jo seuraavalla vuosikymmenellä ja saavuttaa vähäpäästöinen yhteiskunta 2050 mennessä. Kyseessä on merkittäväparadigman muutos.

Tehokkaan energiakehtjun mahdollistaja on älykkäät energiaverkot, tämän vuoksi on tärkeää, että myös rakennettu ympäristö ja erityisesti rakennukset suunnitellaan ja toteutetaan niin, että energiaverkkojen älykäiden ja pienempiä päästöjä tuottavien ratkaisujen käyttö on mahdollisimman helppoa ja pystytään ottamaan käyttöön heti.

Yhdyskuntarakenteella on hyvin moniulotteisia vaikutuksia rakennusten, perusrakenteen ja liikenteen aiheuttamaan energian kulutukseen ja vastaaviin kasvihuonekaasupäästöihin. Vaikutusketjut voivat olla aika suoraviivaisia (kuten yhdyskuntarakenteen tiheyden vaikutus etäisyyksiin ja sitä kautta liikenteen määriin) mutta joskus myös aika monimutkaisia (kuten yhdyskuntarakenteellisen sijainnin kautta valikoituvien talotyyppivalintojen vaikutukset elämäntapoihin ja sitä kautta liikkumistottumuksiin ja henkilöauton käyttöön).

Rakentamistehokkuus, rakennustyytit ja niihin kytkeytyvät energiantuotantotavat kuten mahdollisuus kaukolämpöön (yhdistettyyn lämmön ja sähkön tuotantoon) tai joukkoliikennejärjestelmään vaikuttavat syntyviin kasvihuonekaasupäästöihin. Yhdyskuntarakenteen muoto ja rakennettujen alueiden tehokkuus vaikuttavat liikenne- ja yhdyskuntateknisten verkkojen suhteelliseen määrään ja sitä kautta materiaalien ja energiankulutukseen ja päästöihin sekä rakentamis- että ylläpitovaiheissa.

Yhdyskuntarakenteella on selvä vaikutus kasvihuonekaasupäästöihin. Suomen suurimpien kaupunkiseutujen osalta vähennys on vuoden 2050 tilanteessa yli 7 miljoonaa CO₂ekv tonnia vuodessa, joka vastaa noin 10 % tämänhetkisistä Suomen kasvihuonekaasupäästöistä ja perusuran yhdyskuntarakenteen khk-päästöistä vuonna 2050 noin 3% (22,9 milj. tonnia CO₂-ekv.). Tämä ei sisällä rakennuskannan energiatehokkuuden parantumisesta aiheutuvia vähennyksiä.

Henkilöliikenteen hiilidioksidipäästöihin vaikuttaminen yhdyskuntarakenteella on suurin kasvuseuduilla, jossa uutta yhdyskuntarakennetta luodaan. Metropolialueen eri rakennevaihtoehtojen aiheuttamat erot henkilöliikenteen hiilidioksidipäästöjen osalta ovat suurimmillaan noin 15 % suhteutettuna alueen koko väestöön ja noin 30 % oletetun väestölisäyksen osalta.

Liikenteen hiilidioksidipäästöjen vähentämisessä lyhyellä aikavälillä tehokkaimpia toimenpiteitä ovat ne toimenpiteet, jotka edistävät ajoneuvokannan uudistumista energiatehokkaammaksi, polttoaineiden uusiutuvan energiaosuuden kasvattaminen (polttoaineiden elinkaaren ominaispäästöjen pienentäminen)

sekä ajotapoihin vaikuttaminen. Kohtuullisen nopeasti saadaan päästövähennyksiä kasvattamalla joukkoliikenteen kulkutapaosuutta siellä missä joukkoliikenteellä on jo toimintaedellytykset eli riittävän tiheästi asutuilla, keskisuurilla ja sitä suuremmilla kaupunkiseuduilla. Myös ajoneuvojen täyttöasteen kasvattamisella sekä yksityisautoilussa että joukkoliikenteessä saavutetaan kustannustehokkaasti päästövähennyksiä.

Pidemmillä aikavälillä liikenteen päästöihin voidaan vaikuttaa matkasuoritetta vähentämällä. Yhtäältä matkasuoritetta voidaan vähentää yhdyskuntarakennetta eheyttämällä, jolloin työ- ja asiointimatkojen matkasuorite alenee. Eheä yhdyskuntarakenne mahdollistaa myös päästöjen kannalta paremman kulkutapajakauman; suuremmilla kaupunkiseuduilla joukkoliikenteen käyttömahdollisuus paranee ja pienillä kaupunkiseuduilla pyöräilylle ja jalankululle tarjoutuu paremmat edellytykset. Toisaalta matkasuoritetta voidaan vähentää elintapojen muutoksella erityisesti vapaa-ajan matkojen osalta.

Rakennuskannassa energian käyttöön vaikuttavat muutokset ovat hitaita ja niiden seuraukset ovat pitkäaikaisia. Rakennuskannassa tehtävien muutoksien on ensisijaisesti pienennettävä primäärienergiankulutusta ja sitä kautta vähennettävä päästöjä. Tämä on tärkeää, sillä myös uusiutuva energia on luonnonvara, jota tulee käyttää säästeliäästi. Rakennuksia, hajautettua energiantuotantoa ja koko energiajärjestelmäämme on tarkasteltava kokonaisuutena.

Rakennuskannassa voidaan saavuttaa vuoteen 2050 mennessä pelkästään parantamalla olemassa olevan rakennuskannan energiatehokkuutta ja rakentamalla uudisrakentaminen energiatehokkaasti noin 21-33% (21-33 000 GWh) pienentyminen energiankulutuksessa ja 45-52% (9,7-12 000 10⁶ CO₂) pienentyminen CO₂ päästöissä.

Ihmisten kulutustottumusten muutoksilla on suuri vaikutus päästöjen vähentämiseen, mutta olennaisesti niiden toteutumiseen vaikuttavat myös teknologian mahdollisuudet sekä kuluttajien toimintaa ja päätöksiä ohjaavat päättäjien toimenpiteet. On arvioitu, että kulutusperusteisista kasvihuonekaasupäästöistä peräti 75 %:iin voidaan vaikuttaa kuluttajien omilla valinnoilla (Baicocchi et al., 2010). Realistisempi arvio käytännössä toteutuvasta säästöpotentiaalista kuluttajan käyttäytymisen muutoksilla on 17 % päästövähennys (Fisher & Irvine, 2010). Suomessa on arvioitu, että keskiwertokuluttaja voi puhtaasti henkilökohtaisilla valinnoillaan, kuten yksityisautoilun vähentämisellä, asuinpinta-alan pienentämisellä, uusiutuvan energian suosimisella ja ulkomaanmatkojen vähentämisellä, pienentää hiilijalanjälkeään 25 – 40 %.

Koska ilmastonmuutoksen hillinnän ja siihen sopeutumisen toimintavastuiden jakaminen, toimien ajoittaminen ja hillintä- ja sopeutumistavoitteiden yhteensovittaminen ei aina ole ongelmaton, Ilmastopaneeli halusi tuoda yhteen keskeisiä yhteiskunnan toimijoita keskustelemaan näistä haasteista ja miettimään yhteistyössä ratkaisuja niihin. Paneelin elokuussa 2013 järjestämään työpajaan osallistui 26 rakennetun ympäristön alueella vaikuttavaa asiantuntijaa. Edustettuina olivat niin eri ministeriöt, rakentamisen etujärjestöt, kansalaisjärjestöt, kuntasektori kuin tutkimussektorikin. Työpajan tulokset kuvaavat hyvin ilmastonmuutokseen liittyvän päätöksenteon kompleksisuutta sekä priorisoinnin vaikeutta.

Yleisesti ryhmät pitivät tärkeänä että kaikki ilmastonmuutoksen hillintäkeinot tulisi heti ottaa käyttöön. Kaiken kaikkiaan kolmessa ryhmässä neljästä koettiin, että lähes kaikki hillintäkeinot tulisi ottaa mahdollisimman pian käyttöön. Tosin oli myös havaittavissa, että kaikissa ryhmissä suosittiin alkuun pehmeämpiä toimia kuten asennekasvatusta – kovempien toimien käyttöönotto tulisi ajankohtaisesti vasta siinä vaiheessa, jos tarpeeksi suuriin päästövähennyksiin ei olla päästy parin vuosikymmenen päästä. Näitä, usein yksityistä kuluttajaa koskevia toimia, kuten henkilökohtaista päästökiintiötä, koettiin tarvittavan vasta lähempänä vuosisadan puoltaväliä.

Keskeiseksi tulokseksi pienryhmissä nousi esille jonkilaisen suuremman kulttuurinmuutoksen tarve.

Kansallisen ja kuntatason viranomaistoimijoiden lisäksi yritysten rooli koettiin tärkeäksi. Lisäksi kaikissa ryhmissä korostettiin, että kansalaisen henkilökohtaisilla valinnoilla on huomattava vaikutus päästöjen suuruuteen eikä heitä saisi unohtaa ilmastotalkoissa.

Tärkeimmiksi sopeutumistoimiksi ryhmissä nousivat erilaiset rakennustekniset toimet, joiden avulla voidaan parantaa asumismukavuutta ilmasto-olojen muuttuessa. Ääri-ilmiöt nähtiin toisaalta tärkeinä motivoimaan hillintätoimia. Sopeutumistarpeen tarkastelu hillintätoimien näkökulmasta koettiin haastavaksi, vaikkakin yleisesti sopeutumisen tärkeyttä korostettiin.

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ	2
SISÄLLYSLUETTELO	5
JOHDANTO	6
1 KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖJEN VÄHENNYSPOSENTIAALI RAKENNETUSSA YMPÄRISTÖSSÄ: KIRJALLISUUSKATSAUS RAKENNETTU YMPÄRISTÖ JA KULUTUS	8
2. YHDYSKUNTARAKENNE	9
2.1. YHDYSKUNTARAKENTEEN VAIKUTUS ILMASTONMUUTOKSEN HILLINTÄÄN	9
2.2. ILMASTONMUUTOKSEEN SOPEUTUMINEN RAKENNETUN YMPÄRISTÖN SUUNNITTELUSSA	11
3. LIIKENNE	12
3.1. KOKONAISPÄÄSTÖIHIN JA MATKASUORITTEESEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT	12
3.2. PÄÄSTÖJEN VÄHENTÄMISTOIMENPITEET	14
3.3. SOPEUTUMINEN LIIKENNESEKTORILLA.....	21
4. ASUMINEN	22
4.1. ASUMISEN KOKONAISENERGIAKULUTUS JA KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖT	22
4.2. ASUINRAKENNUSTEN ENERGIATEKNISTEN RATKAISUJEN MERKITYS.....	22
4.3. ELÄMÄNTAPOJEN MERKITYKSESTÄ ASUMISEN PÄÄSTÖIHIN	24
4.4. ASUMINEN JA ILMASTONMUUTOKSEEN SOPEUTUMINEN	25
TYÖPAJATYÖSKENTELY	27
JOHDANTO	27
TYÖPAJAN RAKENNE	28
TYÖPAJATYÖSKENTELY.....	28
TYÖPAJAN KESKEISET TULOKSET.....	30
YHTEENVETO	31
KIRJALLISUUSKATSAUS	31
TYÖPAJA.....	34
ILMASTONMUUTOKSEN HILLINTÄ JA SOPEUTUMINEN RAKENNETUSSA YMPÄRISTÖSSÄ.....	34
LÄHTEET	36
LIITE 1 TYÖPAJATYÖSKENTELYN DOKUMENTOINTI	45

JOHDANTO

Suomi on EU:n ilmastopolitiikan kautta sitoutunut merkittäviin päästövähennyksiin. Vuoteen 2020 mennessä EU-alueen yhteinen päästösäästö tavoite on -20%, minkä lisäksi energiatehokkuuden tulisi nousta 20% ja tuotetusta energiasta 20% tuottaa uusiutuvalla energialla. Suomen osalta tavoitteet ovat yhteneviä EU-tason tavoitteiden kanssa, lukuun ottamatta päästökaupan ulkopuolisen sektorin päästöjä (EU -10%, Suomessa -16%) ja uusiutuvan energian osuutta (Suomessa 38%).

Pidemmillä aikavälillä Valtioneuvoston päästövähennystavoitteiden on linjattu olevan yhteneviä ns. kahden asteen yleisen lämpenemistavoitteen kanssa, ts. globaali keskilämpötilojen nousu pyritään rajoittamaan alle kahteen asteeseen esiteolliseen aikaan verrattuna (kehittyneille maille vähintään 80% päästövähennystavoite). EU voi Valtioneuvoston mukaan ottaa asiassa suunnannäyttäjän roolin, vaikka globaalit ilmastoneuvottelut eivät etenisikään toivotulla aikataululla.

Alkuvuodesta 2013 päivitettyssä energia- ja ilmastostrategiassaan Valtioneuvosto toteaa, että Suomi oli jo saavuttamassa vuoteen 2020 asettamansa energiansäästö tavoitteet lämpöenergian ja liikennepolttoaineiden kulutusta lukuun ottamatta, paljolti talouskasvun hidastumisen ja talouden rakennemuutoksen myötä. Myös päästökaupan ulkopuolisen sektorin päästövähennystavoitteet vuoteen 2020 saattavat täytyä jo päätettyjen kansallisten toimien avulla. Nämä kattavat talokohtaisen lämmityksen, liikenteen, jätehuollon, maatalouden, F-kaasut ja työkoneet. Haasteena mainitaan metsäkadon päästöjen kompensointi Suomessa tyydyttävällä tavalla.

Energiateknologiset ja –poliittiset ratkaisut ohjaavat energiantuotantoa pitkälle tulevaisuuteen, tyypillisesti vuosikymmeniä. Vaikka vuodelle 2020 asetetut päästötavoitteet pystyttäisiinkin saavuttamaan jo nykyisin keinoin, pidemmän aikavälin tiukempi päästötavoite on otettava huomioon jo lähiajan energiapolitiittisia linjauksia mietittäessä. Energian tuotanto ja kulutus on samalla laaja elintapoihin ja tottumuksiin kietoutuva kokonaisuus, jonka ohjailuun on monta tietä. Muutoksen läpivieminen vie lisäksi aikaa, minkä vuoksi laajemman, pitkän aikavälin kokonaisuuden hahmottaminen on keskeistä. Pitkin matkaa monilla sektoreilla tehtävät ratkaisut ohjaavat tulevaisuuden mahdollisuuksiimme elää tavoitteena olevaa lähes hiilineutraalia elämää.

Laajojen ilmiöiden, kuten ilmastonmuutoksen ja sen hillinnän ja sopeutumisen, ymmärtäminen edellyttää monialaista osaamista ja tietojen yhdistelykykyä. Yhteen tieteenalaan keskittyvän asiantuntijuuden rinnalle tarvitaan yhä enemmän laaja-alaista tieteitä integroivaa asiantuntijuutta. Näin myös tieteiden väliset raja-alueet ovat tulleet tutkimuksen kohteiksi. (Cantell et. al. 2009; Paloniemi, Vainio & Cantell 2010) Yhteiskunnallisen suunnittelun ja päätöksenteon avainkysymyksiä on, kykenevätkö eri tieteenalojen edustajat ja asiantuntijat vuorovaikutukselliseen yhteistyöhön.

Tavoitteena on, että ongelmalähtöisessä, erilaiset näkökulmat, tavoitteet ja perinteet yhdistävässä avoimessa vuorovaikutuksessa syntyy uutta ymmärrystä, joka on myös laadukasta, vastuullista, teknis-taloudellisesti, ekologisesti ja sosio-kulttuurisesti kestävä. Vastaavanlaisia tavoitteita nousee esiin konstruktivistis-kontekstuaalisessa oppimisajattelussa. Siinä korostetaan ajattelun taitojen ja ymmärryksen kehittämistä sekä asioiden tilannesidonnaista soveltamista ja sitomista erityisesti arkielämän tilanteisiin (Cantell et. al. 2009).

Tieteitä integroiva vuoropuhelu ja asiantuntijuus eivät synny itsestään, vaan edellyttävät eri tahojen motivoitumista ja taitoa kuunnella eri alojen osaajia. On myös siedettävä ristiriitoja ja kyettävä ratkaisemaan niitä. Lisäksi on tiedostettava elinikäisen oppimisen tarve, sillä ilmiöt muuttuvat jatkuvasti. Tynjälän (2008) mukaan asiantuntijuuden kehittyminen edellyttää teoreettisen ja käytännöllisen tiedon integrointia todellisen elämän ongelmanratkaisuun. Yhteisöllisessä tiedonrakentamisessa tämä tarkoittaa osallistujien aktiivista roolia, prosessorientaatiota, moniulotteisuutta ja sosiaalista vuorovaikutusta. Jotta

kollaboratiivinen ryhmäprosessi onnistuisi, on Karlssonin (2008, 46–50) mukaan tärkeää huomioida asiantuntijoiden luottamus toisiinsa sekä eri aloilta olevien ryhmän jäsenten kuunteleminen ja yhteistyö.

Tämän raportin tavoitteena oli koota tämänhetkinen tieto rakennettua ympäristöä koskevasta kirjallisuudesta ilmastonmuutoksen hillinnän ja sopeutumisen keinoista ja niiden vaikuttavuudesta. Energijärjestelmiä koskevia muutoksia on käsitelty erillisissä ilmastopaneelin raporteissa. Lisäksi ilmastopaneeli järjesti työpajan, johon kutsuttiin laajasti rakennetun ympäristön alueella vaikuttavia asiantuntijoita. Työpajan tarkoituksena oli keskustella raportissa esiin nostettujen hillintä- ja sopeutumistarpeiden yhtymäkohdista ja mahdollisista ristiriidoista ja rakentaa vaihtoehtoisia tulevaisuuspolkuja, joilla saavutetaan vuodelle 2050 asetettu tavoite 80% päästövähennyksistä.

1 KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖJEN VÄHENNYSPOTENTIALIAALI RAKENNETUSSA YMPÄRISTÖSSÄ: KIRJALLISUUSKATSAUS RAKENNETTU YMPÄRISTÖ JA KULUTUS

Rakennusten ja väylien sijainnit määrittelevät yhdyskuntarakenteen, ts. ihmisten asumis-, palvelu- ja työpaikkojen verkostot, jotka puolestaan vaikuttavat ihmisten liikkumistarpeisiin sekä energia- ja kunnallistekniikan sijoittumiseen. Rakennettu ympäristö luo siinä asuville ja liikkuville ihmisille puitteet heidän kulutustottumuksilleen, joiden muutoksilla on saavutettavissa suuriakin päästövähennyksiä. Se miten nämä toimenpiteet realisoituvat riippuvat kuluttajien arvomaailman lisäksi teknologisista mahdollisuuksista sekä kuluttajien toimintaa ja päätöksiä ohjaavien päättäjien toimenpiteistä. Joissakin tapauksessa kulutusvalinnat (esim. passivitalon rakentaminen) muotoilevat myös rakennettua ympäristöä ja ohjaavat puolestaan päättäjien päätöksiä rakennetun ympäristön kehittämisessä (esim. yksityisautoilun suosiminen kaupunkisuunnittelussa).

Rakennetussa ympäristössä kulutus muodostuu kotitalouksia palvelevista kulutusmenoista (todellinen yksilöllinen kulutus) ja kollektiivisista eli yhteiskunnan infrastruktuuria ylläpitävistä kulutusmenoista. Viimeksi mainittu pitää sisällään myös julkiset palvelut, joita varten tarvitaan omat päästöt aiheuttavat aktiviteetit ja investoinnit (esim. toimistorakennukset ja niiden lämmittäminen). Kotitalouksien kulutus (todellinen yksilöllinen kulutus) muodostuu asumisesta, liikkumisesta, ruokailusta ja yksilöllisistä tavara- sekä palvelumenoista. On arvioitu, että kotitalouksien kulutuksen kasvihuonekaasupäästöjä voidaan vähentää kuluttajien omilla valinnoilla peräti 75 %:lla (Baiocchi et al., 2010). Realistisempi arvio käytännössä toteutuvasta säästöpotentiaalista kuluttajan käyttäytymisen muutoksilla on 17 % päästövähennys (Fisher & Irvine, 2010). Suomessa on arvioitu, että keskivertokuluttaja voi puhtaasti henkilökohtaisilla valinnoillaan, kuten yksityisautoilun vähentämisellä, asuinpinta-alan pienentämisellä, uusiutuvan energian suosimisella ja ulkomaanmatkojen vähentämisellä, pienentää hiilijalanjälkeään 25 – 40 % (Ympäristöministeriö, 2012, s. 16).

USA:ssa pelkästään kotitalouksien kulutus vastaa 38 %:a koko maan kasvihuonekaasupäästöistä, ja suhteellisen pienillä ponnistuksilla kotitaloudet voisivat saada omassa kulutuksessaan aikaan 30 % päästövähennyksen, joka vastaisi 7 - 11 % koko maan kasvihuonekaasupäästöistä (Gartner & Stern, 2008; Dietz et al., 2013). Kasvihuonekaasujen vähentämispotentiaaliin liittyy usein myös kustannustehokkuus. Erityisesti energiansäästöä voidaan saada aikaan kohtuullisin, tai jopa negatiivisin kustannuksin (Vandenbergh & Steinemann, 2007). Esimerkiksi USA:ssa kotitalous voi säästää noin 2 000 dollaria vuodessa ja saavuttaa 8 tonnin vuotuisen päästövähennyksen leikkaamalla viidenneksellä turhaa autolla ajamista ja polttoaineen kulutusta, vähentämällä ruoan ja erityisesti lihan kulutusta sekä ruokajätettä, laskemalla asuntojen lämpötilaa asteella, korvaamalla hehkulamput energiansäästölampeilla sekä vähentämällä sähkölaitteiden käyttöä (Jones & Kammen, 2011, ks. myös Bojda, 2010). Myös kotitalouksien tehokkaammalla jätteenkäsittelyllä voidaan (OECD maissa) saavuttaa realistisesti 4 % vähennys vuotuisista kasvihuonekaasupäästöistä (Evans et al., 2012) ja parhaimmillaan jopa 21 % päästövähennys vuonna 2030 verrattuna tilaan, jossa parannuksia ei tehtäisi (Monni et al., 2006).

Tulevaisuuden rakennetun ympäristön yhtenä keskeisenä haasteena on luoda sellaiset olosuhteet, jossa yksilöiden on helppo tehdä vähäpäästöisiä valintoja etenkin asumisen ja liikkumisen alueella.

Rakennettu ympäristö on myös haavoittuva ilmastonmuutoksen seurauksille. Säiden ääri-ilmiöihin varautuminen edellyttää etenkin rakentamisessa sekä energia- että kunnallistekniikan toimivuuden varmistamisessa uudenlaisia ratkaisuja. Ilmastonmuutokseen sopeutuminen tulee näkymään jatkossa yhä selvemmin infran suunnittelun lisäksi arkipäivän valinnoissa myös vapaa-ajan kulutustottumuksissa. Sopeutumisella voi olla vaikutuksia esimerkiksi eri kulutushyödykkeiden hintoihin. Myös vapaa-ajan vietto ja matkailu voivat muuttua ilmaston muuttuessa; kesä- ja talvilomakohteet voivat vaihtua ilmaston

muuttuessa. Kokonaisvaltaisten vaikutusten arviointi on vielä vaikeaa, osittain sen vuoksi, että ilmastonmuutoksen etenemisen todellista nopeutta ei tarkkaan tunneta (SPUR Report, 2011).

2. YHDYSKUNTARAKENNE

2.1. Yhdyskuntarakenteen vaikutus ilmastonmuutoksen hillintään

Yhdyskuntarakenteella on hyvin moniulotteisia vaikutuksia rakennusten, perusrakenteen ja liikenteen aiheuttamaan energian kulutukseen ja vastaaviin kasvihuonekaasupäästöihin. Yhdyskuntarakenne vaikuttaa pääasiallisesti kolmella eri tavalla päästöihin alueiden käytöllä, liikennejärjestelmillä (liikkumistarve ja kulkutavat) sekä energijärjestelmillä (energiankulutus ja tuotanto). Alueiden tehokas käyttö liittyy toistaalta maan tehokkaaseen käyttöön, mutta myös palvelujen ja koko kaupunkiekosysteemin toimintaan.

Alueiden tehokkaaseen käyttöön, liikennejärjestelmiin ja energijärjestelmiin liittyvät ohjaukset ovat yleensä tiiviisti toisiinsa sidottuja ja riippuvaisia toisistaan. Keinovalikoima muodostuu yhdyskuntarakenteen tiivistämisestä, kuten haja-asutuksen välttäminen, täydennysrakentaminen ja ratojen varsille rakentaminen. Lisäksi palveluita ja työpaikkoja halutaan sijoittaa lähelle asutusta. Liikenteen osalta pyritään matkasuoritteiden pienentämiseen kokonaisuudessaan, joukkoliikenteen (etenkin raideliikenteen) ja kevyen liikenteen osuuden kasvattamiseen ja yksityisautoilun vähentämiseen. Rakennuksissa pyritään vähentämään kulunutta energiaa muun muassa rakentamalla energiatehokkaita taloja, peruskorjaamalla taloja, sijoittamalla rakentamista pienilmastoltaan edullisesti sekä asumisväljyyden kasvua hidastamalla. Energijärjestelmiä voidaan muuttaa tehokkaammiksi tai vaihtaa polttoainetta.

Paikallisen ja asuinaluetason tarkastelussa Wahlgren (2009) sai tuloksen, jossa huonoin yhdyskuntarakennevaihtoehto tuottaa kaksinkertaisen määrän päästöjä parhaaseen verrattuna. Liikenteen päästöissä ero on peräti 16-kertainen. Wahlgren (2009) toteaaakin, että suunnittelulla voidaan vaikuttaa päästöihin alueellisella tasolla 10 prosenttia, paikallisella tasolla 60 prosenttia ja asuinaluetasolla jopa 200 prosenttia.

Tärkeimpiä asioita suunnittelussa ovat asuinaluetasolla sijainti, liikennejärjestelmä, rakenne, rakennustiheys ja talotyypit sekä lämmitysjärjestelmä. Kunnallisella tasolla tärkeimpiä asioita ovat alueen tiheys, energiankulutus ja energian tuotantojärjestelmä, sijainti ja asumusten, työpaikkojen ja palveluiden väliset etäisyydet, liikennejärjestelmät ja mahdollisuudet käyttää julkista ja kevyttä liikennettä sekä tarve yksityisautoilulle. Samojen tekijöiden huomiointi on tärkeää myös alueellisella tasolla (Wahlgren, Kuismanen ja Makkonen, 2008).

Lahti ja Moilanen (2010) mallinsivat yhdyskuntarakenteen päästöjen kehityspolkuja Suomessa 34 suurimmalla kaupunkiseudulla vuosina 2005-2050. Perusurassa taajamat laajenevat ja asuminen keskittyy pääasiassa kaupunkiseudun päätaajamaan. Perusuran lisäksi mallinnettiin kehityskulkuja, joista ääripäät ovat: "harvenevat ja hajautuvat" (taajamat laajenevat ja asutus keskittyy tasaisesti kaikenkokoisiin taajamiin) ja "tiivit ja keskittyvät" (taajamat pysyvät entisen kokoisina ja asutus keskittyy kaupunkiseutujen päätaajamiin). Tutkimusjaksolla kaupunkiseutujen asukasmäärä kasvaa 3,5 miljoonasta 4,2 miljoonaan.

Ero kasvihuonekaasupäästöissä "harvenevan ja hajautuvan" ja "tiivin ja keskittyvän" rakenteen välillä oli noin 700 000 CO₂-ekv tonnia vuodessa. Vaihteluväli 700 000 CO₂-ekv tonnia vuodessa on runsaat 3 % perusuran yhdyskuntarakenteen khk-päästöistä vuonna 2050 (22,9 milj. tonnia CO₂-ekv.).

Maakunnan tasolla Wahlgren, Kuismanen ja Makkonen Wahlgren, Kuismanen ja Makkonen (2008) tutkivat Uudenmaan maankäytön kehityskuvavaihtoehtojen kasvihuonekaasupäästöjä liikenteen ja rakennusten energiankäytön osalta muutoksena 2005-2035. Tutkimuksessa laskettiin muutoksen päästölisäystä, eli uuden rakenteen päästöjä uusien asukkaiden kohden. Mukaan laskettiin myös uuden rakenteen vanhalle asutukselle aiheuttamat päästömuutokset, esimerkiksi liikenteen vähentyminen. Tuona aikana väestön lisäys Uudellamaalla on 20,7 prosenttia.

Eri kehityskuvavaihtoehdot lisäisivät liikenteen ja rakennusten energiankäytön päästöjä 13,8 – 15,2%. Vaihtoehtojen kasvihuonekaasupäästöt asukasta kohtaan vuonna 2035 ovat välillä 5,13 – 5,65 CO₂ekv. tonnia. Rakennusten osuus on 3,93 – 4,43 CO₂ekv. tonnia ja liikenteen osuus 1,20 – 1,25 CO₂ekv. tonnia. Liikkumistarpeen vähentäminen ja sen suuntaaminen raideliikenteeseen vaikuttavat tutkimuksen mukaan lähes yhtä tehokkailta toimenpiteiltä.

Erot rakennemallien kasvihuonekaasupäästöissä johtuvat eroista talotyypeissä, kaukolämmön hyödyntämisessä, asutuksen liikenteellisessä sijainnissa ja haja-asutuksen osuudessa. Wahlgren ym. (2008) suosittelivat tutkimuksen perusteella metroverkon laajentamista, nykyisten ratojen varsien rakentamista, keskuksien kehittämistä ja haja-asutuksen välttämistä.

Wahlgren (2009) on tehnyt yhteenvedon aikaisemmista tutkimuksista (Wahlgren ja Halonen, 2006); Wahlgren, 2007, 2008; Halme ja Harmaajärvi, (2003), joissa tiiviimpi asutus ja nykyistä enemmän raideliikenteen varaan suunniteltu liikenne tuotti 50 vuoden ajalla selvästi pienemmät kasvihuonekaasupäästöt sekä liikenteen että rakennusten energiankulutuksessa kuin mallit, joissa asutus oli hajallaan ja liikenne yksityisautoihin pohjaavaa.

Wahlgren (2012) tutki Helsingin seudun yhdyskuntarakenteen kehittämisen ilmastovaikutuksia vuodesta 2008 vuoteen 2035. Tutkimus kattoi 12 Helsingin seudulle rakennettavan tai täydennysrakennettavan alueen uusien rakennusten (ml. toimitilat) energiankäytöstä, niiden edellyttämästä energiantuotannosta ja uusien asukkaiden henkilöliikenteestä aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt. Tutkimuksessa otettiin huomioon väestö- ja työpaikkamäärän muutos tarkastelukaudella (Wahlgren 2012). Tutkimuksen perusteella haja-asutusalueet tuottivat suurimmat päästöt liikenteestä johtuen, pienipäästöisin alue oli sellainen jossa hyödynnettiin täydennysrakentamista uudisrakentamisen rinnalla, ja jonka sijainti oli kulkuyhteyksien kannalta keskeinen.

Erilaisten asuinalueiden vertailuissa (Wahlgren 2009) (perustuen selvityksiin Harmaajärvi, 1992, 1998, 2002; Harmaajärvi ja Lyytikä 1999) eniten energiaa tutkituilla alueilla kului lämmitykseen ja sähkönkäyttöön rakennuksissa. Liikkumisen energian kulutukseen vaikuttivat merkittävästi pitkät matkat ja yksityisautoilu. Rakentamisen aikaiset päästöt olivat 10%. Vähiten päästöjä syntyä alueilla, joilla on kaukolämmitys, tehokas energiantuotanto, keskusta on lähellä ja pyöräily ja julkinen liikenne ovat laajasti käytössä. Tutkimuksessa omakotialueet ja ekokylät tuottivat eniten päästöjä liikenteen vuoksi. Ekokylissä rakennuksen käytön aikaiset päästöt ovat matalampia puulämmityksen vuoksi, mutta se ei riittänyt kompensoimaan suurempaa liikenteen osuutta.

Yhdyskuntarakenteen tiiveys laskee yleisesti päästöjä. Jos kaupungin koko kuitenkin kasvaa erityisen suureksi, esimerkiksi aasialaiset suurkaupungit, saattavat vapaa-ajan-liikenteestä johtuvat päästöt kasvaa. (Holden & Norland 2005), Echenique, Hargreaves, Mitchell ja Namdeo (2012). Japanilaisessa kaupunkisuunnittelussa korostetaan alueiden viihtyisyyttä myös vapaa-ajan kannalta. Paikalliset piirteet ja esimerkiksi energiantuotantotavat erilaisissa yhdyskuntarakenteissa tulee huomioida Echenique ym. 2012).

Kiinnostavana yksityiskohtana, Holden ja Norlandin (2005) mukaan mahdollisuus käyttää yksityistä puutarhaa vähensi pitkiä lomamatkoja. He eivät tiedä onko tulos sama yhteiskäyttöisillä puutarhoilla. Tulos saattaa myös kertoa siitä, että puutarha ja pitkät lomalennot kuuluvat erilaisiin elämäntapoihin.

2.2 Ilmastonmuutokseen sopeutuminen rakennetun ympäristön suunnittelussa

Ilmastonmuutoksen hillintä ajatellaan usein globaaliksi haasteeksi, kun taas siihen sopeutuminen tapahtuu ennen kaikkea paikallisesti. Siten myös sopeutumishaasteet ovat paikallisia ja paikallisista olosuhteista riippuvia; Suomessakin sään ääri-ilmiöt voivat aiheuttaa joillain alueilla ongelmia, esimerkiksi tulvaongelmat voivat kasvaa tulvaherkillä alueilla. Yhteistä on, että kaikkien on sopeuduttava niukempiin resursseihin ja siten tehokkaampaan energian ja materiaalien käyttöön. Sopeutuskeinot ovat usein kalliimpia toteuttaa kuin hillinnän toimet. (SPUR Report, 2011)

Rakennetun ympäristön haavoittuvuudesta on laadittu tuore yhteenveto Maa- ja metsätalousministeriön vuonna 2011 julkaisemaan suomalaisen sopeutumistutkimuksen yhteenvetoraporttiin (Ruuhela 2011). Sen mukaan rakennettua ympäristöä koskee erityisesti kolme sopeutumishaastetta:

1. Maaperän ominaisuuksien ja tulvavaara-alueiden muuttuminen
2. Rakennusten ulkoverhouksen ja rakennusvaihan ulko-osien kosteusrasituksen kasvaminen (käsitellään kohdassa 4.4.) ja
3. Sään ääri-ilmiöiden lisääntymisen aiheuttamat paikalliset vahingot

Kaupunkirakenteiden läpäisemättömien pinnoitteiden lisääntyessä hulevesien suotuminen maaperään pienenee merkittävästi. Lisäksi jotkut uudet alueet sijoittuvat tulvaherkille ranta-alueille kuten esimerkiksi rannat ja vanhat peltoalueet, jolloin nämä erityispiirteet tulee huomioida suunnittelussa.

Rakennetun alan ja vettä läpäisemättömien pinnoitteiden lisääntyminen lisää hulevesien hallinnan haasteita (esim. Nikula, Halonen ja Lehti 2008). Myös hulevesien käsittelyyn voidaan panostaa jo suunnitteluvaiheessa, miettimällä mahdollisuuksia hulevesien paikalliseen käsittelyyn tai niiden johtamiseen esimerkiksi tie- ja viheralueverkostoa hyödyntämällä.

Hamin ja Gurrinin (2009) mukaan paras yhdyskuntarakenne olisi sellainen, jossa tehdyt ratkaisut vastaavat useisiin ongelmiin. Esimerkki tästä olivat energiatehokkaiden liikennejärjestelmien varrella sijaitsevat asuinalueet, jotka sisältävät pieniä viheralueita ja kaistalemaisia tulva-alueita. Avoimen tilan pitää täyttää sopeutumisen vaatimat ehdot, mutta olla toisaalta siinä määrin vähäinen, että alueen rakennuskanta säilyy riittävän tiiviinä.

Kasvillisuuden ja vesialueiden vaikutus pienilmastoon vaihtelee paikallisesti. Kasvillisuus viilentää vesialueita tehokkaammin, sillä se sekä varjostaa, että viilentää ilmaa kosteutta haihduttamalla. Sen sijaan vesiaiheesta viilentynyt ilma kulkeutuu ympäristöönsä helpommin kuin kasvillisuuden peittämiltä alueilta. Suurimmat avoimet tilat voisi jättää merenrannoille, jolloin alueet toimisivat sekä virkistys- että tulva-alueina, viherkäytävinä ja puskurina merenpinnan nousulle. Myös luonnonympäristön sopeutumista edesautetaan parhaiten jättämällä luonnonalueet rakentamatta ja pitämällä asutus tiiviinä .

Wahlgren ym. (2008) tutkivat eri kehityskuvavaihtoehtojen sopeutumispotentiaalia tuulisuuden, viherväylien ja tulva-alttiuden suhteen. Kehityskuvavaihtoehtoissa alueen mikroilmasto vaihtelee muun muassa talotyyppien ja puuston mukaan. Korkeat rakennukset lisäävät tuulisuutta ja jäädyttävää vaikutusta maanpinnan tasolla. Pienilmaston näkökulmasta parempi ratkaisu korkean aluetehokkuuden saavuttamiseen olisi tiivis-matala rakentamisen ja umpikortteleiden suosiminen. Tulvien suhteen laajalle levinyt pientalorakentaminen on huonoin vaihtoehto, sillä se nopeuttaa hulevesien valuntaa vesistöihin ja lisää siten osaltaan alapuolisten jokien ja järvien tulvariskiä ja rantojen syöpymistä.

3. LIIKENNE

Tässä osuudessa tarkastellaan henkilöliikenteen CO₂ päästövähennyspotentiaalia. Tavaroiden kuljetus (logistiikka) on jätetty tarkastelun ulkopuolelle. Tarkastelussa keskitytään kotimaan matkoihin.

Liikenne tuottaa viidenneksen Suomen kaikista hiilidioksidipäästöistä. Vuonna 2007 liikenteen hiilidioksidipäästöt olivat noin 17 miljoonaa tonnia (kansainvälinen liikenne ja raideliikenteen sähköntuotanto mukaan lukien). Siitä tieliikenteen osuus on 72 prosenttia. Tieliikenteen hiilidioksidipäästöistä 60 prosenttia tulee yksityisestä henkilöautoliikenteestä ja 40 prosenttia ammattiliikenteestä (Motiva, 2013). Tieliikenteen hiilidioksidipäästöt ovat alentuneet vuosittain vuodesta 2007 lähtien, jolloin ne olivat noin 12,3 milj. tonnia vuoteen 2012 11,2 milj. tonniin. (Lipasto, 2013). Vuonna 2008 Henkilöliikenteen päästö oli 6,6 milj. tonnia muodostaen noin 9,5 % Suomen kokonaispäästöistä.

EU-lainsäädännön mukaan liikenteen päästöjä on leikattava osana ns. ei-päästökauppaneuvoston päästöjä, joiden tulee alentua 16 prosenttia vuoden 2005 tasosta vuoteen 2020 mennessä. Pitemmällä aikavälillä tavoitteet tiukkenevat entisestään. Tavoitteena ovat 60 tai jopa 80 prosentin päästövähennykset myös liikennesektorilla (Tuominen et al. 2012). Valtioneuvoston vuonna 2008 hyväksymä pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategia asettaa liikenteelle 15 prosentin päästövähennysvelvoitteen vuoteen 2020 mennessä. Liikenteen kasvihuonekaasupäästöt Suomessa saavat olla silloin korkeintaan 11,4 miljoonaa tonnia, mikä merkitsee lähes 3 miljoonan päästötonnin vähentämistä. (Pursiainen & Jalasto 2010, 31). Entistä energiatehokkaammat liikkumistavat tekevät suurimman osan päästövähennyksistä, mutta ne eivät yksin riitä. Liikennesuoritetta on saatava vähenemään tai ainakin sen kasvu hidastumaan. Yhdyskuntasuoritus erityisesti hajautuva kaupunkirakenne, pidentyvät työ ja vapaa-ajanmatkat lisäävät liikennesuoritetta ja energian kulutusta. Hillinnän lisäksi liikennesektorilla on kyettävä sopeutumaan jo tapahtuviin ilmastomuutoksen aiheuttamiin muutoksiin, kuten lämpötilojen nousuun ja kasvaviin sademääriin.

3.1 kokonaispäästöihin ja matkasuoritteeseen vaikuttavat tekijät

Liikenteen kasvihuonekaasupäästöt riippuvat liikennesuoritteesta (ajettujen kilometrien määrästä), ajoneuvojen energiatehokkuudesta ja polttoaineesta ja kuluttajien ajotavasta. Liikenteen päästöjä voidaan siis hillitä pienentämällä ajoneuvojen yksikköpäästöjä teknisillä keinoilla tai vaikuttamalla kuluttajien valintoihin, mm. edistämällä joukkoliikennettä, kävelyä ja pyöräilyä ja siten vähentämällä henkilöliikenteen määrää.

Eri kulkutavat toimivat toistensa korvaajina. Kun pyöräilyn edellytyksiä parannetaan ja pyöräily lisääntyy se korvaa pääasiassa joukkoliikenteen käyttöä. Intensiivisen joukkoliikenteen alueella taas jalankulun osuus kasvaa. Raideliikenne taas korvaa osin autolla liikkumista ja osin bussiliikennettä.

Kuljutavoista henkilöautolla kuljetaan matkasuoritteesta suurin osa eli 72%. Julkisen liikenteen osuus on 19%, kevyen liikenteen osuus 4% ja muiden yksityisen liikenteen kulkutapojen (mopot, mopoautot, senioriskootterit, traktorit jne) osuus on 4% (Henkilöliikennetutkimus 2010–2011).

Ajoneuvojen yksikköpäästöjen (g/ henkilökilometri) vähentämisessä keskeisiä tekijöitä ovat ajoneuvoteknologian kehittyminen energiatehokkaammaksi (ja sitä kautta vähäpäästöisemmäksi), polttoaineiden uusiutuvan energian osuuden kasvattaminen sekä ajoneuvojen täyttöasteen kasvattaminen.

Henkilöliikennetutkimuksen mukaan suomalaisten keskimääräinen päivittäinen matkasuorite on 41 km/vrk. Tästä työmatkaliikennettä on 18%, koulumatkoja 3%, työasiointimatkoja 11 % ja ostos ja asiointimatkoja 18%. Yhteensä nämä matkatyypit muodostavat noin puolet suomalaisten liikkumisesta. Loppu matkasuoritteesta muodostuu vierailuista, mökkimatkoista ja muista vapaa-ajan matkoista .

Yhdyskuntarakenne

Ensin mainittujen matkatyyppien suoritteeseen voidaan vaikuttaa yhdyskuntarakenteella, jolla tarkoitetaan asuntojen, työpaikkojen, palvelujen ja viheralueiden sekä niiden välisten yhteyksien ja teknisen huollon muodostamaa fyysistä ja toiminnallista kokonaisuutta. (YM ymparisto.fi/ykr)

Muihin matkatyyppeihin, eli mökkimatkoihin, vierailuihin ja muihin vapaa-ajan matkoihin eli noin puoleen matkasuoritteesta yhdyskuntarakenteella on vähemmän vaikutusta. Näihin vaikuttavat enemmän elintavat ja tulotaso.

Matkasuoritteeseen vaikuttaa se millä liikkumisvyöhykkeellä henkilö asuu. Liikenteen ja maankäytön vyöhykemallissa kaupunki jaetaan jalankulku- , joukkoliikenne- ja autokaupunkiin (Kosonen 2007). Henkilöliikennetutkimuksessa 2010 – 2011 matkasuoritetta on tarkasteltu eri vyöhykkeillä sekä lisäksi haja-asutusalueilla. Autovyöhykkeellä matkasuoritteet muodostuvat suurimmiksi. Autolla kuljettavat matkasuoritteet ovat kuitenkin joukkoliikennevyöhykkeellä samansuuruiset autovyöhykkeellä asuvien kanssa.

Matkasuoritteeseen vaikuttaa myös se millaisen aluetehokkuuden alueella henkilö asuu. Aluetehokkuus vaikuttaa myös kulkumuodon valintaan.

Taajama- ja kaupunkiseutukoko

Yhdyskuntarakenteen lisäksi matkasuoritteeseen vaikuttaa taajaman koko. Matkasuorite on pienimmillään niillä kaupunkiseuduilla (keskustaajama ja sitä ympäröivä toiminnallinen alue) asuvilla, joiden keskustaajaman koko on 15 000 – 25 000 asukasta. Näitä pienemmillä ja suuremmilla kaupunkiseuduilla matkasuorite on suurempi, mutta painottuu eri matkatyyppeihin. Taajamassa asuvien matkasuorite taas on pienimmillään 50 000 – 100 000 asukkaan taajamissa

Kaupungin morfologinen muoto

Monet suomalaiset kaupungit ovat muodoltaan maantieteellisten seikkojen muovaamia. Mm. harjut ja vesistöt pakottavat kaupungit kasvamaan muotoihin, jotka eivät liikkumisen kannalta ole optimaalisia. Suunniteltaessa kaupungin liikennejärjestelmää morfologiset seikat asettavat rajoitteita, eivätkä kaikki teoreettisesti hyväksi katsotut liikenteen vähentämistoimenpiteet ole mahdollisia.

Kaupunkiseudun monosentrisyys (yksikeskuksisuus) tai polysentrisyys (monikeskuksisuus) vaikuttaa huomattavasti liikkumiseen. Monosentrisessä kaupungissa esim. joukkoliikenteen järjestäminen on huomattavasti helpompaa kuin polysentrisessä, koska liikenne suuntautuu keskustaan ja sieltä pois. Polysentrisellä kaupunkiseudulla liikenne suuntautuu huomattavissa osin eri alakeskusten tai kaupunkikeskusten välillä (ns. criss cross pattern), jolloin joukkoliikenteen järjestäminen on huomattavasti vaativampaa.

Henkilöliikennetutkimuksen mukaan kaupunkiseudun alakeskuksissa asuvien matkasuorite on merkittävästi pienempi kuin pääkeskuksissa tai kaupungin reuna- tai lievealueella asuvien matkasuorite.

Palvelujen sijoittuminen

Palvelujen sijoittuminen vaikuttaa ostos- ja asiointimatkojen matkasuoritteeseen. Erityisesti kaupallisten palveluiden keskittyminen on lisännyt henkilöautolla tapahtuvien ostos- ja asiointimatkojen matkasuoritetta. Tällä hetkellä on trendinä keskittää myös julkisia palveluja (koulut, päiväkodit, terveyspalvelut...) suuremman tehokkuuden saavuttamiseksi. On oletettavaa, että tällä keskittämällä tulee olemaan matkasuoritetta lisäävä vaikutus.

Vapa-ajan matkat

Vapaa-ajan matkasuoritteeseen liittyviä tekijöitä ovat mm kesämökkeily, kakkosasuminen, pitkät kotimaan matkat ja perheen elinkaari (nuoret, työikäiset, lapsiperheet, yli 65v). Kesämökkeilyn liikennesuoritteen osuus on pysynyt melko vakaana jo jonkin aikaa. Kakkosasuminen on lisääntynyt huomattavasti ja sen aiheuttama liikennesuoritteen osuus kasvussa. Henkilön ikä / perheen elinkaari vaikuttaa voimakkaasti liikkumisen määrään ja tapaan. Yksinasuvat nuoret pyrkivät tyypillisesti asumaan kaupunkikeskustoissa, lapsiperheet reunakaupungilla tai kehyskunnissa ja eläkeläiset alakeskuksissa (SYKE/YKR). Matkasuorite ja matkatapa muodostuvat erilaisiksi eri elämänvaiheessa oleville ihmisille.

Henkilöliikennetutkimuksessa 2010 – 2011 ei käsitellä Suomessa asuvien ulkomaanmatkoja sillä tarkkuudella, että niiden perusteella voitaisiin arvioida matkasuoritetta. Ulkomaan matkoista on työasia, työ tai opiskelumatkoja 19%. Loput matkat liittyvät vapaa-aikaan (matkailu, vierailu tai ostosmatka). Valtaosa ulkomaanmatkoista liittyy enemmänkin elintapoihin (esim. tulotason vaikutus) eivätkä niinkään yhdyskuntarakenteeseen tai asuintaajaman kokoon.

3.2 Päästöjen vähentämistoimenpiteet

Matkasuoritteen vähentäminen

Yhdyskuntarakenteen kehittäminen

Eri kokoisissa, morfologialtaan erilaisissa ja erilaisen yhdyskuntarakenteen kaupungeissa parhaat päästöjä hillitsevät toimet voivat poiketa toisistaan. Yhdyskuntarakenne on hitaasti muuttuva asia, joten siihen liittyvä päästövähennyspotentiali voi toteutua pitkällä aikavälillä ja vaikuttaa hitaasti.

Kaupunkiseuduilla, joissa on olemassa edellytykset joukkoliikenteelle (asukasluku yli 100 000), parhaat mahdollisuudet vähentää päästöjä on tiivistää autovyöhykkeen asutusta ja sitä kautta luoda alueita tai käytäviä, joissa joukkoliikenne muodostuu kannattavaksi. Tiivistämällä joukkoliikennekäytävien lähistöllä sijaitsevaa autovyöhykettä se voidaan muodostaa osaksi joukkoliikennevyöhykettä ja siten lisätä joukkoliikenteen osuutta kulkutapajakaumassa.

Monikeskuksisilla kaupunkiseuduilla alakeskuksien vahvistamisella päästään kohti vähempipäästöistä yhdyskuntarakennetta koska alakeskuksissa asuvien matkasuorite on alhaisempi kuin seudun muilla alueilla.

Peri-urbaaneilla alueilla eli kaupunkien lievealueilla parhaat mahdollisuudet päästövähennyksiin on kehittää liikkumista multimodaaliseksi. Käytännössä tämä tarkoittaa liityntäpysäköinnin kehittämistä siten, että harvan asutuksen alueelta liikutaan autoilla raide- tai muun joukkoliikenteen äärelle.

Aluetehokkuus vaikuttaa sekä matkasuoritteeseen että kulkumuotojakaumaan. Henkilöliikennetutkimuksen mukaan alueilla, joilla aluetehokkuus on suurempi (esim. kerrostaloalueet) matkasuorite jää pienemmäksi ja joukkoliikenteen kulkutapaosuus on suurempi. Suunnittelijoiden keskuudessa on Suomessa pidetty joukkoliikenteen kannattavuusrajana alueita, joiden asukastiheys on yli 20 asukasta hehtaarilla. Norjalaisen tutkimuksen (Næss 1995) mukaan pohjoismaisten yhdyskuntien

(22 kpl) vertailussa maa-alan kaksinkertaistuminen asukasta kohti (eli asukastiheyden puolittuminen) lisäsi liikenteen energiakuluja noin puolitoistakertaiseksi. Suurempi asiakastiheys mahdollistaa joukkoliikennejärjestelmien tehostamisen ja levittämisen uusille alueille. Lyhyemmät etäisyydet puolestaan lisäävät myös kevyen liikenteen (kävelyn ja pyöräilyn) osuuksia kulkutapajakaumissa. Sekä joukkoliikennejärjestelmien että kevyen liikenteen osuuksien kasvu merkitsevät yhdyskuntien ekotehokkuuden parantumista (Lahti ja Moilanen, 2010).

Lahti ja Moilanen arvioivat raportissaan Kaupunkiseutujen yhdyskuntarakenne ja kasvihuonekaasupäästöt, Kehitysvertailuja 2005–2050, että perusuran (yhdyskuntarakenteen kehitys jatkuu samansuuntaisena kuin se on 90-luvulta tapahtunut tähän päivään) mukaisessa kehityksessä liikenteen päästöt vähenisivät 6,6 milj. tonnista 5,5 milj tonniin tarkoittaen 1,6 % vähennystä Suomen kokonaispäästöissä. Selvityksessä tarkastelluissa eri skenaarioissa tiivis keskittyvä rakenne tarkoittaisi 0,7 lisävähennystä (40 tuhatta tonnia) perusuraan verrattuna ja harva hajautuva kehitys 1,9% lisäystä (86 tuhatta tonnia) perusuraan verrattuna.

Etätyö

Henkilöliikennetutkimuksen mukaan kokopäiväinen etätyö vähentää selvästi liikkumista, mutta etätyön valitsevat usein henkilöt, joilla työmatka on tavanomaista pidempi ja jotka myös tekevät muita työhön liittyviä matkoja tavanomaista enemmän.

Etätyöpotentiaali on suurimmillaan tiheillä kaupunkiseuduilla, koska niille on sijoittunut eniten sekä etätyöhön soveltuvia ihmisiä että tietotekniikkaan perustuvia työpaikkoja. Etätyö ja työmatkat Suomessa –tutkimuksen (Helminen et al. 2003) mukaan tiheimmillä kaupunkiseuduilla työmatkat ovat lyhimpiä, mutta suurten työssäkäyntialueiden ympärillä on vyöhyke, jossa työmatkojen pituus on keskimääräistä suurempi. Etätyömahdollisuudet näillä vyöhykkeillä ovat kiinnostavia, koska juuri pitkien työmatkojen vähentäminen etätyön avulla olisi kaikkein hyödyllisintä; pitkien (20-150 km) työmatkojen osuus kaikista työmatkoista oli vuonna 1998 vain 12 %, mutta niiden osuus työmatkasuoritteesta oli 57 % (Helminen et al. 2003).

Henkilöliikennetutkimuksen 2010 – 2011 mukaan miehistä etätyötä oli mainittuna aikana tehnyt 14 prosenttia ja naisista 12 prosenttia. Etätyö liittyy niin kokopäiväiseen, osa-aikaiseen kuin satunnaiseenkin työntekoon ja etätyötä tekevät melko tasaisesti kaiken ikäiset työikäiset. Kirjallisen sopimuksen etätyön tekemisestä oli tehnyt 83 000 suomalaista. (Henkilöliikennetutkimus 2010 - 2011).

Kokopäiväisenä etätyö vähentää kyseisenä päivänä tehtyjä matkoja ja matkasuoritteita. Sen sijaan, jos tarkastellaan liikkumista yleensä, eikä vain kyseisen etätyöpäivän matkoja, etätyötä tekevät liikkuvat selvästi muuta ansiotyössä käyvää väestöä enemmän (Henkilöliikennetutkimus 2010 – 2011). Etätyön yleistymisen matkasuoritetta lisäävänä vaikutuksena saattaa olla, että etätyötä tekevät valitsevat asuinpaikkansa kauempaa, jolloin etätyöstä huolimatta työmatkasuorite saattaa kokonaisuudessaan kasvaa.

Verkon kautta toteutettavat palvelut (kauppa, julkiset palvelut)

Sähköinen kaupankäynti on yleistynyt hitaammin kuin aiemmin uskottiin. Tilastokeskuksen mukaan yritysten välisestä asiointista noin 60% tapahtuu sähköisesti. Kuluttajakaupassa internetin osuus on kuitenkin huomattavasti pienempi. Erikoistavarakaupasta noin kolmasosa tapahtuu sähköisesti, mutta päivittäistavarakaupasta vain muutama prosentti tapahtuu internetin kautta. (Tilastokeskus 2010.) Eräs syy tähän on se, että päivittäistavarakaupan tuotteissa internet kauppa ei juurikaan vähennä yrityksen logistisia kustannuksia. Asiakkaan tilaus pitää keräillä joka tapauksessa. (Kanninen et. al. 2010).

Tilastokeskuksen tutkimuksen (Suomen virallinen tilasto 2012) mukaan verkko-kaupan asiakkaiden määrä on kuitenkin kasvussa. Vuoden 2011 aikana Internetistä osti jotakin kaksi kolmasosaa suomalaisista. Ostosmatkoihin liittyvien päästöjen vähennyspotentiaali on 0,3 –1,3% Suomen kokonaispäästöistä, mikäli ruokatavaraostokset tehtäisiin sähköisesti (Siikavirta, 2003).

Myös julkisia palveluja siirtyy Internetin kautta tapahtuvaksi. Esimerkiksi verohallinnon palvelut ja suuri määrä kunnallisista palveluista voidaan hoitaa verkkopalveluina. Virtuaali- ja puhelinneuvottelut ovat tehokkaita vähentämään työasiamatkojen matkasuoritetta ja sitä kautta päästöjä (Buttazzoni et al., 2008).

Palveluiden siirtyminen Internetin välityksellä tapahtuviksi, paitsi tehostaa palvelua, myös vähentää ostos- ja palvelumatkojen matkasuoritetta. Verkkokaupan myötä tavaralogistiikka kuitenkin lisääntyy, mutta kokonaisuutena CO2 päästöjen arvellaan vähenevän, koska tavarantoimitukset voidaan hoitaa vähemmällä ajokilometreillä verrattuna siihen, että kuluttaja itse noutaa tavarat kaupasta.

Ruuhkamaksut / tietullit

Suurimmissa kaupungeissa maailmalla on otettu käyttöön ruuhkamaksuja autoilijoille sekä esimerkiksi vähäpäästöisiä keskusta-alueita (low-emission-zone) kuten Lontoossa (Ellison et al. 2013). Tukholmassa kokemukset ovat olleet hyviä, päästövähennykset ovat jopa ylittäneet odotukset ja ruuhkat ovat vähentyneet myös maksualueiden ulkopuolella sekä käyttäjät ovat lopulta olleet pääsääntöisesti tyytyväisiä (Eliasson et al. 2009).

Katometro II (Söderström ja Ristimäki, tulossa 2014) hankkeessa tehty Helsingin ja Tukholman seutujen vertailu osoittaa, että Tukholmassa autonomistuksen kasvu on pysähtynyt ja jopa kääntynyt lievään laskuun jotakuinkin sinä aikana kun ruuhkamaksut otettiin siellä käyttöön. Tukholma on kuitenkin huomattavasti monosentrisempi kuin Helsinki. Polysentrisemmässä Helsingissä on vuosina 1990 – 2010 siirtynyt huomattava määrä työpaikkoja keskustasta kaupunkiseudun muihin työpaikkakeskittymiin (esim Leppävaara, Aviapolis)(SYKE/YKR), joten ei voida varmuudella sanoa, mikä ruuhkamaksun vaikutus olisi Helsingin seudulla. Helsingin seudun ruuhkamaksu, Jatkoselvitys-raportissa (Välipirtti 2011) ruuhkamaksun kalliimpi ydinvyöhyke olisi ulotettu keskusta kehä III:lle joten maksuvyöhyke kattaisi myös ne alueet, joille työpaikkoja on siirtynyt. Helsingin seudun ruuhkamaksu-selvityksen vaihtoehtojen vertailussa ruuhkamaksuvaihtoehto vähentää autoliikenteen suoritteita eniten, joten ympäristövaikutukset ovat positiivisimpia. Ilmanlaatua heikentävät päästöt vähenevät merkittävästi ja liikenteen melu pienene vähän.

Tunnetuimmat esimerkit ruuhkamaksuista ovat Singapore, Lontoo ja Tukholma. Näissä kaupungeissa ruuhkamaksua on käytetty keinona vähentää autoliikenteen määrää ruuhka-aikoina. Tulokset ovat olleet hyvin samansuuntaiset: ruuhkat ovat vähentyneet ja liikenne on tullut sujuvammaksi. Göteborgin kaupunki otti ruuhkamaksun käyttöön vuoden 2013 alusta. Ruuhkamaksun vaikutukset ovat olleet siellä vastaavanlaiset kuin muuallakin. (Oikeudenmukaista ja älykästä ..., 2013) Ruuhkamaksullinen liikennejärjestelmä vähentäisi pääkaupunkiseudulla ruuhkia, nopeuttaisi liikennettä, lisäisi joukkoliikenteen kilpailukykyä ja osuutta matkoista, vähentäisi kasvihuone-kaasupäästöjä ja ympäristöhaittoja sekä parantaisi liikenneturvallisuutta.

Polttoaineen hinta

Tuulen selvityksen (Tuuli, 2009) mukaan autojen polttoaineen budjettiosuus kotitalouksien kokonaiskulutuksesta on nykyään keskimäärin noin 3,5 %. Osuus vaihtelee pääkaupunkiseudun vajaan 3%:sta haja-asutusalueiden 4%:iin. Polttoaineiden hinnasta noin 70% muodostuu veroista, joten vero-osuuden säätelyllä voidaan vaikuttaa voimakkaasti hintaan. Polttoaineen hinnan korotus kohdistuu eri tulo luokkiin eri tavoin, koska alemmissa ja keskitulo luokissa osuus kulutusmenoista on suurempi kuin

suurissa tuloluokissa. Polttoaineen hinnankorotus kohdistuu myös voimakkaammin haja-asutusalueille kuin taajaan asutuille alueille. Selvitys ei kuitenkaan anna kuvaa siitä, mikä on polttoaineen hinnan ja ajettujen kilometrien hintajousto.

Työmatkojen verovähennykset

Työmatkojen pidentymisen merkittävänä vaikuttajana on Suomessa havaittu olevan työpaikkojen ja työvoiman voimakas erikoistuminen viimeisen 25 vuoden aikana. Tätä kuvaa osaltaan myös liike-elämän palveluiden toimialaluokan osuuden merkittävä kasvu samalla kun perinteisen teollisuuden työpaikkojen osuus on vähentynyt. Yritysten kilpailukyvyä edistämiseksi työvoiman liikkuvuutta on haluttu edistää työmatkojen verovähennyksillä. Nykyisen verovähennykäytännön on arvioitu suosivan henkilöautolla tapahtuvia työmatkoja ja hajauttavan yhdyskuntarakennetta. Valtiovarainministeriöllä on selvityksen alla kilometriperustainen vyöhykkeistetty vähennys joka suosisi joukkoliikennettä. (Oinonen, suull).

Autoverotuksen muuttaminen kilometriperustaiseksi

Oikeudenmukaista ja älykästä liikennettä työryhmän raportissa (Oikeudenmukaista ja älykästä ..., 2013) tarkastellaan, minkälaisia vaikutuksia henkilöauton verotuksen uudistamisella kokonaan käytön mukaiseksi olisi. Tämä tarkoittaisi kiinteiden verojen (auto- ja ajoneuvovero) muuttamista kilometriveroksi. Kilometriveron ohjausvaikutus olisi ajosuoritteeseen eli liikennemäärään nähden kiinteitä veroja suurempi, koska verotus kohdistuisi auton käyttöön. Kilometrivero voidaan asettaa myös auton ympäristöominaisuuksien mukaan, jolloin jokainen ajettu kilometri vaikuttaa auton synnyttämiin ominaispäästöihin.

Kiinteät verot ohjaavat ihmisten ajokäyttäytymistä selvästi vähemmän kuin suoraan kulutukseen liittyvät verot. Pahimmillaan kiinteät verot ohjaavat väärään suuntaan. Esimerkiksi dieselautoilta perittävä käyttövoimavero voi kannustaa autoilijoita ajamaan mahdollisimman paljon, jotta dieselautolla ajaminen olisi perusteltua bensiinikäyttöiseen autoon nähden.

Käytön mukainen verotus muuttaisi ihmisten kokemaa liikkumisen hintaa, jolla olisi puolestaan vaikutusta liikenteen määrään. Henkilöautoliikenteen määrä todennäköisesti vähenisi, jolloin myös liikenteen aiheuttamat päästöt vähenisivät ja liikenneturvallisuus lisääntyisi. Henkilöauton käyttökustannusten nousu parantaisi joukkoliikenteen suhteellista kilpailuasemaa, jolloin joukkoliikenteen matkustajamäärät lisääntyvät.

Kilometriverojärjestelmän on arvioitu vähentävän henkilöautoliikennettä noin 30 miljoonalla matkalla ja siirtävän ne joukkoliikenteeseen. Matkamäärän muutokset ovat suhteellisen pieniä autoliikenteessä (automatkoja on vuodessa noin 3,5 miljardia), mutta huomattavia joukkoliikenteessä, jossa määrät ovat lähtökohtaisesti vähäisempiä. Joukkoliikenteen kysynnän kasvusta seuraisi luonnollisesti lisää järjestämiskustannuksia, mutta seurauksena olisi myös ns. Mohring -efekti, jossa käyttäjämäärän huomattava kasvu johtaa parempaan palvelutasoon ja kilpailukyvyä kasvuun, koska suuri käyttäjämäärä vaatii tiheämpiä vuorovälejä – sekä parhaimmillaan myös ostoliikenteen vähenemiseen. Tätä kutsutaan myös joukkoliikenteen kysynnän positiiviseksi kierteksi. Kilometriveroon siirtyminen vähentäisi hiilidioksidipäästöjä 5 – 5.5% riippuen valittavasta porrastusmallista. Kilometriveron etuna verrattuna polttoaineveroon olisi, että se voitaisiin kohdentaa alueellisesti siten, että välttäänsä ei toivotuilta tulonjakovaikutuksilta esim. harvaan asutuilla alueilla

Matkojen ketjuttaminen

Autoriippuvainen yhdyskunta hankkeessa tutkittiin matkojen ketjuttamista. Tällä tarkoitetaan työmatkan, ostosmatkan kyyditsemismatkan tms. hoitamista yhdellä kotoperäisellä matkalla erillismatkojen sijaan.

Matkojen ketjuttamisella on arvioitu saatavan säästöjä matkasuoritteessa ja sitä kautta päästöissä (Kanninen et. al. 2010). Em. tutkimuksen empiiristen havaintojen mukaan osa ihmisistä ketjuttaa matkansa jo nyt, mutta haastateltavista löytyi myös huomattava määrä henkilöitä, jotka suorittivat valtaosan asiointimatkoistaan kotoperäisesti.

Ajoneuvo- ja polttoaineteknologian kehittyminen vähäpäästöiseksi

Pitkällä aikavälillä tarkasteltuna tekniset edistysaskeleet mahdollistavat suurimman osan liikenteen ilmastovähennyspotentiaalista. Ajoneuvo- ja polttoainetekniikan mahdollisuuksia kartoittanut selvitys (Nylund 2011a) kuitenkin osoittaa, että hyvin nopeakaan tekninen kehitys ei yksin riitä vähentämään päästöjä nykyisten ilmastotavoitteiden tasolle, vaan liikkumissuoritetta on saatava vähenemään yhdyskuntarakennetta ja joukkoliikennettä kehittämällä. Samanlaiseen tulokseen päätyvät myös esimerkiksi van Wee et al. (2012).

Sähköautojen kehitys ei ole riittävän nopeaa, jotta niistä olisi merkittävää apua vuoden 2020 ilmastotavoitteisiin pääsemiseksi. Merkitys kuitenkin kasvaa vuoden 2030 tavoitteisiin ja erityisesti vuoden 2050 tavoitteisiin pääsemiseksi (Nylund 2011b).

Sähköautot eivät kuitenkaan ole ainoa ajoneuvoihin ja polttoaineisiin liittyvä tekninen kehitysaskel. Päästövähennysten kannalta muita tärkeitä toimenpiteitä ovat bensiinin bio-osuuden lisääminen (nykyistä suurempi osuus edellyttää autojen kehittämistä tai muuttamista flexi-fuel tyyppisiksi), biodieselin sekä biokaasun yleistyminen polttoaineina. Lyhyellä aikavälillä suurin hiilidioksidin päästövähennyspotentiaali on bensiinin ja dieselin bio-osuuden lisääntymisellä.

Suomi on asettanut EU:ta tiukemman tavoitteen uusiutuvan energian osuudelle liikenteessä ja tavoittelee 20 %:in osuutta vuonna 2020. Kansallinen biopolttoaineiden jakeluvuotoelaki koskee tällä hetkellä vain tieliikenteessä käytettäviä biopolttoaineita. Biopolttoaineilla saavutettavan hiilidioksidin päästövähennyksen arvioiminen on hankalaa johtuen siitä, että biopolttoaineita on useanlaisia ja niiden todellinen päästövähennys riippuu tuotantotavasta. Tämän vuoksi esim. VTT:n LIISA mallissa päästövähennyksenä käytetään suoraan bio-osuutta. Näin ollen 20% uusiutuvan energian osuus tarkoittaisi laskennallisesti 20% CO₂ päästövähennystä.

Ajoneuvoteknologian kehittymistä ohjataan EU-normeilla, jotka asettavat uusille autoille päästöraajat. Nykyisin on voimassa EURO-5 normi ja vuoden 2014 alusta EURO – 6. EU-tavoitteet uuden autokannan keskimääräisiksi hiilidioksidipäästöiksi ovat 130 g/km vuonna 2015 ja 95 g/km vuonna 2020. (Trafi, 2013). Autonvalmistajat pyrkivät kehittämään ajoneuvoteknologiaa useilla eri tavoin mm. perinteistä polttomoottoritekniikkaa kehittämällä sekä erilaisilla bensiini ja dieselhybrideillä.

Sähköajoneuvojen sekä biopolttoaineiden kohdalla on huomioitava, että hiilidioksidipäästövähennys riippuu sähkön tai polttoaineen tuotantotavasta. Vaikka yksinkertaisuuden vuoksi useimmat mallit ja laskelmat olettavat näiden osalta kulutustapahtuman päästöt nolliksi, ne eivät kuitenkaan ole hiilidioksidivapaita liikennemuotoja.

Ajotapojen vaikutus

Taloudellista ajotapaa pidetään tärkeänä keinona vähentää päästöjä. Arvion mukaan jopa 50 % autoilijoista voitaisiin saada omaksumaan taloudellisen ajotavan käytäntö (Rodt et al, 2010). Taloudelliseen ajotapaan liittyy tällä hetkellä maksimaalisesti 25 % säästöpotentiaali polttoaineen kulutuksessa, mutta autojen teknisen kehityksen vuoksi tämä laskee 20 % :iin vuoteen 2020 mennessä ja 15 %:iin vuoteen 2030 mennessä (Rodt et al., 2010). Taloudellisen ajotavan päästövähennyspotentiaalista kuitenkin vain puolet todellisuudessa toteutuu, eli taloudellinen ajotapa

vähentää autoilun päästöjä käytännössä keskimäärin 10 % (Barkenbus, 2010; Rodt et al., 2010). Autoissa, joissa on eko-toiminto, taloudellisen ajotavan merkitys on 1 % -yksikön lisäys ekotoiminnon avulla saavutettavaan 10 % päästösäästöön (Imaizumi & Sengoku, 2013).

Siirtyminen vähäpäästöisiin kulkutapamuotoihin

Liikennejärjestelmä, multimodaalisuus liikkumisen ohjaus

Liikennejärjestelmällä tarkoitetaan kokonaisuutta, johon kuuluvat koko liikkumisympäristö ja eri liikennemuodot: kävely, pyöräily, joukkoliikenne, henkilöautot ja tavaraliikenne. Liikennejärjestelmän suunnittelussa tarkastellaan yksittäisten hankkeiden sijaan kokonaisuutta sekä erilaisten toimenpideyhdistelmien vaikutuksia liikkumiseen ja liikenteen kehitykseen (HSL 2013). Liikennejärjestelmä muodostuu liikenteen infrastruktuurista ja sitä käyttävästä henkilö- ja tavaraliikenteestä sekä niitä ohjaavista järjestelmistä (Liikennevirasto 2013).

Liikkumisen ohjaus (mobility management) on kysyntälähtöinen lähestymistapa henkilö- ja tavaraliikenteeseen, jossa yhteistyöllä toimijoiden kanssa ja joukolla työkaluja tuetaan ja kannustetaan asenteiden ja käyttäytymisen muutosta kohti ympäristön kannalta kestävämpien kulkutapojen käyttöä. Liikkumisen ohjauksen työkalut eivät ole niin sanottuja kovia toimenpiteitä, kuten lisäinfrastruktuurin rakentamista, vaan pehmeitä toimenpiteitä, jotka perustuvat informaatioon, kommunikaatioon, organisointiin, koordinaatioon ja ne vaativat edistämistä. Liikkumisen ohjauksen ideana on liikkumisen ymmärtäminen kokonaisuutena (Kiiskilä et al. 2002).

Suunniteltaessa liikennejärjestelmää kokonaisuutena pyritään siihen, että sekä henkilöliikenteen että tavaraliikenteen tarpeet tulevat tyydytettyä mutta samalla päästöt pysyvät mahdollisimman pieninä.

Joukkoliikenne

Joukkoliikenteen edistämiseen liittyy monta osatekijää, kuten maankäytön suunnittelu, infrastruktuuri, tarjonta, palvelun laatu, informaation välittäminen ja markkinointi. (Rantala ja Wallander 2012). Joukkoliikenteen kannattavuuden ja vähäpäästöisyyden perusedellytys on riittävän tiivis yhdyskuntarakenne. Esimerkiksi suunnitelmalla asukastiheydeltään riittävän tiheitä alueita voidaan joukkoliikenteen edellytyksiä parantaa. Matkustajan lähtö- ja määräpaikat eivät aina sijaitse kävelyetäisyydellä pysäkeistä ja harvat kohteet ovat saavutettavissa ilman vaihtoja. Jotta matkustaja valitsee joukkoliikenteen henkilöauton sijasta, tulee matkaketjujen olla helppoja ja joukkoliikenneverkon käytön eri liikennöitsijöiden ja kulkutapojen välillä sujuvaa. (Rantala ja Wallander 2012).

Liityntäpysäköinnin kehittäminen on yksi kustannustehokkaimmista joukkoliikenteen edistämistoimista. Liityntäpysäköinti mahdollistaa joukkoliikenteen, henkilöautoliikenteen ja pyöräilyn parhaimpien ominaisuuksien yhdistämisen. (Rantala ja Wallander 2012)

Liityntäpysäköinti ja -liikenne vähentävät henkilöauton käyttöä. Autoilija ajaa tällöin vain osan matkasta henkilöautolla ja jatkaa matkaa joukkoliikenteen kyydissä. Energiankulutuksen ja päästöjen vähentämiseksi on parempi kulkea joukkoliikenteellä edes osa matkasta, jos vaihtoehtona on koko matkan kulkeminen henkilöautolla. Kaupunkien keskustaan suuntautuvilla matkoilla liityntäpysäköinti on varteenotettava vaihtoehto, koska keskustaan on parhaimmat joukkoliikenteen runkoyhteydet. (Motiva 2013b).

Joukkoliikenteellä on Suomessa paikalliset toimintaedellytykset suurilla kaupunkiseuduilla sekä joillakin keskisuurilla kaupunkiseudulla. Näiden lisäksi joukkoliikenne on tärkeä seudullisissa yhteyksissä.

Seuduilla, joilla on toimiva paikallinen joukkoliikenne on lipun hinnan oltava niin alhainen, että joukkoliikenteen käyttö on itsestäänselvyys. (Ristimäki & Oinonen, 2011)

Joukkoliikenteen suhteellista kilpailuasemaa muihin liikennemuotoihin nähden voidaan edistää liikennejärjestelyillä, (bussikaistat, raitioliikenteen eriyttäminen omiin liikennekäytäviin) joissa joukkoliikenne sujuvuus on varmistettu suhteessa henkilöautoliikenteeseen tai rajoittamalla henkilöautojen pysäköintiä.

Suurilla kaupunkiseuduilla joukkoliikenteen suosiminen on tehokas tapa hiilidioksidipäästöjen vähentämisessä liikennesektorilla. Linja-autoilla ajetun joukkoliikenteen osuus liikenteen päästöistä on varsin pieni, mutta myös kyseisellä sektorilla voidaan saavuttaa päästövähennyksiä." Joukkoliikenteen linjastosuunnittelu on monipuolinen kokonaisuus, jolla pyritään löytämään optimaalinen tilanne joukkoliikenteen palvelutason, kustannustehokkuuden ja energiatehokkuuden kannalta" (Metsäpuro et al. 2011). Tämä on monimutkainen kokonaisuus, jossa linja-autojen matkustussuoritetta (täyttöastetta) pyritään optimoimaan siten, että autot kulkisivat mahdollisimman täysinä. Yhdyskuntarakenteen ja bussilinjojen yhteissuunnittelulla on erityisen suuri merkitys. Eurooppalaisia joukkoliikenneoperaattoreita tutkittiin vuosina 2002-2004 BESTRANS-tutkimuksessa. Operaattorit, jotka pääsivät 60 % täyttöasteeseen, kuluttavat jopa viisi kertaa vähemmän energiaa matkustajakilometriä kohden kuin operaattorit, joiden täyttöaste jää alle 20 prosenttiin (Metsäpuro et al. 2011). Lisäksi on olemassa lukuisia joukko teknisiä ratkaisuja, joilla bussiliikenteen energiatehokkuutta saadaan parannettua.

Pyöräily

Pyöräilyliikenteen kehittäminen käyttäjille houkuttelevammaksi on liikenteen ilmastopoliittisten tavoitteiden mukaisesti kannatettavaa. Matkan pituus on keskeisin kulkutavan valintaan liittyvä tekijä. Yhdyskuntarakenteen tiivistäminen ja toimintojen sekoittaminen rakentaa pyöräilylle parempaa toimintaympäristöä. Tämän lisäksi hyvän pyöräilyinfrastruktuurin rakentaminen (pyöräilyverkoston mobiliteetin kasvattaminen) sekä erilaiset käyttäjiä pyöräilyyn kannustavat ohjauksen toimenpiteet. Uudistuvan liikennepoliittikan mukaisesti valtion liikennesektorin investointirahoitusta tulisi jatkossa suunnata nykyistä enemmän pieniin parantamistoimiin, kävelyn ja pyöräilyn edistämishankkeet mukaan lukien (Liikennevirasto 2012). Kososen mukaan (2007) 5 km etäisyys työmatkoissa on sellainen, että pyöräilyn osuus on vielä kohtuullisen suuri, mutta sitä pidemmillä matkoilla pyöräilyn osuus vähenee jyrkästi.

Jalankulku

Henkilöliikennetutkimuksen mukaan jalankulku on vähentynyt. Tyypillisin automatka on Henkilöliikennetutkimus 2010 – 2011 mukaan pituudeltaan kolme kilometriä. Tämä tarkoittaa sitä, että lyhyet matkat palveluiden hankkimiseksi (kauppa, koulu, terveysasema jne) ovat vaihtuneet jalan tai pyörällä suoritettavista autolla tapahtuviksi. Jalankulkua voidaan edistää luomalla jalankulkuystävällistä liikenneympäristöä. Pelkkä toimintojen saavutettavuus jalan (yhdyskuntarakenne) ei takaa sitä, että ihmiset liikkuisivat jalan. Lisäksi tarvitaan miellyttävä ja turvallinen jalankulkuympäristö. (Kanninen et. al. 2010).

Kevyt moottoriliikenne; senioriskootterit, mopot, mopoautot

Henkilöliikennetutkimuksessa huomionarvoinen seikka on muun yksityisen liikenteen osuuden kasvu 4%:iin. Samanaikaisesti kyyditsemismatkojen matkasuorite on kääntynyt laskuun. Osaltaan tämä on tulkittavissa siten, että nuorison autolla tapahtuva kyyditseminen on korvautunut mopoilla ja mopoautoilla tehtävillä matkoilla.

Tällä hetkellä ns. senioriskoottereitten määrä on huomattavassa kasvussa. Vielä ei ole havaintoja siitä, korvaako senioriskootterien matkasuorite kävelyä, pyöräilyä, jossain määrin autoilua tai jopa joukkoliikennettä. Senioriskootterit kulkevat pääosin sähköllä, ja mikäli ne korvaavat auton käyttöä lyhyillä kauppamatkoilla, seurauksena on hiilidioksidipäästöjen väheneminen. Myös mopojen ja popoautojen kulutus on vähäisempää kuin henkilöautojen. Toistaiseksi näiden liikennemuotojen aiheuttama päästövähennys on kuitenkin marginaalista luokkaa.

Kimppakyydit ja autojen yhteiskäyttö

Kimppakyydit ovat yleistyneet viimeisten vuosien aikana kun kyytien välitys on lisääntynyt internetissä räjähdysmäisesti. Kimppakyydillä nostetaan henkilöauton täyttöastetta ja saavutetaan sitä kautta päästövähennyksiä. Nykyinen taksilaki sallii matkakustannusten jakamisen kyydissä olevien kesken. Perinteinen liftaaminen on lähes kadonnut internetissä välitettyjen kimppakyytien yleistyttyä.

Autojen yhteiskäytöllä voidaan täydentää liikennejärjestelmän toimivuutta alueilla, joilla joukkoliikenne ei tarjoa palveluja tai tilanteisiin, joissa autoa käytetään harvoin tai satunnaisesti. Useissa Euroopan kaupungeissa on nykyään yrityksiä / yhdistyksiä, jota tarjoavat autojen yhteiskäyttöä.

Aiemmin autottomien yhteiskäyttöautoilijoiden liikkumismahdollisuudet paranevat, mutta samalla myös henkilöautosuorite ja päästöt kasvavat. Autosta tai sen hankinnasta luopuvat ovat lukumääräisesti vähemmistö, mutta heidän henkilöautosuoritteensa pienenee huomattavasti. Monenlaisten muutosten nettovaikutuksena yhteiskäyttöautoilu vähentää liikkumisen (yksityisautoilun) hiilidioksidipäästöjä noin kolmanneksella. Tutkimukset Suomessa, Euroopassa ja Pohjois- Amerikassa ovat päätyneet suurin piirtein samaan tulokseen. (Voltti, 2010)

3.3 Sopeutuminen liikennesektorilla

Suurin osa liikennepuolella ilmastonmuutokseen liittyvästä tutkimuksesta keskittyy ilmastonmuutoksen hillintään. Sopeutumisessa Suomen kohdalla suurimmiksi teemoiksi voidaan katsoa muutokset liikenneväylien routimisessa, kasvavien sademäärien vaikutus tiestön kuntoon sekä rankkasateista ja merenpinnan noususta johtuvat tulvimiset(Koetse & Rietveld 2008). Suomen luonnonolosuhteet ovat ilmastonmuutoksen ääri-ilmiöiden kannalta melko tasaiset; suurimmat uhat liittyvät alavien rannikkoseutujen tulva-alueille ja erityisesti kevättulviin.

Suomalainen yhteiskunta ei ole täysin varautunut sään ääri-ilmiöihin. Suomen osalta tärkeimmiksi ilmastonmuutoksen sopeutumishaasteiksi nostetaan hätätilannesuunnittelun ja varoitusjärjestelmien puute, nykyisen liikenneinfrastruktuurin heikko kestävyys ja suunnittelunormien tiukentamisen tarve (Saarelainen 2006). Tällä hetkellä käynnissä oleva MOWE-IT –projekti (arvioitu kesto 30.9.2014 asti) pyrkii tunnistamaan parhaita käytäntöjä ilmastonmuutokseen ja sen aiheuttamien sääilmiöiden vaikutuksiin sopeutumiseen kuljetus- ja liikennejärjestelmäsektorilla.

Pääkaupunkiseudun ilmastonmuutoksen sopeutumisstrategia on HSY:n 2012 valmistunut raportti Suomen suurimman väestökeskittymän ilmastonmuutokseen sopeutumiskeinoista. Raportissa liikennepuolen toimenpide-ehdotuksia ovat: 1. joukkoliikenteen valmiussuunnitelma 2. sään ääri-ilmiöiden huomioiminen liikenneverkko-suunnittelussa ja 3. joukkoliikenteen häiriöpäivystys ja liikenneinfokeskus.

4. ASUMINEN

4.1 Asumisen kokonaisenergiakulutus ja kasvihuonekaasupäästöt

Rakennukset kuluttavat Suomessa ja useimmissa länsimaissa noin 40% energian loppukäytöstä (EU 2008) ja noin 30 % Suomen kasvihuonekaasupäästöistä (Ympäristöministeriö, 2012a, Tilastokeskus). Rakentamisen osuus koko Suomen energiankulutuksesta on noin 5 %, osuus on sama kasvihuonekaasupäästöistä.

Asuinrakennukset (pientalot, rivi- ja kerrostalot) kuluttavat 52% Suomen rakennuskannan energiasta (Airaksinen ja Vainio 2012). Jos Suomen kasvihuonekaasupäästöjen tasoksi asetetaan viime vuosien taso (70 milj, t CO₂ ekv) pelkästään asumisen rakennusten energiankäyttö aiheuttaa runsaat 10 milj. t CO₂ ekv suuruiset päästöt. Asumisen päästöjen osuus on oletettavasti jonkin verran suuremmat kuin energiakäytön osuus rakennuskannasta koska yli puolet omakotitaloista, viidennes rivi- ja kerrostaloista sekä 35 prosenttia liike- ja palvelurakennuksista lämmitetään joko öljyllä tai sähköllä (Airaksinen ja Vainio 2012).

Suomen olemassa olevassa asuinrakennuskannassa keskimääräinen lämmitysenergiakulutus on noin 250 kWh/m², josta tilojen lämmittämisen osuus on 160 kWh/m² eli 64 % (Airaksinen ja Vainio ym., 2012). Loput energiasta kuluu sähkölaitteisiin ja valaistukseen Lämmityksessä on mukana veden lämmittämiseen tarvittavaenergia. Tilojen lämmityksen, veden lämmityksen ja muun energian osuudet ja absoluuttiset määrät neliötä kohti vaihtelevat huomattavasti rakennustyyppittäin. Motivan (2013) arvioin mukaan veden lämmittämisen kuluu noin 20 % asumisen energiasta. EU(27) tasolla lämmityksen osuus kotitalouksien energiankäytöstä on 68 % (McKinnon ym., 2013).

Asumisen energiankulutus riippuu talon teknisten, energiatehokkuuteen liittyvien ratkaisujen lisäksi asukkaiden energiakäyttötottumuksista. Esimerkiksi käyttäjistä riippuen samana vuonna rakennettujen, teknisiltä ominaisuuksiltaan samoja olevien asuintalojen erot voivat olla 4-5-kertaisia pelkästään lämmitysenergiakulutuksen kannalta (Boström et. al. 2012).

Asuntojen kasvihuonekaasupäästöjen suuruuteen vaikuttavat rakennuksen energiatehokkuusominaisuuksien ja elämäntapojen lisäksi myös käytettävissä olevat energiaratkaisut sähkön ja lämmön/viilennyksen osalta.

Asumisen kasvihuonekaasupäästöt muodostavat merkittävimmän yksittäisen päästölähteen yksityisessä kulutuksessa. Ympäristölaajennetun tuotos-panosmallin avulla laskettu asumisen osuus oli noin 30 % (2,8 t CO₂ ekv/asukas) Suomen vuoden 2005 yksityisen kulutuksen hiilijalanjäljestä (Seppälä ym. 2009). Lukema on suurempi kuin rakennusten energiakulutuksen ja väestömäärän avulla laskettu luku, koska panos-tuotosmalli laskee asumisen hiilijalanjälkeen myös asumisen erilaisten hankintojen välillisiä päästöjä.

4.2 Asuinrakennusten energiateknisten ratkaisujen merkitys

Jos energia tuotetaan energiaa tuhlaavaan asuntoon päästöttömästi, niin päästään ns. nollapäästöaloon. Lopputulos on talokohtaisesti katsottuna parempi kuin hiukan energiaa kuluttavalla passiivitalolla (energiakulutus enintään 20-30 kWh/m²) jos tuotettu energia aiheuttaa kasvihuonekaasupäästöjä. Lopputulos on myös energiatuotantojärjestelmän kannalta todellinen, jos päästötön energia tuotetaan siten, ettei se ole pois muilta kohteilta.

Energiatuotannon muuttaminen päästöttömäksi on selvästi vaikuttavin keino asumisen kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisessä, mutta sen toteuttamisen esteenä on

energiatuotantoinvestointien pitkäikäisyys ja ratkaisuihin liittyvät liiketaloudelliset näkökohdat sekä energian loppukäyttäjien toive halvasta energiasta. Asumisen kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisessä rakennusten energiatehokkuus on siksi myös avainasemassa. Lisäksi energiatehokkuutta lisäävillä korjaustoimenpiteillä on mahdollista saada aikaan merkittäviä ilmastohyötyjä nopeasti ja kohtuullisin tai pitkällä aikavälillä jopa negatiivisin kustannuksin. Suomessa pitkän aikavälin tavoitteena on 60 % vähennys rakennusten energiankulutuksessa vuoteen 2050 mennessä. Rakennusten lämmönhukan vähentäminen (40 % säästöpotentiaali) on tässä keskeisin keino (Ympäristöministeriö, 2012a).

Uusiutuvan energian potentiaali on huima, maailmanlaajuisesti uusiutuvilla energioilla voitaisiin teoreettisesti korvata 80% energiankäytöstä (IPCC 2012). Ongelmaksi nousee kuitenkin tuotannon ja kulutuksen sekä ajallinen että paikallinen kohtaamattomuus. Uusiutuvat energianlähteet, kuten tuulivoima ja aurinko, eivät tuota energiaa yhtäjaksoisesti, mikä on selvä ongelma kysynnän tyydyttämisessä. Kysyntä on yleensä melko tasaista tai ei vaihtele samaa tahtia uusiutuvien energianlähteiden tarjonnan kanssa (Kiviluoma ja Meibon 2010a). Lisäksi uusiutuvista energianlähteistä saadut huipputasot ylittävät usein energian tarpeen, mutta ylimääräistä energiaa ei aina voida varastoida (Kiviluoma ja Meibon 2010b). Rakennuskohtaisen energiantuotannon ja kulutuksen eriaikaisuus on usein varsin suurta; vaikka rakennus olisi vuositasolla nollaenergiarakennus, voi sen tuntitasoinen tarkastelu osoittaa, että tuotanto ja kulutus kohtaavat vain 35-40% (Voss ym 2011).

Rakennusten energiankulutuksen ajallinen vaihtelu on suurta sekä vuosi- että vuorokausitasolla. Vuorokausitasolla asuinrakennuksen huipputeho on tyypillisesti noin viisinkertainen käyttöajan minimitehohon verrattuna. Euroopassa huipputehon tarve on kuukausitasolla noin 30% suurempi kuin keskimääräinen tehontarve. Joissain järjestelmissä päälämmitysjärjestelmä saattaa olla kustannussyistä alimitoitettu huipun kannalta, jolloin rakennus käyttää tehohuippunsa aikana tukilämmitysjärjestelmäänsä, jonka ympäristövaikutukset voivat olla huomattavasti suuremmat kuin rakennuksen muun ajan käytön. Huipun ja energiantuotantomuodon yhteisvaikutus rakennuksen vuosittaiseen CO₂ ekvivalentti päästöön voi olla jopa 20-30 % (Voss ym 2011, Joelsson ja Gustavsson 2009).

Vaikka asuntojen lämmityksen energiatehokkuus on parantunut kaikissa Euroopan maissa, keskimääräinen lämmityksen energiankulutus on kuitenkin suurempi kuin se taso, johon nykyisillä teknologisilla toimenpiteillä olisi mahdollista päästä. Vähennyspotentiaali nykytasolla on edelleen 14 – 31 % riippuen aiemmista energiansäästötoimenpiteistä ja lämmitysratkaisuista. Tästä potentiaalista noin viidennes voidaan saavuttaa edelleen energiatehokasta lämmitysteknologiaa kehittämällä ja lisäämällä, ja loput 80 % parantamalla lämmöneristystä sekä asukkaiden omilla kulutustavoilla. (McKinnon ym., 2013).

Uudisrakentaminen on tilojen lämmitysenergiankulutukseltaan jo kohtuullisen pientä, lisäksi EU:n 2020 tavoitteet ohjaavat uudisrakentamisen lähes nollaenergiatasoon. Lähes nollaenergiataso päätetään kansallisesti, mutta Suomessa ei ole vielä määritelty tasoa. Energiankulutuksen lisäksi olisi tärkeää säädellä myös rakennusten huipputehontarvetta. Energiankulutuksen pienentyessä puoleen tai jopa pienemmäksi pienenee huipputehontarve vain noin 30 % (esim. Airaksinen ja Vuolle 2012). Lisäksi huipputehon ja normaalin käyttötehon ero suurenee (Steinfeld et.al. 2011) ja aiheuttaa esimerkiksi sähköverkolle suurempia haasteita ja lisää päästöjä nykyisellä tuotantorakenteella (Thyholt et al. 2008, Steinfeld et.al. 2011).

Uudisrakennuskohteissa pyritään asteittaiseen energiatehostumiseen rakennuksille asetettävien vaatimusten perusteella. Uudisrakentamisen rakennuslupaa haettaessa on osoitettava, että suunniteltu täyttää mm. energiatehokkuuden perusvaatimuksen. Energiatehokkuusvaatimukset ovat tiukentuneet asteittain ja vuoteen 2020 mennessä uudisrakentamisen tulisi täyttää jo passiivitalojen vaatimukset (Ympäristöministeriö 2012b). Suomessa uuden asuinrakennuksen keskimääräinen energiankulutus on

noin 130-150 kWh/m², josta rakennusten tilojen lämmittämiseen kuluu noin 70 kWh/m² (esim. Airaksinen ja Vainio 2013, Heljö et al. 2005).

Uudistuotanto on vaihdellut viime vuosina 8-10 miljoonassa neliömetrissä, joka on noin 1,5 prosenttia rakennuskannan kokonaismäärästä. Uudistuotanto puoliiksi korvaa poistumaa, puoliksi kasvattaa rakennuskantaa. Poistuma liike- ja palvelurakennuskannasta on merkittävästi suurempi kuin asuinrakennuskannasta (Vainio et al 2012). Tämä ja kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisen kiireellisyys merkitsee sitä, että asuinrakennuskannan energiatehostumisen kannalta korjausrakentamisen merkitys olemassa olevassa rakennuskannassa korostuu.

Korjausrakentamisessa rakennuksen vaipan tiivistämiseen (ml. ylä- ja alapohja, seinät, ikkunat ja ovet) ja ilmastointijärjestelmiin liittyvillä ratkaisuilla saadaan suurimmat energiasäästöt. Ratkaisujen kustannustehokkuus kuitenkin vaihtelee tapauskohtaisesti. Heljö ja Vilho (2012) ovat arvioineet, että Suomessa toteutettavissa olevilla korjaustoimenpiteillä voidaan saada energiansäästöä aikaan vuoden 2010 rakennuskannassa vuoteen 2050 mennessä lähes 20 %, josta noin puolet voisi toteutua normaalin korjaustoiminnan yhteydessä jopa ilman varsinaista korjaustoiminnan energiansäästön tehostamista.

Rakennuskannan korjaamisella on merkittäviä vaikutuksia tulevaisuuden energiankäytölle. Korjausrakentamisessa on aina muistettava myös kokonaisuuden toimivuus osia korjattaessa. Koska rakennukset ovat pitkäikäisiä, on myös tärkeää että uudisrakennukset tehdään energiatehokkaiksi. Rakennuskannassa voidaan saavuttaa vuoteen 2050 mennessä pelkästään parantamalla olemassa olevan rakennuskannan energiatehokkuutta ja rakentamalla uudisrakentaminen energiatehokkaasti noin 21-33% (21-33 000 GWh) pienentyminen energiankulutuksessa ja 45-52% (9,7-12 000 10⁶ CO₂) pienentyminen CO₂ päästöissä (Airaksinen ja Vainio 2012).

Teknologialla on pystytty saamaan merkittäviä säästöjä etenkin valaistuksissa. Monissa tutkimuksissa sen potentiaalin on havaittu olevan 25-50% (esim. Audin, 1993, EPRI, 1994, Caddet, 1995) Valaistus on yksi suurimmista sähköenergiankuluttajista erityisesti toimisto- ja liikerakennuksissa.

Uusien informaatioteknologian myötä on myös mahdollisuus automatisoinnin kautta saavuttaa huomattavia energiasäästöjä asuinrakennuksen energiakäytössä (Gesi 2012). Tällä alueella voidaan edistää etenkin toimenpiteitä, jotka liittyvät asukkaan kulutustottumuksiin.

4.3 Elämäntapojen merkityksestä asumisen päästöihin

Kansalainen voi vaikuttaa valinnoillaan asumisensa suoraan hiilijalanjälkeen kolmella eri tavalla: asuintilan koolla, käyteenotettavalla talotekniikalla ja asunnon energiakäytöllä. Asuinpinta-alan kasvun päästöjä lisäävät vaikutukset voidaan eliminoida kahdella jälkimmäisellä keinolla.

Asuinpinta ala asukasta kohti on kasvanut 1970-luvun alle 20 m² tämän päivän 40 neliömetriin asukasta kohti. Jakaumassa omakotitalojen, rivitaloasuntojen ja kerrostaloasuntojen kesken ei ole tapahtunut juurikaan muutoksia viimeisten vuosikymmenien aikana. Omakotitaloja ja kerrostaloasuntoja on kumpiakin reilu 40 prosenttia ja loput asunnoista ovat rivitaloissa. Asumisväljyydessä ja -valinnoissa tulee näkymään väestön ikääntyminen. Entistä useammin asutaan yksin, väljemmin ja kerrostaloissa (Vainio ym., 2012). Toisaalta kaupunkien keskustaajamissa maailmalla Helsinki mukaan lukien on nähtävissä asuinpinta-alan kasvun pysähtyminen. Tämän kehityksen on arvioitu osittain johtuvan myös muutoksista ihmisen vapaa-ajan käytössä (Soinivaara, 2013).

Uudisrakennuskohteessa pientalorakentaja voi vaikuttaa parhaiten talonsa energiatehokkuusratkaisuun ja useissa tapauksissa myös valittavaan lämmitysratkaisuun. Vanhan omakotitalon omistajalla on rivi- ja kerrostaloasukkaita helpompi mahdollisuus viedä asuintalonsa lämmitys- ja energiatehokkuusratkaisuja

eteenpäin koska päätöksenteko on yhden tahon määrättävissä. Lisäksi omakotitaloasukkailla on paremmat mahdollisuudet seurata ja vaikuttaa asuintalonsa energiakäytön ohjausta.

Käyttäjien merkityksen onkin todettu olevan suuri monissa eri tutkimuksissa. Pelkästään energian mittauksen on todettu vähentävän energiankulutusta 10-34% (esim. Northern Ireland, Canada, OntarioUS). Toisaalta myös teknologialla on pystytty saamaan merkittäviä säästöjä esimerkiksi valaistuksen energiansäästö on monissa tutkimuksissa havaittu olevan 25-50%. (esim. Audin 1993, EPRI 1994, Caddet 1995) Valaistus on yksi suurimmista sähköenergiankuluttajista erityisesti toimisto ja liikerakennuksissa.

Kulutuskäyttäytymisen muutoksilla voidaan vaikuttaa tehokkaasti veden-, sähkön- ja lämmönkulutukseen. Suomessa arviot säästöistä veden ja sähkön kulutuksessa ovat 10–30 % ja lämmityksessä 5–20 % (Ympäristöministeriö, 2012a). Asunnon lämpötilan laskeminen asteella saa aikaan 22 Mt CO₂e säästön (vuonna 2020) ja kahden asteen pudotus 45 Mt CO₂e säästön (EU –tasolla). Suomessa on arvioitu, että jos 30 % kotitalouksista säästäisi lämpöä 10 %, aiheutuisi siitä Suomen tasolla vuotuinen 180 000 t CO₂ekv säästö (Nissinen ym., 2012). Eurooppalaisissa kotitalouksissa sähkönkulutusta voitaisiin pienentää peräti 48 % (vuoden 2008 tasosta), mikäli kotitaloudet siirtyisivät energiatehokkaisiin laitteisiin (parhaaseen saatavilla olevaan teknologiaan), sekä energiaa säästävään kulutuskäyttäytymiseen (de Almeida ym., 2008). Pelkästään sähkölaitteiden lepotilavirrasta aiheutuu keskimäärin 11 % sähkönkulutuksesta (de Almeida ym., 2008; katso myös Valentova ym., 2009). Kulustietojen seuranta auttaa tehostamaan ja ohjaamaan sähkön käyttöä (Nissinen ym., 2008; Markowitz ja Doppelt, 2009). Älykkäät sähkömittarit mahdollistavat sähkönkulutuksen seurannan reaaliajassa, mitä pidetään yhtenä potentiaalisena keinona ohjata kuluttajien sähkönkulutusta (Ympäristöministeriö, 2012a, s. 23). Sen päästövähennyspotentiaali ohjauskeinona on arvioitu olevan Suomessa 60 000 t CO₂ekv vuonna 2020 (Heiskanen yml., 2012).

Myös kiinteistöjen energiatehokkuuden ja kunnan arviointiin ja parantamiseen on tarjolla runsaasti erilaisia työkaluja, kuten energiatodistus, energiakatselmus, kuntoarvio ja kuntotutkimus (Ympäristöministeriö, 2012, s. 21). Tehokkaimpana ohjauskeinona pidetään rakentamismääräyksiä kun taas pienempi vaikutus on energiaveroilla, ja vähäisin vaikutus näyttäisi olevan energia-avustuksilla ja energiatodistuksilla (Heiskanen yml., 2012).

4.4 Asuminen ja ilmastonmuutokseen sopeutuminen

Kotitalouksien ilmastonmuutokseen sopeutuminen tapahtuu pitkälti jo yhdyskuntasuunnittelun kautta; rakentamisen suuntaamisen ja rakennetun ympäristön kehittämisen yhteydessä.

Ilmastonmuutoksen hillintä ajatellaan usein globaaliksi haasteeksi, kun taas siihen sopeutuminen tapahtuu ennen kaikkea paikallisesti. Siten myös sopeutumishaasteet ovat paikallisia ja paikallisista olosuhteista riippuvia; Suomessakin sään ääri-ilmiöt voivat aiheuttaa joillain alueilla ongelmia, esimerkiksi tulvaongelmat voivat kasvaa tulvaherkillä alueilla. Yhteistä on, että kaikkien on sopeuduttava niukempiin resursseihin ja siten tehokkaampaan energian ja materiaalien käyttöön. Sopeutuskeinot ovat usein kalliimpia toteuttaa kuin hillinnän toimet. (SPUR Report, 2011)

Ilmastonmuutokseen sopeutuminen vaikuttaa arkipäivän valintojen lisäksi myös vapaa-ajan kulutustottumuksiin. Sopeutumisella voi olla vaikutuksia ruokailutottumuksiin, ruoan saatavuuteen tai eri kulutushyödykkeiden hintoihin. Myös vapaa-ajan vietto ja matkailu voivat muuttua ilmaston muuttuessa; kesä- ja talvilomakohteet voivat vaihtua nykyisistä. Kokonaisvaltaisten vaikutusten arviointi on vielä vaikeaa, osittain sen vuoksi, että ilmastonmuutoksen etenemisen todellista nopeutta ei tarkkaan tunneta. (SPUR Report, 2011)

Suomen rakennuskanta on rakentamista ja suunnittelua koskevien säädösten kautta suojattu kohtuullisen hyvin toistuvia luonnonympäristön aiheuttamia uhkia vastaan. Tyypillisesti säädöksissä on varauduttu ilmiöihin, jotka toistuvat keskimäärin kerran 50 vuodessa (Wahlgren et al. 2008) – rakennusten lämpö- ja kosteusteknisen toiminnan osalta jopa kerran 10 vuodessa (Sanders 1996). Hyvin poikkeuksellisiin sääilmiöihin varautuminen ei ole taloudellisesti järkevää, mutta selvää kantaa suositeltavan varautumisen tasosta näyttää olevan vielä vaikeaa antaa, muun muassa poikkeuksellisten sääilmiöiden mallintamiseen liittyvien epävarmuuksien vuoksi. Alueellista haavoittuvuutta arvioitaessa on lisäksi aina huomioitava paikalliset olosuhteet ja niiden vaikutus ilmastollisten muutosten ilmenemiseen paikallistasolla (Wahlgren et al. 2008, Kuismanen 2008).

Koska rakennusten elinkaari on pitkä ja yhdyskuntarakenne varsin pysyvää, olisi ilmastonmuutoksen vaikutukset huomioitava sekä rakennus- että yhdyskuntasuunnittelussa jo nyt. Rakennussuunnittelussa on erityisesti huomioitava tuulien ja viistosateiden vaikutus, sekä leudompien talvien kosteusrasitus rakenteisiin. Rakennuksen kokonaistoimivuuden suunnittelu korostuu. Rakenteiden toiminnan lisäksi myös rakennuksen ilmanvaihdon ja painesuhteiden hallinta on tärkeää. Vaikka ilmasto lämpenee pitkällä aikavälillä, lumikuorman tai roudan kannalta rakentamisen ohjeistusta ei ole syytä lieventää, sillä vuosittaiset vaihtelut ovat suuria (esim. Saarelainen 2006).

TYÖPAJATYÖSKENTELY

Johdanto

Laajojen ilmiöiden, kuten ilmastonmuutoksen ja sen hillinnän ja sopeutumisen, ymmärtäminen edellyttää monialaista osaamista ja tietojen yhdistelykykyä. Yhteen tieteenalaan keskittyvän asiantuntijuuden rinnalle tarvitaan yhä enemmän laaja-alaista tieteitä integroivaa asiantuntijuutta. Näin myös tieteiden väliset raja-alueet ovat tulleet tutkimuksen kohteiksi. (Cantell et. al. 2009; Paloniemi, Vainio & Cantell 2010) Yhteiskunnallisen suunnittelun ja päätöksenteon avainkysymyksiä on, kykenevätkö eri tieteenalojen edustajat ja asiantuntijat vuorovaikutukselliseen yhteistyöhön.

Uutta luovan poikkitieteellisyyden nimissä Ilmastopaneeli halusi tuoda yhteen keskeisiä yhteiskunnan toimijoita keskustelemaan näistä haasteista ja miettimään yhteistyössä ratkaisuja niihin. Ilmastopaneelin 28.8.2013 järjestämään työpajaan kutsuttiin yhteensä noin 50 rakennetun ympäristön alueella vaikuttavaa asiantuntijaa, joista työpajaan osallistui 26. Osallistujille oli toimitettu ennakkoon paneelin tuottama, seuraavassa kappaleessa esiteltävä kartoitus tutkimustiedon esiin nostamista keskeisistä ilmastonmuutoksen hillintä- ja sopeutumiskeinoista eri sektoreilla. Työpajan tarkoituksena oli laatia aikajanalle vuoteen 2050 mennessä 80% päästövähennyksen saavuttavia tulevaisuuspolkua. Lisäksi osallistujien tehtävänä oli miettiä näiden polkujen haavoittuvuutta ilmastonmuutoksen ennakoitujen vaikutusten ja yhteiskunnallisten muutosten näkökulmasta

Uusien sisällöllisten näkökulmien löytämisen lisäksi työpajan tavoitteena oli hankkia menetelmällistä tietoa yhteistoiminnallisesta työskentelystä ja asiantuntijuuden jakamisesta – toisin sanoen kokemuksia siitä, miten alan monet eri toimijat keskustelevat ilmastonmuutoksen hillintä- ja sopeutumistoimista yhdessä ja miten he ryhtyvät pohtimaan toimenpide-ehdotuksia. Työskentelyssä hyödynnettiin Helsingin yliopiston uutta digitaalisen vuorovaikutuksen mahdollistavaa ELE- oppimisympäristöä (Engaging Learning Environment).

Sektoroitunut yhteiskunta on perinteisesti suosinut spesialistista tieteellistä asiantuntijuutta, joka keskittyy johonkin rajattuun tiedonalaan ja menee siinä syvälle. Spesialismin etuna on kyky rajata asioita ja löytää ratkaisuja yksittäisiin ongelmiin, mutta sen riskinä on tiedon pirstaleisuus ja kapea-alaisuus. Spesialistinen asiantuntemus pystyy vain harvoin ratkaisemaan globaalin maailman laaja-alaisia ongelmia. Spesialismin vastakohtana on tietosisällöltään monialaisesta asiantuntijuudesta nouseva generalismi.

Generalismin etuna on näkökulman holistisuus. Ilmiöiden tarkastelussa korostetaan erilaisten asioiden välisiä kytkentöjä ja vuorovaikutuksia, minkä vuoksi tietoja pyritään integroimaan toisiinsa. Hyvin toimiessaan generalistinen ja holistinen lähestymistapa auttaa ymmärtämään kokonaisuuksia. Kuitenkin myös pitkälle viedyssä generalismissa on riskinsä, sillä liian monen näkökulman tarkastelu voi paisua hallitsemattomaksi ja jäädä pinnalliseksi. (Willamo, 2005; Cantell et. al. 2009).

Kohl, Salonen ja Tapio (2007) ovat selvittäneet, millaista ympäristöosaamista tulevaisuudessa tarvitaan. Heidän mukaansa ideaalilanteessa kaikilla päätöksentekijöillä olisi riittävät perustiedot ympäristöstä, jolloin mukaan ei välttämättä tarvitsisi kutsua niin paljon ulkopuolisia ympäristöasiantuntijoita – ympäristöasiat olisivat ikään kuin sisäänrakennettuina kaikkeen toimintaan. Kohl, Salonen ja Tapio arvioivat, että tulevaisuuden ammattilaisten keskeisiä osaamisalueita ovat globalisaatiohaasteiden ymmärtäminen, kansainvälisten mahdollisuuksien ja haasteiden ymmärtäminen sekä työelämän joustavuuden, oikeudenmukaisuuden, vastuun ja velvollisuuksien ajallinen ja paikallinen ymmärtäminen.

Spesialististen ja generalististen ympäristöosaajien rinnalle Kohl, Salonen ja Tapio kaipaavat asiantuntijoita, jotka he nimesivät ”uutta luoviksi poikkitieteilijöiksi”. Tällaiset asiantuntijat omaavat kyvyn kriittiseen tarkasteluun sekä kokonaisvaltaiseen ilmiöiden ja ongelmien hahmottamiseen yhtäaikaaisesti

kaikista eri kestäväen kehityksen ulottuvuuksista. Uutta luova poikkieteilijä osaa yhdistää esimerkiksi konsulttina kestäväen kehityksen ulottuvuudet, kokemusperäisen ja eksplisiittisen tiedon ja markkinoinnin toisiinsa.

Tavoitteena on, että ongelmalähtöisessä, erilaiset näkökulmat, tavoitteet ja perinteet yhdistävässä avoimessa vuorovaikutuksessa syntyy uutta ymmärrystä, joka on myös laadukasta, vastuullista, teknis-taloudellisesti, ekologisesti ja sosio-kulttuurisesti kestävää. Vastaavanlaisia tavoitteita nousee esiin konstruktivistis-kontekstuaalisessa oppimisajattelussa. Siinä korostetaan ajattelun taitojen ja ymmärryksen kehittymistä sekä asioiden tilannesidonnaista soveltamista ja sitomista erityisesti arkielämän tilanteisiin (Cantell et. al. 2009).

Tieteitä integroiva vuoropuhelu ja asiantuntijuus eivät synny itsestään, vaan edellyttävät eri tahojen motivoitumista ja taitoa kuunnella eri alojen osajia. On myös siedettävä ristiriitoja ja kyettävä ratkaisemaan niitä. Lisäksi on tiedostettava elinikäisen oppimisen tarve, sillä ilmiöt muuttuvat jatkuvasti. Tynjälän (2008) mukaan asiantuntijuuden kehittyminen edellyttää teoreettisen ja käytännöllisen tiedon integrointia todellisen elämän ongelmanratkaisuun. Yhteisöllisessä tiedonrakentamisessa tämä tarkoittaa osallistujien aktiivista roolia, prosessorientaatiota, moniulotteisuutta ja sosiaalista vuorovaikutusta. Jotta kollaboratiivinen ryhmäprosessi onnistuisi, on Karlssonin (2008, 46–50) mukaan tärkeää huomioida asiantuntijoiden luottamus toisiinsa sekä eri aloilta olevien ryhmän jäsenten kuunteleminen ja yhteistyö.

Työpajan rakenne

Työpajaan kutsuttiin yhteensä noin 50 rakennetun ympäristön alueella vaikuttavaa asiantuntijaa, joista työpajaan osallistui 26. Osallistujille oli toimitettu ennakoon paneelin tuottama, seuraavassa kappaleessa esiteltävä kartoitus tutkimustiedon esiin nostamista keskeisistä ilmastomuutoksen hillintä- ja sopeutumiskeinoista eri sektoreilla.

Uusien sisällöllisten näkökulmien löytämisen lisäksi työpajan tavoitteena oli hankkia menetelmällistä tietoa yhteistoiminnallisesta työskentelystä ja asiantuntijuuden jakamisesta – toisin sanoen kokemuksia siitä, miten alan monet eri toimijat keskustelevat ilmastomuutoksen hillintä- ja sopeutumistoimista yhdessä ja miten he ryhtyvät pohtimaan toimenpide-ehdotuksia. Työskentelyssä hyödynnettiin Helsingin yliopiston uutta digitaalisen vuorovaikutuksen mahdollistavaa ELE- oppimisympäristöä.

Työpajan tarkoituksena oli löytää vuoteen 2050 80% päästövähennyksen saavuttava polku. Lisäksi heidän tehtävänä oli miettiä näiden polkujen haavoittuvuutta ilmastomuutoksen ennakoitujen vaikutusten ja yhteiskunnallisten muutosten näkökulmasta. Osallistujille oli valmiiksi tarjolla eri toimenpiteitä, mutta he saivat keksiä niitä myös itse.

Työpajan osallistujat jaettiin neljään eri ryhmään. Työpaja on yksityiskohtaisesti raportoitu liitteessä.

Työpajatyöskentely

Työpajassa pienryhmät työskentelivät Helsingin yliopiston Minervan torin uutta digitaalisen vuorovaikutuksen mahdollistavaa ELE- oppimisympäristöä (Engaging Learning Environment) hyödyntäen älytauluja ja mobiililaitteita hyväksikäyttäen ja työstivät yhteistoiminnallisesti ryhmässä viisi taulua/kuviota, joiden avulla tulevaisuuspolkua hahmoteltiin. Taulujen aihepiirit jakautuivat seuraavanlaisesti.

Työpajan neljälle työryhmälle asetettiin seuraavat kysymykset, joita he pohtivat ja samanaikaisesti valitsivat toimenpiteitä.

1. Valitaan mieleinen polku 80% päästövähennyksiin vuoteen 2050 mennessä
2. Mitkä toimenpiteet loisivat tehokkaan ja samalla hyväksyttävissä olevan kokonaisuuden?
3. Mietitään tuon polun toteuttamisen haasteita ja sen haavoittuvuutta muuttuvassa ilmastossa
4. Mietitään miten sopeutumistoimet itse vaikuttavat päästökehitykseen
5. Mietitään kuka lopulta kantaa vastuun valittujen toimenpiteiden edistämisestä

Työryhmissä saatiin aikaan neljä erilaista päästövähennyspolkua, jotka avaavat hillinnän ja sopeutumisen toteuttamisen haasteellisuutta. Seuraavaksi lyhyet kuvaukset työryhmien tuloksista. Tarkemmat työryhmä kuvaukset löytyvät raportin liitteestä.

”Kestävää kasvua talouden murroksesta”

Ryhmä 1 lähestyi haastetta vahvasti energiantuotannon päästöttömyyden ja energiansäästön näkökulmasta, valiten toimenpiteitä, jotka painoutuivat energian tuotannon ja –kulutuksen haasteisiin. Taustalla kummitteli osin pelko uudesta energiakriisistä ja mahdollisesti tästä aiheutuva talouden murros, mutta myös jo parhaillaan tiukentuvilla energiamääräyksillä on tärkeä rooli. Samalla ryhmä halusi alleviivata käyttäytymismallien muutostarvetta teknisten ratkaisujen rinnalla, ja pyöritteli kestävän kasvun ajatuksen kyseenalaistamista ja korvaamista esimerkiksi 'kestävällä taantumalla'. Yksityisen kulutuksen vähentäminen ja kestävät kulutusvalinnat mahdollistuvat pitkäjänteisen kasvatuksen, valistuksen ja informaation kautta. Myös median roolia painotettiin.

Toimenpiteitä ei lopulta ryhmässä saatu mitenkään oleellisen selkeään aikajanaan, vaan lähes kaikki toimenpiteet haluttiin aloitettavan mahdollisimman aikaisin niiden kiireellisyyteen vedoten. Päättäjiltä toivottiin välittömiä tekoja, jolloin toimenpiteet kansalaisten ulottuvilla myös mahdollisimman nopeasti. Kunnat, yhdistykset ja yhteisöt nostettiin mukaan toteuttajatahoiksi. Valitut sopeutumistoimet arvioitiin hyväksyttävyydessä kaikki samanarvoisiksi. Voidaan ajatella että kaikki toimenpiteet koettiin välttämättömiksi, jolloin niille on olemassa yleinen hyväksyttävyyys. Edellä mainittujen lisäksi keskeisiksi sopeutumistoimiksi valittiin myös vastuiden uudelleen harkinta sekä toimintatapojen sopeuttaminen.

”Verkostoitumista ja kokonaisvaltaista uudistumista”

Ryhmässä 2 päädyttiin valitsemaan ensiksi kymmenen ja aiheiden yhdistelyn jälkeen kahdeksan tärkeintä toimenpidettä, joiden avulla saavuttaisiin 80 % tavoite. Vaikka osa ryhmän jäsenistä koki henkilökohtaisten päästökiintiöiden asettamisen liaksi torjuntaa synnyttävänä toimenpiteenä, lopulta ryhmä päätyi ottamaan sen mukaan ja koki sen välttämättömänä kannalta. Ryhmä nosti kaikkein tehokkaimmaksi keinoksi yhdyskuntarakenteen tiivistämisen ja keskittämisen.

Keskustelusta luotiin yhteenveto ja tarkasteltiin erityisesti valittujen toimenpiteiden vastuunottoa ja aikataulua. Tämä koettiin haasteelliseksi, sillä ryhmä piti kaikkia toimia kiireellisinä ja olisi halunnut sijoittaa sekä hillinnän että sopeutumisen toimenpiteet jo nykyhetkeen. Ryhmä piti haastavana myös toimenpiteiden sijoittamista toimija-akselille kansalaiset/asukkaat-yritykset-päättäjät, sillä he kokivat, että lähes kaikki toimenpiteet liittyvät kaikkiin toimijoihin. Ryhmä pohti myös valitsemiensa ilmastonmuutoksen hillintätoimien haasteita ja haavoittuvuutta muuttuvassa ilmastossa. Keskustelun myötä ryhmä pohti, miten ihmiset joutuvat sopeutumaan muuttuvan ilmaston haasteisiin ja toimia arvioitiin sen perusteella miten hyvin toimenpiteet vähentävät päästöjä.

”Vähähiilisyyskulttuuria”

Ryhmä 3 valitsi nopeasti toimenpidekokonaisuuden ja alkoi jo ensimmäisellä taululla ryhmittelemään toimenpiteitä toisiaan tukeviksi paketeiksi. Uusina avauksina taululle kirjattiin sähköautot, nopeusrajoitusten lasku, lihavero ja suurempina kokonaisuuksina maataloustuotannon /ruokaketjun tehostaminen ja vähähiilisyyskulttuuri. Viimeksi mainittu tarkoittaa vähähiilisen elämäntavan sisäistämistä niin, että se vaikuttaa kaikkeen yksilön toimintaan. Olemassa olevan rakennuskannan energiatehokkuuden parantaminen ja uusiutuviin energialähteisiin perustuva energiantuotanto sekä energiatehokkuusvaatimusten lisääminen nähtiin sekä hyväksyttävänä että merkittäviksi keinoiksi.

Aikajanalle toimet piirtyivät lähitulevaisuuspainotteisesti. Ryhmä 3 lähtisi välittömästi rakentamaan vähähiilisuuden kulttuuria joka läpäisisi niin asukkaiden valinnat, yrityskentän toimet kuin politiikan kentänkin. Uutena toimijana keskusteluun tuotiin media – sen rooli nähtiin merkittäväksi tiedon välittäjänä ja tietoisuuden lisääjänä myös poliitikkojen suuntaan. Vähähiilisyyskulttuurin perimmäisenä tarkoituksena on luoda kysyntää päästövähennyksiä tuottaville toimenpiteille ja rakentaa niitä hyödyntävä uusi arkikäyttäytymisen malli tai asenne. Ehdotettujen hillintätoimien rinnalle ryhmä toi sopeutumistoimina järjestelmien hajauttaminen ja passiiviset lämmönsäätelykeinot, sekä pidemmällä aikavälillä vastuiden uudelleenharkinta ja rakennustekniset sopeumat.

”Paikkaperusteinen elämä”

Ryhmä 4 ryhmä keskusteli laajasti yhdyskuntarakenteesta, asumisesta ja elämäntapakysymyksistä, joihin väistämättä kuuluivat myös liikkuvuuden ja palvelurakenteen kysymykset. Näihin liittyen ryhmä esitteli uuden termin, paikkaperusteinen elämä. Se tosin koettiin hyvin vaikeaksi, sillä nähtiin, että ihmiset eivät ole valmiita luopumaan liikkuvuudestaan. Uudet haluttavat palvelukonseptit nähtiin hyvin tärkeänä osana monien toimien konkreettista saavuttamista. Hyväksyttävyyttä/päästövähennyspotentiaali -akselilla paikkaperusteista elämän päästövähennyspotentiaalia pidettiin korkeana ja teoriassa laajasti hyväksyttynä mutta ei uskottu että ihmiset haluavat alkaa sitä toteuttamaan, vaan halutaan yhä matkustaa kauas ja että sitä perustellaan henkilökohtaisilla tarpeilla.

Aikajanassa vaikeuksia aiheutti vastuutahon valinta. Kansalaisten ja asukkaiden osuus toimenpiteistä jäi muita jonkun verran pienemmäksi ja osallistajat sitä valittelivatkin. Koettiin, että toimenpiteet kuuluvat usein moniin kohtiin, ja niitä aseteltiinkin vastuutahojen välimaastoihin. Toisaalta kansalaisten kohdalla koettiin, että toimi olisi ensisijaisesti jonkun toisen tahon mutta toisesta näkökulmasta myös kansalaisten vastuulla. Sopeutumistoimenpiteitä pohdittiin yleisemmällä tasolla ja mietittiin myös sään ääri-ilmiöiden vaikutusta hillintätoimien toteuttamisen edistymiseen.

Työpajan keskeiset tulokset

Yhteenvetona voidaan sanoa, että keskeiseksi tulokseksi pienryhmissä nousi esille jonkilaisen suuremman kulttuurinmuutoksen tarve. Kaikissa ryhmissä nostettiin esille nykymuotoisen kulutuksen ekologinen kestävämyys. Ratkaisuksi tähän esitettiin joko paikkakeskeisempää elämäntapaa tai vähähiilisuuden kulttuuria, joita niin rakenteelliset kuin käyttäytymiseen vaikuttavat toimet voivat tukea.

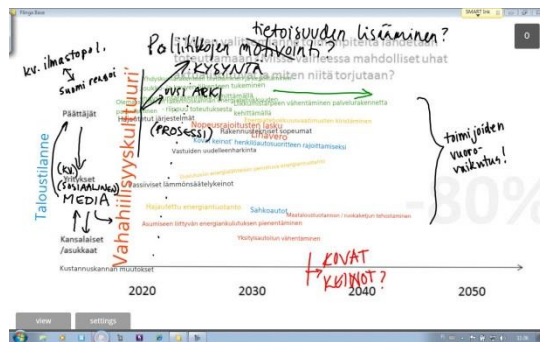
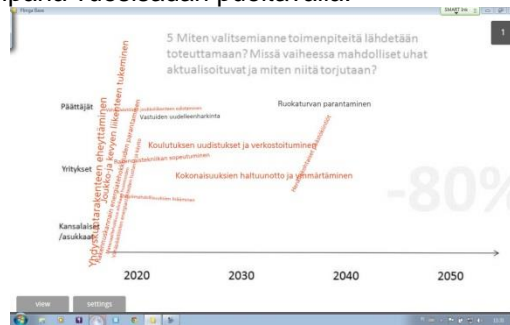
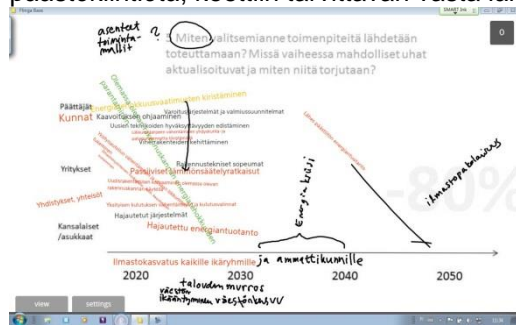
Näitä toimia ryhmät valitsivat kaikilta rakennettuun ympäristöön ja sen käyttöön liittyviltä osa-alueilta. Ryhmien näkemys eri toimien vaikuttavuudesta ei ollut yhtenevä; Yhdessä ryhmässä nostettiin esiin yhdyskuntasuunnittelun merkittävyys ja tiiviin yhdyskuntarakenteen tärkeys ilmastomyönteisen elämän perustana. Vastaavasti toisessa ryhmässä ei koettu tiivistämistä tehokkaana keinona yhdyskuntarakenteen muutoksen hitauden vuoksi, vaan tärkeämpänä pidettiin liikentesuorituksen vähentämistä ihmisten ajatusmaailmaa muuttamalla.

Ryhmissä eri toimenpiteiden ajoitus koettiin haasteelliseksi ja osaltaan toimenpiteitä onkin nostettu esiin miettimättä niiden ajoitusta tarkemmin. Yhdessä ryhmässä tosin huomautettiin, että tämäkin on elävää elämää – arjessakin joudutaan toimimaan tietyillä ehdoilla ja annetussa ajassa. Aikajanoja tarkasteltaessa on havaittavissa, että tarkkoja toimijaketjuja tai toimenpidetähtämiä ei ryhmissä juurikaan muodostettu. Tämä saattaa johtua siitä, että tulevaisuuden ennakointi ylipäättään on hankalaa, etenkin kun se täytyy tehdä useiden eri tahojen kanssa neuvotellen ja kompromisseja tehden.

Kaiken kaikkiaan kolmessa ryhmässä neljästä koettiin, että lähes kaikki hillintäkeinot tulisi ottaa mahdollisimman pian käyttöön, kuva alla. Tosin oli myös havaittavissa, että kaikissa ryhmissä suosittiin alkuun pehmeämpiä toimia kuten asennekasvatusta – kovempien toimien käyttöönotto tulisi

Ilmastopaneeli

ajankohtaisesti vasta siinä vaiheessa, jos tarpeeksi suuriin päästövähennyksiin ei olla päästy parin vuosikymmenen päästä. Näitä, usein yksityistä kuluttajaa koskevia toimia, kuten henkilökohtaista päästökiintiötä, koettiin tarvittavan vasta lähempänä vuosisadan puoltaväliä.



Kansallisen ja kuntatason viranomaistoimijoiden lisäksi yritysten rooli koettiin tärkeäksi. Lisäksi kaikissa ryhmissä korostettiin, että kansalaisen henkilökohtaisilla valinnoilla on huomattava vaikutus päästöjen suuruuteen eikä heitä saisi unohtaa ilmastotalkoissa. Yhtenä tarkoituksena työpajassa oli löytää sellaisia toimintaketjuja, jotka pidemmällä aikavälillä tuottavat merkittäviä päästövähennyksiä. Tällaisten ketjujen hahmottelua ei juurikaan tehty, sillä lähtökohtaisesti kaikki toimet koettiin tärkeäksi ja ne haluttaisiin toteuttaa mahdollisimman pian.

Tärkeimmiksi sopeutumistoimiksi ryhmissä nousivat erilaiset rakennustekniset toimet, joiden avulla voidaan parantaa asumismukavuutta ilmasto-olojen muuttuessa. Ääri-ilmiöt nähtiin toisaalta tärkeinä motivoimaan hillintätoimia. Sopeutumistarpeen tarkastelu hillintätoimien näkökulmasta koettiin haastavaksi, vaikkakin yleisesti sopeutumisen tärkeyttä korostettiin. Tällaista, esimerkiksi energiajärjestelmien haavoittuvuutta tarkastelevaa tutkimusta (vrt. esim. Iso-Britanniassa tehtyä resiliient energy pathways-tarkastelu) ei ole juurikaan Suomessa tehty. Tämä nousee asiaksi johon täytyy tulevaisuudessa kiinnittää enemmän huomioita, sillä hillintätoimet voivat lisätä yhdyskuntien haavoittuvuutta muutoksille ja toisaalta sopeutumistoimet voivat pahimmillaan lisätä fossiilisten polttoaineiden kulutusta.

YHTEENVETO

Kirjallisuuskatsaus

Suomi on sitoutunut merkittäviin päästövähennyksiin joka koskee myös rakennettua ympäristöä. Tämä raportti kokoaa uusimman tutkimustiedon suomalaisten yhdyskuntien kestävydestä ilmastonmuutoksen näkökulmasta – yhdyskuntien mahdollisuuksista kehittyä hiilineutraaliin suuntaan ja niiden kyvystä ja mahdollisuuksista sopeutua ilmastonmuutokseen.

Kestäviin yhdyskuntiin pyrittäessä resurssitehokkuus, vähähiilisyys ja ilmastokestävyys ovat avainkäsitteitä. Yhdyskuntien kestävyys syntyy ratkaisuista ja toimista, joita tehdään niin rakennettua ympäristöä suunniteltaessa ja toteutettaessa, kuin asukkaiden sitä päivittäin käyttäessään. Kestävyyttä tarkasteltaessa onkin huomioitava sekä kestävyuden ekologinen, sosiaalinen että taloudellinen ulottuvuus.

Energian tuotanto ja käyttö muodostavat järjestelmän, jossa on kytkentöjä eri osasektorien välillä ja toisaalta kytkentöjä energiavaroihin. Yhdellä osasektorilla tehdyt muutokset, kuten päästönrajoitustoimet, vaikuttavat usein muihin osasektoreihin ja jopa päästöihin muissa maissa. Kytkennät voivat heikentää toimenpiteen päästönvähennysvaikutusta merkittävästi. Samalla toimenpiteen kustannustehokkuus voi alentua.

Energian käyttö (sisältäen liikenteen) aiheuttaa noin 80 prosenttia Suomen kasvihuonekaasujen päästöistä. Energian kysyntä, ja sen riippuvuus taloudesta, vaikuttaa erittäin paljon kasvihuonekaasujen päästöihin. Energia- ja ilmastostrategiamme tavoitteena on vähentää kasvihuonekaasujen päästöjä ja edistää talouden rakenteellista muutosta, jotta olisi mahdollista saada aikaan merkittäviä päästövähennyksiä jo seuraavalla vuosikymmenellä ja saavuttaa vähäpäästöinen yhteiskunta 2050 mennessä. Kyseessä on merkittävä paradigman muutos.

Tehokkaan energiakehtjun mahdollistaja on älykkäät energiaverkot, tämän vuoksi on tärkeää, että myös rakennettu ympäristö ja erityisesti rakennukset suunnitellaan ja toteutetaan niin, että energiaverkkojen älykäiden ja pienempiä päästöjä tuottavien ratkaisujen käyttö on mahdollisimman helppoa ja pystytään ottamaan käyttöön heti.

Yhdyskuntarakenteella on hyvin moniulotteisia vaikutuksia rakennusten, perusrakenteen ja liikenteen aiheuttamaan energian kulutukseen ja vastaaviin kasvihuonekaasupäästöihin. Vaikutusketjut voivat olla aika suoraviivaisia (kuten yhdyskuntarakenteen tiheyden vaikutus etäisyyksiin ja sitä kautta liikenteen määriin) mutta joskus myös aika monimutkaisia (kuten yhdyskuntarakenteellisen sijainnin kautta valikoituvien talotyyppivalintojen vaikutukset elämäntapoihin ja sitä kautta liikkumistottumuksiin ja henkilöauton käyttöön).

Rakentamistehokkuus, rakennustyytit ja niihin kytkeytyvät energiantuotantotavat kuten mahdollisuus kaukolämpöön (yhdistettyyn lämmön ja sähkön tuotantoon) tai joukkoliikennejärjestelmään vaikuttavat syntyviin kasvihuonekaasupäästöihin. Yhdyskuntarakenteen muoto ja rakennettujen alueiden tehokkuus vaikuttavat liikenne- ja yhdyskuntateknisten verkkojen suhteelliseen määrään ja sitä kautta materiaalien ja energiankulutukseen ja päästöihin sekä rakentamis- että ylläpitovaiheissa.

Yhdyskuntarakenteella on erityisen merkittävä ja suora vaikutus liikkumisen ja kuljetuksien määrään. Toimintojen sijoittuminen suhteessa toisiinsa määrittelee etäisyyksien kautta liikkumis- ja kuljetustarvetta ja kulkutapaa. Kävely ja polkupyöräily ovat mahdollisia, jos työpaikka ja päivittäiset palvelut ovat kohtuuetäisyydellä. Liikkumisen sujuvuus ja turvallisuus vaikuttavat haluun ja mahdollisuuksiin käyttää joukkoliikennettä tai vaikkapa polkupyörää. Joukkoliikenteen palvelutason kehittäminen ei ole mahdollista ilman riittävää asiakaspohjaa riittävällä tiheydellä.

Yhdyskuntarakenteella on selvä vaikutus kasvihuonekaasupäästöihin. Suomen suurimpien kaupunkiseutujen osalta vähennys on vuoden 2050 tilanteessa yli 7 miljoonaa CO_{2ekv} vuoden 2006 arvion mukaan. Tämä ei sisällä uusimpia rakennuskannan energiatehokkuuden parantumisesta aiheutuvia vähennyksiä.

Henkilöliikenteen hiilidioksidipäästöihin vaikuttaminen yhdyskuntarakenteella on suurin kasvuseuduilla, jossa uutta yhdyskuntarakennetta luodaan. Metropolialueen eri rakennevaihtoehtojen aiheuttamat erot

henkilöliikenteen hiilidioksidipäästöjen osalta ovat suurimmillaan noin 15 % suhteutettuna alueen koko väestöön ja noin 30 % oletetun väestölisäyksen osalta.

Liikenteen hiilidioksidipäästöjen vähentämisessä lyhyellä aikavälillä tehokkaimpia toimenpiteitä ovat ne toimenpiteet, jotka edistävät ajoneuvokannan uudistumista energiatehokkaammaksi, polttoaineiden uusiutuvan energiaosuuden kasvattaminen sekä ajotapoihin vaikuttaminen. Kohtuullisen nopeasti saadaan päästövähennyksiä kasvattamalla joukkoliikenteen kulkutapaosuutta siellä missä joukkoliikenteellä on jo toimintaedellytykset eli riittävän tiheästi asutuilla, keskisuurilla ja sitä suuremmilla kaupunkiseuduilla. Myös ajoneuvojen täyttöasteen kasvattamisella sekä yksityisautoilussa että joukkoliikenteessä saavutetaan kustannustehokkaasti päästövähennyksiä.

Pidemmällä aikavälillä liikenteen päästöihin voidaan vaikuttaa matkasuoritetta vähentämällä. Yhtäältä matkasuoritetta voidaan vähentää yhdyskuntarakennetta eheyttämällä, jolloin työ- ja asiointimatkojen matkasuorite alenee. Eheä yhdyskuntarakenne mahdollistaa myös päästöjen kannalta paremman kulkutapajakauman; suuremmilla kaupunkiseuduilla joukkoliikenteen käyttömahdollisuus paranee ja pienillä kaupunkiseuduilla pyöräilylle ja jalankululle tarjoutuu paremmat edellytykset. Toisaalta matkasuoritetta voidaan vähentää elintapojen muutoksella erityisesti vapaa-ajan matkojen osalta.

Rakennuskannassa energian käyttöön vaikuttavat muutokset ovat hitaita ja niiden seuraukset ovat pitkäaikaisia. Rakennuskannassa tehtävien muutoksien on ensisijaisesti pienennettävä primäärienergiankulutusta ja sitä kautta vähennettävä päästöjä. Tämä on tärkeää, sillä myös uusiutuva energia on luonnonvara, jota tulee käyttää säästeliäästi. Rakennuksia, hajautettua energiantuotantoa ja koko energiajärjestelmäämme on tarkasteltava kokonaisuutena.

Rakennuskannassa voidaan saavuttaa vuoteen 2050 mennessä pelkästään parantamalla olemassa olevan rakennuskannan energiatehokkuutta ja rakentamalla uudisrakentaminen energiatehokkaasti noin 21-33% (21-33 000 GWh) pienentyminen energiankulutuksessa ja 42-52% (9,7-12 milj. tn. CO_{2ekv}) pienentyminen CO_{2ekv} päästöissä. Muutokset päästöissä ovat voimakkaasti sidoksissa energiajärjestelmään.

Ihmisten kulutustottumusten muutoksilla on suuri vaikutus päästöjen vähentämiseen, mutta olennaisesti niiden toteutumiseen vaikuttavat myös teknologian mahdollisuudet sekä kuluttajien toimintaa ja päätöksiä ohjaavat päättäjien toimenpiteet. On arvioitu, että kulutusperusteisista kasvihuonekaasupäästöistä peräti 75 %:iin voidaan vaikuttaa kuluttajien omilla valinnoilla (Baiocchi et al., 2010). Realistisempi arvio käytännössä toteutuvasta säästöpotentiaalista kuluttajan käyttäytymisen muutoksilla on 17 % päästövähennys (Fisher & Irvine, 2010). Suomessa on arvioitu, että keskivertokuluttaja voi puhtaasti henkilökohtaisilla valinnoillaan, kuten yksityisautoilun vähentämisellä, asuinpinta-alan pienentämisellä, uusiutuvan energian suosimisella ja ulkomaanmatkojen vähentämisellä, pienentää hiilijalanjälkeään 25 – 40 %

Suurin kasvihuonekaasujen vähennyspotentiaali yksityisessä kulutuksessa liittyy asumiseen, henkilöliikenteeseen sekä ruoan kulutukseen (Seppälä ym., 2009, Faber et al., 2012; Nissinen et al., 2012; Ympäristöministeriö, 2012). Näillä kulutuksen sektoreilla kasvihuonekaasupäästöjä voidaan vähentää Suomessa vuoteen 2020 mennessä vuosittain noin 4,5 miljoonalla tonnilla, kun Suomen kokonaispäästöt ovat noin 70 miljoonaa tonnia (Nissinen et al., 2012). Vastaavasti EU tasolla asumiseen ja elämäntapoihin liittyvän yksittäisen toimenpiteen päästövähennyspotentiaali on 22 Mt - 266 Mt CO₂ riippuen toimenpiteestä tai kulutustottumuksen muutoksesta (vuoden 2020 perustasolla¹). Koska kaikki potentiaaliset säästötoimenpiteet ja kuluttajien käyttäytymismallien muutokset eivät yhtäaikaaisesti toteudu, on todellinen realistinen päästövähennyspotentiaali EU tasolla yhteensä noin 600 Mt CO₂ vuonna 2020, joka on noin neljännes päästökaupan ulkopuolella syntyvistä arvioiduista kasvihuonekaasupäästöistä samana vuonna. (Faber et al., 2012).

Työpaja

Koska ilmastonmuutoksen hillinnän ja siihen sopeutumisen toimintavastuiden jakaminen, toimien ajoittaminen ja hillintä- ja sopeutumistavoitteiden yhteensovittaminen ei aina ole ongelmaton, Ilmastopaneeli halusi tuoda yhteen keskeisiä yhteiskunnan toimijoita keskustelemaan näistä haasteista ja miettimään yhteistyössä ratkaisuja niihin. Paneelin elokuussa 2013 järjestämään työpajaan osallistui 26 henkeä rakennetun ympäristön alueella vaikuttavaa asiantuntijaa. Edustettuina olivat niin eri ministeriöt, rakentamisen etujärjestöt, kansalaisjärjestöt, kuntasektori kuin tutkimussektorikin. Työpajan tuloksista ei voida tehdä tilastollisia johtopäätöksiä, mutta ne kuvaavat hyvin ilmastonmuutokseen liittyvän päätöksenteon kompleksisuutta sekä priorisoinnin vaikeutta.

Työpajan perustella voitiin todeta, että toimenpiteiden priorisointi sekä eri toimenpiteiden vaikuttavuuden arviointi oli vaikeaa, osaltaan toimenpiteitä nostettiin esiin miettimättä niiden ajoitusta tarkemmin. Yleisesti ryhmät pitivät tärkeänä että kaikki ilmastonmuutoksen hillintäkeinot tulisi heti ottaa käyttöön. Aikajanoja tarkasteltaessa on havaittavissa, että tarkkoja toimijaketjuja tai toimenpidekokonaisuuksia ei ryhmissä juurikaan muodostettu.

Kaiken kaikkiaan kolmessa ryhmässä neljästä koettiin, että lähes kaikki hillintäkeinot tulisi ottaa mahdollisimman pian käyttöön. Tosin oli myös havaittavissa, että kaikissa ryhmissä suosittiin alkuun pehmeämpiä toimia kuten asennekasvatusta – kovempien toimien käyttöönotto tulisi ajankohtaisesti vasta siinä vaiheessa, jos tarpeeksi suuriin päästövähennyksiin ei olla päästy parin vuosikymmenen päästä. Näitä, usein yksityistä kuluttajaa koskevia toimia, kuten henkilökohtaista päästökiintiötä, koettiin tarvittavan vasta lähempänä vuosisadan puoltaväliä.

Keskeiseksi tulokseksi pienryhmissä nousi esille jonkilaisen suuremman kulttuurinmuutoksen tarve. Kaikissa ryhmissä nostettiin esille nykymuotoisen kulutuksen ekologinen kestävämyys. Ratkaisuksi tähän esitettiin joko paikkakeskeisempää elämäntapaa tai vähähiilisuuden kulttuuria, joita niin rakenteelliset kuin käyttäymiseen vaikuttavat toimet voivat tukea.

Kaiken kaikkiaan kolmessa ryhmässä neljästä koettiin, että lähes kaikki hillintäkeinot tulisi ottaa mahdollisimman pian käyttöön. Tosin oli myös havaittavissa, että kaikissa ryhmissä suosittiin alkuun pehmeämpiä toimia kuten asennekasvatusta – kovempien toimien käyttöönotto tulisi ajankohtaisesti vasta siinä vaiheessa, jos tarpeeksi suuriin päästövähennyksiin ei olla päästy parin vuosikymmenen päästä. Näitä, usein yksityistä kuluttajaa koskevia toimia, kuten henkilökohtaista päästökiintiötä, koettiin tarvittavan vasta lähempänä vuosisadan puoltaväliä.

Kansallisen ja kuntatason viranomaistoimijoiden lisäksi yritysten rooli koettiin tärkeäksi. Lisäksi kaikissa ryhmissä korostettiin, että kansalaisen henkilökohtaisilla valinnoilla on huomattava vaikutus päästöjen suuruuteen eikä niitä saisi unohtaa ilmastotalkoissa. Yhtenä tarkoituksena työpajassa oli löytää sellaisia toimijaketjuja, jotka pidemmällä aikavälillä tuottavat merkittäviä päästövähennyksiä. Tällaisten ketjujen hahmottelua ei juurikaan tehty, sillä lähtökohteisesti kaikki toimet koettiin tärkeäksi ja ne haluttaisiin toteuttaa mahdollisimman pian.

Tärkeimmiksi sopeutumistoimiksi ryhmissä nousivat erilaiset rakennustekniset toimet, joiden avulla voidaan parantaa asumismukavuutta ilmasto-olojen muuttuessa. Ääri-ilmiöt nähtiin toisaalta tärkeinä motivoimaan hillintätoimia. Sopeutumistarpeen tarkastelu hillintätoimien näkökulmasta koettiin haastavaksi, vaikkakin yleisesti sopeutumisen tärkeyttä korostettiin.

Ilmastonmuutoksen hillintä ja sopeutuminen rakennetussa ympäristössä

Suomessa Rakennusten energiankäyttö on 38% energianloppukäytöstä joka vastaa 32% CO₂ ekv päästöstä. Liikenteen osuus Suomen energian loppukäytöstä on 17% ja päästöistä 19%. Kirjallisuuden perusteella saatiin varsin kattava kuva keinoista pienentää päästöjä eri rakennetun ympäristön osakokonaisuuksissa. Teknisesti keinoja on siis löydettävissä helposti. Rakennettu ympäristö on

kuitenkin samalla meidän elinympäristömme, joten eri keinoja valitkoitaessa on tärkeää huomioida että ne ovat myös teknistaloudellisen näkökulman lisäksi sosiaalisesti hyväksyttäviä.

Rakennettu ympäristö ja eristyneesti ilmastonmuutos ja siihen sopeutuminen rakennetussa ympäristössä on laaja ja monimutkainen kokonaisuus. Tällaisten ilmiöiden ymmärtämienn edellyttää monialaista osaamista ja tietojen yhdistelykykyä. Yhteen tieteenalaan keskittyvän asiantuntijuuden rinnalle tarvitaan yhä enemmän laaja-alaista tieteitä integroivaa asiantuntijuutta.

Ilmastopaneelin järjestämässä asiantuntija työpaja havainnollisti selvästi sen, että myös alan asiantuntijoille erilaisten toimenpiteiden priorisointi oli vaikeaa, vaikka selkeästi kaikilla oli yhteinen näkemys siitä, että sekä ilmastonmuutoksen hillintä että sopeutuminen ovat erittäin tärkeitä asioita.

Valtaosa työpajan osallistujista kannatti sitä, että kaikki ilmastonmuutoksen hillintäkeinot tulisi ottaa mahdollisimman pian käyttöön. Samalla kuitenkin kaikissa ryhmissä suosittiin alkuun pehmeämpiä toimia kuten asennekasvatusta – kovempien toimien käyttöönotto tulisi ajankohtaisesti vasta siinä vaiheessa, jos tarpeeksi suuriin päästövähennyksiin ei olla päästy parin vuosikymmenen päästä. Näitä, usein yksityistä kuluttajaa koskevia toimia, kuten henkilökohtaista päästökiintiötä, koettiin tarvittavan vasta lähempänä vuosisadan puoltaväliä. Ilmastonmuutoksen hillinnän kannalta tämä on varsin pitkä aika ja uusimpien tutkimusten mukaan on myös taloudellisesti kalliimpaa lykätä päätöksiä myöhempään.

LÄHTEET

Airaksinen, M. & Matilainen, P. Carbon Efficient Building Solutions. *Sustainability* 2010, 2, 844-858.

Airaksinen, M. ja Vainio, T. 2012, Rakennuskannan korjaamisen ja kunnossapidon energiantehokkuustoimenpiteiden vaikuttavuuden arviointi energiansäästön, CO₂ ekv päästöjen, kustannuksien ja kannattavuuden näkökulmista, VTT-CR-00426-12

Airaksinen, M., Vuolle, M., 2013, Heating Energy and Peak-Power Demand in a Standard and Low Energy Building, *Energies*, 6, 235-250

de Almeida, A., Fonseca, P., Bandeirinha, R., Fernandes, T., Araújo, R., Nunes, U., Dupret, M. and Zimmermann, J.P., 2008. REMODECE final report: Residential Monitoring to Decrease Energy Use and Carbon Emissions in Europe.

Audin, L. 1993. Occupancy sensors: promise and pitfalls. E-Source Tech Update, Old Snowmass, CO

Audsley, E., Brander, M., Chatterton, J., Murphy-Bokern, D., Webster, C., and Williams, A., 2009. How low can we go? An assessment of greenhouse gas emissions from the UK food system and the scope to reduce them by 2050. FCRN-WWF-UK.

Baiocchi, G., Minx, J. and Hubacek, K., 2010. The Impact of Social Factors and Consumer Behavior on Carbon Dioxide Emissions in the United Kingdom. *Journal of Industrial Ecology*, 14(1):50-72.

Barkenbus, J., 2010. Eco-driving: An overlooked climate change initiative. *Energy Policy*, 38(2):762-769.

Barrett, J. and Scott, K., 2012. Link between climate change mitigation and resource efficiency: A UK case study. *Global Environmental Change*, 22:299-307.

Bellarby, J., Tirado, R., Leip, A., Weiss, F., Lesschen, J. and Smith, P., 2013. Livestock greenhouse gas emissions and mitigation potential in Europe. *Global Change Biology*, 19:3-18

Blonk, H., Kool, A., Luske, B. and De Waart, S., 2008. Environmental effects of protein-rich food products in the Netherlands: Consequences of animal protein substitutes.

Boardman, B., 2007. Home truths: A low-carbon strategy to reduce UK housing emissions by 80 % by 2050. A research report for the Co-operative Bank and Friends of the Earth. University of Oxford's environmental Change Institute.

Bojda, N., 2010. The Potential of Conservation Behavior: Modeling CO₂ Emissions Reduction for California. *Change in Lifestyle Emission Potential*, Spring 2010

Buttazoni, M. et al., 2008 (Ecofys). Potential global CO₂ emission reductions from ICT use: Identifying and assessing the opportunities to reduce the first billion tonnes of CO₂ emissions.

Caddet 1995. Saving energy with efficient lighting in commercial buildings, Maxi Brochure 01, Centre for the Analysis and Dissemination of Demonstrated Energy Technologies, Sittard, The Netherlands.

Cantell, Hannele, Janna Pietikäinen, Risto Willamo, Marjukka Laakso, Suvielise Nurmi & Lena Sjöberg-Tuominen (2009). Tieteiden integraatio yliopisto-opetuksessa – esimerkkinä ympäristöalan monitieteinen sivuainekokonaisuus. *Peda-Forum*. 16: 1, 6-19.

de Almeida, A., Fonseca, P., Bandeirinha, R., Fernandes, T., Araújo, R., Nunes, U., Dupret, M. and Zimmermann, J.P., 2008. REMODECE final report: Residential Monitoring to Decrease Energy Use and Carbon Emissions in Europe.

Dickinson, J., Lumsdon, L. and Robbins, D., 2011. Slow travel: issues for tourism and climate change. *Journal of Sustainable Tourism*, 19(3):281-300.

Dietz, T., Gardner, G., Gilligan, J., Stern, P. and Vandenbergh, M., 2009. Household actions can provide a behavioral wedge to rapidly reduce US carbon emissions. *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, 106(44):18452-18456.

Eijgelaar, E., 2011. Voluntary Carbon Offsets a Solution for Reducing Tourism Emissions? Assessment of Communication Aspects and Mitigation Potential, *EJTIR*, 11(3):281-296.

Eliasson, Jonas; Hultkrantz, Lars; Nerhagen, Lena & Lena Smidfelt Rosqvist (2009). The Stockholm congestion – charging trial 2006: Overview of effects. *Transportation Research Part A* 43 (2009) 240–250.

Ellison, Richard B., Greaves, Stephen B. & David A. Hensher (2013). Five years of London's low emission zone: Effects on vehicle fleet composition and air quality. *Transportation Research Part D* 23 (2013) 25–33.

Environmental analysis, 2010. Environmental analysis of food and food waste. LCA-based guidelines for waste management, CE and Blonk Milieu Advies, 2010, Delft

Evans, C., Brundage, A., Lizas, D., Kennedy, V., Nadkarni, N., Rowan, E. and Freed, R., 2012. Greenhouse gas emissions and the potential for mitigation from materials management within OECD countries. Working Group on Waste Prevention and Recycling.

EPRI 1994. Occupancy sensors: positive on/off lighting control, EPRI BR-100323, Electric Power Research Institute, Palo Alto, CA.

EU 2008. Summary of the Impact Assessment; Communication Staff Working Document, Accompanying Document to the Proposal for a Recast of the Energy Performance of Buildings Directive (2002/91/EC); COM(2008) 755/SEC(2008) 2821; Commission of the European Communities: Brussels, Belgium, 2008.

EEA Report 2/2012. Urban adaptation to climate change in Europe Challenges and opportunities for cities together with supportive national and European policies.

Echenique, M., E., Hargreaves, A., J., Mitchell, G. & Namdeo, A. 2012. Growing Cities Sustainably, *Journal of the American Planning Association*, 78:2, 121-137.

Exploring Approaches Towards a Sustainable Transport System hankkeen skenaarioanalyysissä liikenteen kysynnän (matkojen lyhentäminen) ja teknisten parannusten yhdistelmä nähdään parhaana ratkaisuna liikenteen päästöjen vähentämiseen – joskin tämä on myös poliittisesti haastavimpia toteuttaa (Potter 2007).

Fletcher, J., A. & Mills, G. 2013. The role of urban form as an energy management parameter. *Energy Policy* 53 p. 218-228

Faber, J., Schrotten, A., Bles, M., Sevenster, M., Markowska, A., Smit, M., Rohde, C., Dütsche, E., Köhler, J., Gigli, M., Zimmermann, K., Soboh, R. and van't Riet, J., 2012. Behavioural Climate Change Mitigation Options and Their Appropriate Inclusion in Quantitative Longer Term Policy Scenarios. Main Report, CE Delft.

Fisher, J. and Irvine, K., 2010. Reducing Household Energy Use and Carbon Emissions: the potential for promoting significant and durable changes through group participation. Proceedings of Conference: IESD PhD Conference: Energy and Sustainable Development, Institute of Energy and Sustainable Development, Queens Building, De Montfort University, Leicester, UK, 21st May 2010.

Gartner, T. and Stern, P., 2008. The Short List: The Most Effective Actions U.S. Households Can Take to Curb Climate Change. Environment, Oct.2008.

GeSI, Boston Consulting Group, 2012. SMARTer 2020.

Harmaajärvi, I., 2005. Ilmastonmuutoksen haasteet yhdyskuntasuunnittelulle. VTT Rakennus- ja yhdyskuntateknikka, yhdyskunnat, http://mts.fgi.fi/paivat/2005/05_harmaajarvi.pdf, www 25.6.2013.

Halme, T. & Harmaajärvi, I. 2003. Kuopion yhdyskuntatalousselvitys - eteläisten osien kaupunkirakennevaihtoehdot. Kuopion kaupungin julkaisusarja YK 2003; 10. Kuopio.

Hamin, E., M. & Gurran, N. 2009. Urban form and climate change: Balancing adaptation and mitigation in the U.S. and Australia. Habitat International 33 (2009) 238–245.

Harmaajärvi, I. 2002. Ekologinen tase: Kotkan Hirssaari. Rakennusalan kustantajat, 2002.

Harmaajärvi, I. 1998. Sodankylän raviradan asuntoalueen ekologinen tase. VTT Yhdyskuntateknikka, Sodankylän kunta. Tutkimusraportti 454. Espoo.

Harmaajärvi, I. 1992. Kestävän kehityksen tavoitteen mukainen asuntoalue: Arvio neljästä tyypillisestä suomalaisesta asuntoalueesta kestävän kehityksen kannalta. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, 1992.

Harmaajärvi, I. & Lyytikä, A. 1999. "Ekokyliä" ekologinen tase: neljän suomalaisen asuntoalueen arviointi kestävän kehityksen kannalta. Ympäristöministeriö. Suomen ympäristö 286.

Heljo, J., Nippala, E. & Nuutila, H. 2005. Rakennusten energiankulutus ja CO₂-ekv päästöt Suomessa. Ympäristöklusterin tutkimusohjelma. Rakennuskannan ekotehokkaampi energiankäyttö (EKOREM) – projektin loppuraportti. Tampereen teknillinen yliopisto, Rakentamistalouden laitos. Raportti 2005:4.

Heljo, J. & Vihola, J. 2012. Energiansäästömahdollisuudet rakennuskannan korjaustoiminnassa. Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laitos. Rakennustuotanto ja –talous. Raportti 8.

Helminen, V., Ristimäki, M. & Oinonen, K. (2003). Etätyö ja työmatkat Suomessa. Suomen Ympäristö 611.

Henkilöliikennetutkimus 2010–2011. Suomalaisen liikuminen. Liikennevirasto, liikennesuunnitteluosasto. Helsinki 2012.

HSL 2013. Helsingin seudun liikennejärjestelmäsuunnitelma. <https://www.hsl.fi/hlj>

Heinonen, J., Säynäjoki, A.-J., Kuronen, M., Junnila, S. 2012. Are the Greenhouse Gas Implications of New Residential Developments Understood Wrongly? *Energies* 2012, 5, 2874-2893.

Heinonen, J. & Junnila, S. 2011. A Carbon Consumption Comparison of Rural and Urban Lifestyles *Sustainability* 3 (8) p. 1234-1249.

Holden, E. 2004. Ecological footprints and sustainable urban form. *Journal of Housing and the Built Environment* vol. 19 (1) p. 91-109.

Høyer, K.,G. 2002 Analyseverktøy i miljøplanleggingen – Verktøy for mer enn festlige anledninger? (Analytic tools in environmental planning). In: *Fra miljøvern til bærekraftig utvikling i kommunene. Erfaringer med Lokal Agenda 21 (From environmental protection to sustainable development in municipalities. Experiences with Local Agenda 21)* (Eds, Aall, C., Høyer, K.G. and Lafferty, W.), Gyldendal Akademisk, Oslo.

Holden, E. & Norland, I.,T. 2005. Three Challenges for the Compact City as a Sustainable Urban Form: Household Consumption of Energy and Transport in Eight Residential Areas in the Greater Oslo Region *Urban Studies*, Vol. 42, No. 12, 2145–2166, November 2005.

Heinonen, J. and Junnila, S., 2012. Yhdyskuntarakenne, elämäntavat ja ilmastonmuutos. *Aalto-yliopiston julkaisusarja TIEDE + TEKNOLOGIA* 19/2012.

Heiskanen E., Perrels A., Nissinen A., Berghäll E., Liesimaa V., Mattinen M., 2012. Ohjauskeinoja asumisen, henkilöliikenteen ja ruoan ilmastovaikutusten hillintään. *Yksityiskohtaiset ohjauskeinokuvaukset. Helsinki, Suomen ympäristökeskuksen raportteja 8/2012.*

Huovila, P., Ala-Juusela, M., Melchert, L. and Pouffary, S., 2007. *Buildings and Climate Change Status, Challenges and Opportunities*, United Nations Environment Programme, Paris, France.

Heiskanen E., Perrels A., Nissinen A., Berghäll E., Liesimaa V., Mattinen M., 2012. Ohjauskeinoja asumisen, henkilöliikenteen ja ruoan ilmastovaikutusten hillintään. *Yksityiskohtaiset ohjauskeinokuvaukset. Helsinki, Suomen ympäristökeskuksen raportteja 8/2012.*

Heljo J., Vihola J., 2012. Energiansäästömahdollisuudet rakennuskannan korjaustoiminnassa. *Tampereen teknillinen yliopisto, Rakennustekniikan laitos. Rakennustuotanto- ja talous. Raportti 8.*

Imaizumi, H. and Sengoku, K., 2013. Estimation of CO2 Reduction Potential in Japan by Traffic-Flow Smoothing and Eco-Driving Promotion. *SAE Technical Paper 2013-01-0621*, 2013, doi:10.4271/2013-01-0621.

IPCC 2012, *Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation*, Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, eds. Edenhofer O., Pichs Madruga R., Sokona Y., Cambridge University Press, 2012

Joelsson, A., Gustavsson, L., 2009, District heating and energy efficiency in detached houses of differing size and construction, *Applied Energy* 86 (2009) 126–134

Jones, C. and Kammen, D., 2011. Quantifying Carbon Footprint Reduction Opportunities for U.S. Households and Communities. *Environmental Science & Technology*, 45(9):4088-4095.
Karlsson, J. (2008). *Learning in collaboration. Academics' experiences in collaborative partnerships with practitioners and researchers.* Lund University. Department of Education.

Kanninen, Vesa, Panu Kontio, Raine Mäntysalo ja Mika Ristimäki, toim. (2010). Autoriippuvainen yhdyskunta ja sen vaihtoehdot, Yhdyskuntasuunnittelun tutkimus- ja koulutuskeskuksen julkaisu B 101, Espoo 2010.)

Kiiskilä, Kati, Koskinen, Laura & Maija Vähä-Rahka (2002). Liikkumisen ohjaus ja sen soveltamismahdollisuudet Tampereen seudulla. TTY Tutkimuksia 46.

Koetse, Mark J. & Piet Rietveld (2009). The impact of climate change and weather on transport: An overview of empirical findings. *Transportation Research Part D* 14: 205–221.

Kosonen, Leo (2007) Kuopio 2015. Jalankulku-, joukkoliikenne- ja autokaupunki. SUOMEN YMPÄRISTÖ 36 | 2007. Helsinki 2007 YMPÄRISTÖMINISTERIÖ.

Kohl, J., Salonen, S. & Tapio, P. (2007). *Kestävän kehityksen torille 2020: Kohtaamisia torilla*. Loppuraportti. Tulevaisuuden tutkimuskeskuksen julkaisu 2/2007.

Kiviluoma J., and Meibom P., 2010, Influence of wind power, plug-in electric vehicles, and heat storages on power system investments, *Energy*, Volume 35, Issue 3, March 2010, pp. 1244-1255. Elsevier. doi:10.1016/j.energy.2009.11.004

Kiviluoma J., and Meibom P., 2010, Flexibility from district heating to decrease wind power integration costs, in Proc. of the 12th International Symposium on District Heating and Cooling, 5-7 Sep. 2010, Tallinn, Estonia.

Koskela, S., Korhonen, M.-R., Seppälä, J., Häkkinen, T. & Vares, S. 2011. Materiaalinäkökulma rakennusten ympäristöarvioinnissa. Suomen Ympäristökeskuksen Raportteja 16/2011.

Kyrö, R., Heinonen, J., Säynäjoki, A. & Junnila, S. 2012. Assessing the Potential of Climate Change Mitigation Actions in Three Different City Types in Finland. *Sustainability* 2012, 4, 1510-1524.

Lahti, P. & Moilanen, P. 2010. Kaupunkiseutujen yhdyskuntarakenne ja kasvihuonekaasupäästöt. Kehitysverailuja 2005-2050. Suomen ympäristö 2/2010.

Liikennevirasto (2013). <http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/liikenneverkko/liikennejarjestelma>.

Lipasto, 2013. <http://lipasto.vtt.fi/>

Markowitz, E. and Doppelt, B., 2009. Reducing greenhouse gas emissions through behavioral change - An assessment of Past Research On Energy Use, Transportation and Water Consumption. Climate Leadership Initiative, Institute for a Sustainable Environment.

McKinnon, D., Bolland, T., Kallay, T.K., Bakas, I., Buttler, M., von Geibler, J., Haselsteiner, S., Kjær, B., Löwe, C., Szuppinger, P., Verlinden, J. and Zoboli, R., 2013. Housing assessment - Final report. European Topic Centre on Sustainable Consumption and Production.

Manse, J., Schubert, R. and Ohndorf, M., 2012. Emission Reduction Activities in Private Households. Development of evaluation criteria and an application to the transport sector. Working paper, Off4Firms Climate-KIC Innovation Project, Institute for ENvironmental Decisions, ETH Zürich.

Monni, S., Pipatti, R., Lehtilä, A., Savolainen, I. and Syri, S., 2006. Global climate change mitigation scenarios for solid waste management. VTT Publications 603

Metsäpuro, Pasi; Liimatainen, Heikki; Rauhamäki, Harri ja Jorma Mäntynen (2011). Joukkoliikenteen energiatehokkuuden seuranta, raportointi ja kehittäminen. Sektoritutkimuksen neuvottelukunta, Kestävä kehitys 1/2011.

Motiva (2013a). Perustietoa liikenteestä ja ympäristöstä.
http://www.motiva.fi/liikenne/perustietoa_liikenteesta_ja_ymparistosta

Motiva(2013b). Liityntäpysäköinti.
http://www.motiva.fi/liikenne/viisaan_liikkujan_valinnat/liityntapysakointi

Motiva, 2013. Näin säästät energiaa. http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/nain_saastat_energiaa päivitetty 1.2.2013 [www, 25.6.2013].

Næss, Petter (1995). Urban form and energy use for transport: A Nordic experience. Diss. NIBR, 1995.

Nylund (2011a). Sähköautojen tulevaisuus Suomessa. Sähköautot liikenne- ja ilmastopoliitikan näkökulmasta. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 12/2011.

Nylund (2011b). Ajoneuvo- ja polttoainetekniikan mahdollisuudet autoliikenteen päästöjen vähentämisessä. YTV Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta.

Nikula, J., Halonen, M. & Lehti, R. 2008. Porvoon kaupungin vesijärjestelmien ilmastomuutoksen riskien ja sopeutumistoimien arviointi. Loppuraportti Ilmastomuutoksen sopeutumistutkimusohjelma (ISTO), tutkimushanke: Maankäyttö ja kuntatekninen suunnittelu tulvariskien hallinnassa (pr. nro 310952). Gaia Consulting Oy

Næss, P. 1997. Fysisk planlegging og energibruk (Physical planning and energy use). Oslo: Tano Aschehoug.

Nissinen A., Heiskanen E., Perrels A., Berghäll E., Liesimaa V., Mattinen M., 2012. Ohjauskeinoyhdistelmät asumisen, henkilöliikenteen ja ruoan ilmastovaikutusten hillintään – KUILU-hankkeen loppuraportti. Suomen ympäristö SY 11/2012.

Nissinen, A., Alku, P., Heine, P., Heiskanen, J., Korhonen, M., Koski, P., Laitila, P., Lappi R., 2008. Kotien reaaliaikainen sähkönkulutuksen mittaaminen ja havainnollistaminen - HEAT'07 projektin tulokset. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 7/2008.

Oikeudenmukaista ja älykästä liikennettä. Työryhmän loppuraportti, Liikenne- ja viestintäministeriö, Julkaisuja 37/2013

Oswald, Michelle Renee & Sue McNeil (2012). Methodology for Integrating Adaptation to Climate Change Into the Transportation Planning Process. *Public Works Management & Policy* 18 (2,) 145–166.

Paloniemi, Riikka, Vainio, Annukka & Cantell, Hannele(2010). Yhteistoiminnallinen työskentely ja poikkitieteellisen asiantuntijuuden kehittyminen. *Terra* 122: 1,25-31.

Popp, A., Lotze-Campen, H. and Bodirsky, B., 2010. Food consumption, diet shifts and associated non-CO2 greenhouse gases from agricultural production, *Global Environmental Change*, 20:451-462.

Potter, Stephen (2007). Exploring Approaches Towards a Sustainable Transport System. *International Journal of Sustainable Transportation*, Volume 1, Issue 2:115–131.

Pursiainen, Harri & Jalasto, Petri (2010). Digitaalinen Suomi, uusi liikennepolitiikka. Liikenne- ja viestintäministeriön tulevaisuuskatsaus puolueille 10.9.2010. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 33/2010.

Rantala, Tuuli ja Jouni Wallander (2012) Joukkoliikenteen edistämiskeinoja – eurooppalaisia esimerkkejä Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 15/2012 Liikennevirasto Helsinki

Ristimäki Mika & Kari Oinonen (2011.) Työmatkojen verovähennysoikeuden muuttaminen senttiä / kilometri – vähennykseksi. Luonnos VVM:lle.

Riddlestone, S., Hersey, J., Lazarus, N., Feehily, P. and Gaventa, J., 2010. The transition to sustainable consumption and production in London. Knowledge Collaboration & Learning for Sustainable Innovation, ERSCP-EMSU conference, Delft, The Netherlands, October 25-29, 2010.

Rodt, S., B. Georgi, B. Huckestein, L. Mönch, R. Herbener, H. Jahn, K. Koppe and J. Lindmaier, 2010. CO2-Emissionsminderung im Verkehr in Deutschland. Mögliche Maßnahmen und ihre Minderungspotenziale. UBA. (Summary in English)

Roy, J. and Pal, S., 2009. Lifestyles and climate change: link awaiting activation. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 1:192-200.

Saarelainen, S. 2006. Climate change and risks to the built environment. FINADAPT Working Paper 9, Finnish Environment Institute Mimeographs 339, Helsinki, 22 s.

Saarelainen, Seppo (2006). Adaptation to climate change in the transport sector. FINADAPT Working Paper 8, Finnish Environment Institute Mimeographs 338, Helsinki, 19 s.

Seppälä, J., Mäenpää, I., Koskela, S., Mattila, T., Nissinen, A., Katajajuuri, J.-M., Härmä, T., Korhonen, M.-R., Saarinen, M., Virtanen, Y. 2009. Suomen kansantalouden materiaalivirtojen ympäristövaikutukset ENVIMAT-mallilla (Assessment of the environmental impacts of material flows caused by the Finnish economy with the help of the ENVIMAT model). *Suomen ympäristö 20/2009*, Suomen ympäristökeskus.

SPUR Report, 2011. Climate change hits home – Adaptation strategies for the San Francisco Bay Area. Available at: http://www.spur.org/files/SPUR_ClimateChangeHitsHome.pdf [www, 25.6.2013].

Siikavirta, 2003. Effects of e-commerce on greenhouse gas emissions. A case study of grocery home delivery in Finland.

Soinivaara, O. 2013. Kantakaupunki kiehtoo. *Suomen kuvalehti* 50/2013.

Söderström ja Ristimäki, Luonnos. Katumetro II hankkeen raportti Helsinki - Tukholma vertailusta. Tulossa 2014

Tukker, A., Bausch-Goldbohm, S., Verheijden, M., De Koning, A., Kleijn, R., Wolf, O., and Perez Dominguez, I., 2009. Environmental impacts of diet changes in the EU. Poster.

Tynjälä, P. (2008). Perspectives into learning at the workplace. *Educational Research Review* 3: 2, 130–154.

Trafi, (2013). Uusien autojen päästöt vähenevät Suomessa hitaasti. <http://www.trafi.fi/tietoa_trafista/ajankohtaista/1869/uusien_autojen_paastot_vahenevat_suomessa_hitaasti>

Tuominen, Anu; Järvi, Tuuli; Wahlgren, Irmeli & Kari Mäkelä, VTT, Petri Tapio & Vilja Varho, Tulevaisuuden tutkimuskeskus, Turun yliopisto (2012). Ilmastomuutoksen hillinnän toimenpidekokonaisuudet liikennesektorilla vuoteen 2050. Baseline-kehitys, Urbaani syke vai Runsaudentarve? Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 15/2012.

Tuuli, Jukka. (2009). VATT, Muistio 6, Polttoaineveron ja muiden ympäristöverojen tulonjakovaikutukset, 2009.

Vainio, T., Belloni, K., Jaakkonen, L. 2012. Asuntotuotanto 2030 – asuntotuotantotarpeeseen vaikuttavia tekijöitä, VTT, Espoo. VTT Technology 2.

Valentova, M., Boza-Kiss, B., Barabanova, Y. and Harrington, L., 2009. ECEEE 2009 Summer study – Act! Innovate! Deliver! Reducing energy demand sustainably.

Vandenbergh, M. and Steinemann, A., 2007. The Carbon-Neutral Individual. Public Law & Legal Theory, Working paper No 07-22. Vanderbilt University Law School.

Vergé, X.P.C, De Kimpe, C. and Desjardins, R.L., 2007. Agricultural production, greenhouse gas emissions and mitigation potential. *Agricultural and Forest Meteorology*, 142:255–269.

Voss K., Sartori I., Napolitano A., Geier S., Gonzalves H., Hall M., Heiselberg P., Widén J., Candanedo J.A., Musall A., Karlsson B., Torcellini P., 2011, Load Matching and Grid Interaction of Net Zero Energy Buildings, in IEA SHC, Task40/ECBCS Annex52: Towards Net Zero Energy Solar Buildings

van Wee, Bert, Maat, Kees & Cees De Bont (2011). Improving Sustainability in Urban Areas: Discussing the Potential for Transforming Conventional Car-based Travel into Electric Mobility. *European Planning Studies*, 20:1, 95-110.

Voltti, Ville (2010). Autojen yhteiskäytön potentiaali ja vaikutukset pääkaupunkiseudulla, Turussa ja Tampereella Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 45/2010 Liikennevirasto Helsinki

Välipirtti, Kaisa Leena; Suvanto, Tuomo & Paavo Moilanen (2011). Helsingin seudun ruuhkamaksu. Jatkoselvitys. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 5/2011.

Wahlgren, I. 2012. Julian kaupunki 2035. Helsingin seudun yhdyskuntarakenteen kehittämisen ilmastovaikutukset. Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä, Helsinki. 57 s. HSY:n julkaisuja 1/2012. Saatavilla: http://www.hsy.fi/tietoa_hsy/Documents/Julkaisut/1_2012_Julian_kaupunki_2035_web.pdf

Wahlgren, I. 2009. Assessing Ecological Sustainability in urban planning – Eco- Balance model. In: Koukkari, H. & Nors, M. (eds.) Life Cycle Assessment of products and Technologies. LCA Symposium. VTT Symposium 262, 106–121. Espoo, Finland. Saatavilla: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/symposiums/2009/S262.pdf>

Wahlgren, I. 2008. Sipoon yleiskaava 2025. Yleiskaavaehdotuksen vaikutusten arviointi. VTT Tutkimusraportti. VTT-R-02114-08, Espoo.

Wahlgren, I. 2007. Eco efficiency of urban form and transportation. ECEEE 2007 Summer Study, Saving Energy – Just do it! 4–9 June 2007, La Colle sur Loup, France, Conference proceedings, cd-rom. ECEEE. Pp. 1679–1690.

Wahlgren, I. & Halonen, M. 2006. Sipoon yleiskaavan 2015 rakennemallien vaikutukset. VTT Tutkimusraportti. VTT-R-04965-06. Espoo.

Wahlgren, I., Kuismanen, K. & Makkonen, L. 2008. Uudenmaan maankäytön kehityskuvavaihtoehtojen ilmastovaikutukset. VTT, Espoo. 88 s. Saatavilla:

http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2008/VTT_Ilmastonmuutos_kaavoitus_Uusimaa.pdf

Wong, J. and Schuchard, R., 2009. Adapting to Climate Change: A guide for the consumer Products Industry. BSR.

Ympäristöministeriö, 2012a. Vähemmästä viisaammin. Kestävän kulutuksen ja tuotannon ohjelman uudistus 2012.

Ympäristöministeriö 2012b. Rakennusten energiatodisukset. www.ym.fi.

www.ymparisto.fi/ykr, 2013

LIITE 1 TYÖPAJATYÖSKENTELYN DOKUMENTOINTI

TYÖPAJA

Ilmastopaneeli järjesti 28.8.2013 Sopeutumisen ja hillinnän yhtymäkohdat ja ristiriitojen tunnistaminen rakennetussa ympäristössä –työpajan, johon kutsuttiin yhteensä noin 50 rakennetun ympäristön alueella vaikuttavaa asiantuntijaa, joista työpajaan osallistui 26. Työpajan tarkoituksena oli laatia aikajanelle vuoteen 2050 mennessä 80% päästövähennyksen saavuttavia tulevaisuuspolkuja. Lisäksi osallistujien tehtävänä oli miettiä näiden polkujen haavoittuvuutta ilmastonmuutoksen ennakoitujen vaikutusten ja yhteiskunnallisten muutosten näkökulmasta

Uusien sisällöllisten näkökulmien löytämisen lisäksi työpajan tavoitteena oli hankkia menetelmällistä tietoa yhteistoiminnallisesta työskentelystä ja asiantuntijuuden jakamisesta – toisin sanoen kokemuksia siitä, miten alan monet eri toimijat keskustelevat ilmastonmuutoksen hillintä- ja sopeutumistoimista yhdessä ja miten he ryhtyvät pohtimaan toimenpide-ehdotuksia. Työskentelyssä hyödynnettiin Helsingin yliopiston uutta digitaalisen vuorovaikutuksen mahdollistavaa ELE- oppimisympäristöä (Engaging Learning Environment).

Työpajaan kutsuttiin yhteensä noin 50 rakennetun ympäristön alueella vaikuttavaa asiantuntijaa, joista työpajaan osallistui 26. Osallistujille oli toimitettu ennakkoon paneelin tuottama, seuraavassa kappaleessa esiteltävä kartoitus tutkimustiedon esiin nostamista keskeisistä ilmastonmuutoksen hillintä- ja sopeutumiskeinoista eri sektoreilla.

Uusien sisällöllisten näkökulmien löytämisen lisäksi työpajan tavoitteena oli hankkia menetelmällistä tietoa yhteistoiminnallisesta työskentelystä ja asiantuntijuuden jakamisesta – toisin sanoen kokemuksia siitä, miten alan monet eri toimijat keskustelevat ilmastonmuutoksen hillintä- ja sopeutumistoimista yhdessä ja miten he ryhtyvät pohtimaan toimenpide-ehdotuksia. Työskentelyssä hyödynnettiin Helsingin yliopiston uutta digitaalisen vuorovaikutuksen mahdollistavaa ELE- oppimisympäristöä.

Työpajan osallistujat jaettiin neljään eri ryhmään. Osallistujille tarjottiin mahdollisuus löytää erilaisia suomalaisille kaupunkiseuduille sopivia päästövähennyspolkuja ja miettiä näiden polkujen haavoittuvuutta ilmastonmuutoksen ennakoitujen vaikutusten ja yhteiskunnallisten muutosten näkökulmasta. Työpajassa pienryhmät työskentelivät Helsingin yliopiston Minervan torin uutta digitaalisen vuorovaikutuksen mahdollistavaa ELE- oppimisympäristöä (Engaging Learning Environment) hyödyntäen. Älytauluja ja mobiililaitteita hyväksikäyttäen kukin ryhmä kävi yhteistoiminnallisesti läpi viisi taulua, joiden avulla tulevaisuuspolkua hahmoteltiin. Taulujen aihepiirit jakautuivat seuraavanlaisesti.

1. *Valitaan mieleinen polku 80% päästövähennyksiin vuoteen 2050 mennessä*

Ensimmäisessä taulussa ryhmien tuli valita 10 mielestään tärkeintä päästövähennystoimea, joiden avulla voidaan saavuttaa mainittu 80% tavoite. Tauluilla oli valmiiksi tarjolla tässä raportissa esiteltyjä toimenpidekokonaisuuksia. Tämän lisäksi ryhmät pystyivät lisäämään uusia toimia, jos kokivat joidenkin niistä puuttuvan listasta.

2. *Mitkä toimenpiteet loisivat tehokkaan ja samalla hyväksyttävissä olevan kokonaisuuden?*

Toisessa taulussa ryhmien tuli tarkastella valitsemiaan toimia päästöjen vähennysten ja hyväksyttävyyden valossa. Tarkoituksena oli pohtia, kuinka tehokkaita valitut keinot olivat ja kuinka hyväksyttäviä ne ovat yhteiskunnan kannalta – ja miten hillintätavoitteiden kannalta vaikuttavien mutta yhteiskunnallisesti vieroksuttujen toimien hyväksyttävyyttä voitaisiin parantaa.

3. *Mietitään tuon polun toteuttamisen haasteita ja sen haavoittuvuutta muuttuvassa ilmastossa*

Kolmannessa taulussa pyrittiin miettimään hillinnän ja sopeutumisen välisiä yhtymäkohtia. Ryhmät haastettiin miettimään miten ilmastonmuutos tulee pitkällä aikavälillä vaikuttamaan heidän valitsemaansa hillintätoimikokonaisuuteen. Tarkastelu eroaa yleisestä lähestymistavasta, jossa yhdyskuntien haavoittuvuutta tarkastellaan niiden nykytilasta käsin.

4. *Mietitään miten sopeutumistoimet itse vaikuttavat päästökehitykseen*
Neljännessä taulussa tarkasteltiin valittujen sopeutumistoimien vaikutuksia yhdyskuntien päästökehitykseen. Samalla toistettiin jo hillintätoimien kohdalla tehty hyväksyttävyystarkastelu.
5. *Mietitään kuka lopulta kantaa vastuun valittujen toimenpiteiden edistämisestä*
Viidennessä taulussa tuotiin yhteen valitut, ryhmän näkemyksen mukaan vaikuttavimmat hillintä- ja sopeutumistoimet ja etsittiin näille vastuunkantajia. Toimien kiireellisyyttä tarkasteltiin aikajanalla ja pyrittiin näin priorisoimaan toimia. Ryhmiä kannustettiin myös miettimään toimien välisiä riippuvaisuuksia.

Lopputuloksena syntyi neljä aikajanelle rakennettua polkua kohti 80% päästövähennyksiä vuoteen 2050 mennessä. Nämä polut tuotiin työpajan lopuksi yhteiseen loppukeskusteluun. Seuraavassa esittelemme ryhmien työn tulokset.

”Kestävää kasvua talouden murroksesta”

Ryhmä 1 lähestyi haastetta vahvasti energiantuotannon päästöttömyyden ja energiansäästön näkökulmasta. Ryhmä valitsi seuraavat kymmenen hillintätoimenpidettä niiden järjestyksen ollessa hyötynäkökulmasta seuraava:

1. Lähes päästötön energiantuotanto
2. Energiatehokkuusvaatimusten kiristäminen
3. Olemassa olevan rakennuskannan energiatehokkuuden parantaminen
4. Yksityisen kulutuksen vähentäminen ja kulutusvalinnat
5. Ilmastomyönteinen ruokavalio
6. Yksityisautoilun vähentäminen ja viisaan liikkumisen tukeminen
7. Ilmastokasvatus kaikille ikäryhmille
8. Uudisrakentamisen korvaaminen olemassa olevan rakennuskannan käytöllä
9. Hajautettu energiantuotanto
10. Liikkumistarpeen vähentäminen yhdyskunta- ja palvelurakennetta tiivistämällä

Toimenpiteet painottuvat energian tuotannon ja –kulutuksen haasteisiin. Taustalla kummittelee osin pelko uudesta energiakriisi ja mahdollisesti tästä aiheutuva talouden murros, mutta myös jo parhaillaan tiukentuvilla energiamääräyksillä on tärkeä rooli. Esimerkkinä näiden ohjaus vaikutuksesta mainittiin passiiviset lämmönsäätelyjärjestelmät.

Hajautetut järjestelmät esimerkiksi paikallisessa energiantuotannossa (bioenergia) haluttiin sekä ilmastovaikutusten että omavaraisuuden ja riskien hajauttamisen takia mukaan. Hiilidioksidin talteenotto teknisenä keinona oli mukana keskustelussa, mutta sille ei nähty relevanssia tässä kokonaisuudessa.

Samalla ryhmä halusi alleviivata käyttäytymismallien muutostarvetta teknisten ratkaisujen rinnalla, ja pyöritteli kestävä kasvun ajatuksen kyseenalaistamista ja korvaamista esimerkiksi 'kestävällä taantumalla'. Lopulta tämä ajatus muotoiltiin talouden murrokseksi. Yksityisen kulutuksen vähentäminen ja kestävä kulutusvalinnat mahdollistuvat pitkäjänteisen kasvatuksen, valistuksen ja informaation kautta. Myös median roolia painotettiin. Yksityinen kulutus ei lähde pelkästään yksilöstä vaan ympäröivä yhteisö ja yhteiskunta muokkaavat kulutuskäyttäytymistä.

Ilmastokasvatus kaikille ikäryhmille herätti toisaalta runsaasti keskustelua niin puolesta kuin vastaan. Keskustelua herätti erityisesti, onko se suora toimenpide vai ainoastaan toimenpiteeseen johtavaa toimintaa. Toinen keskustelua herättänyt seikka oli eri toimenpiteiden, esimerkiksi liikenteen ja ruoan ilmastovaikutusten suuruusluokka, eli kuinka paljon mitäkin toimenpidettä tulisi painottaa? Kannattaako panostaa sellaiseen sektoriin, jonka merkitys ei parhaassakaan skenaariossa ole ratkaiseva?

Hyväksyttävyyden kannalta ryhmä nosti esiin hyötynäkökulman kärkikolmikon lähes päästöttömän energiantuotannon, energiatehokkuusvaatimusten kiristämisen ja olemassa olevan rakennuskannan energiatehokkuuden parantamisen, ja näiden lisäksi ilmastokasvatuksen ja hajautetun energiantuotannon. Keinojen yhteinen tekijä on että niiden aiheuttamat kulut asukkaalle ovat välillisiä ja osin huomaamattomia – vasta kuudenneksi nostettu yksityisen kulutuksen vähentäminen ja kulutusvalinnat puuttuu suoraan yksilön valinnanvapauksiin, vaikka onkin luonteeltaan pikemminkin yksilön kuluja alentava kuin niitä kasvattava. Muutos ei siis synny tässä mallissa pakottamalla, vaan kyse on pitkäjänteisestä elintapojen muutoksesta, joka koskee kaikkia ikäryhmiä ja ammattikuntia.

Liikkumistarpeen vähentämistä yhdyskuntarakennetta tiivistämällä ei pidetty kovin merkittävänä toimenpiteenä, mutta toisaalta kaavoituksen ohjaamista korostettiin – teemat tavallaan risteävät, mutta näkemys heijastanee epäuskoa yhdyskuntarakenteen vaikutukseen liikkumisen ohjailussa. Toisaalta yksityisautoilun vähentämistä ja viisaan liikkumisen (joukkoliikenne, kevyt liikenne) tukemista pidettiin tärkeinä tehtävinä, ja ne puolestaan limittyvät yhdyskuntarakenteen tiivistämiseen, samoin kuin palveluiden sijoittamien lähemmäs ihmisiä, mikä oli ryhmän mielestä kannatettava suuntaus. Ympyrän sulkeutuessa kaikissa mainituissa toimissa on kyse liikkumiseen kuluvan energiankulutuksen vähentämisestä.

Olemassa olevan rakennuskannan hyödyntäminen (ja sen energiatehokkuuden parantaminen) uuden rakentamisen sijaan tuli ryhmän keskustelussa voimakkaasti esille – Suomessa on laajoja alueita, joilla uutta rakennuskantaa ei juuri tarvita.

Toimien ajoitus ja toteutus

Toimenpiteitä ei lopulta ryhmässä saatu mitenkään oleellisen selkeään aikajanaan, vaan lähes kaikki toimenpiteet haluttiin aloitettavan mahdollisimman aikaisin niiden kiireellisyyteen vedoten. Jonkin verran koitettiin toimenpiteiden asettamista aikajanelle pystyasentoon, jolloin niiden asettaminen toteuttamisjärjestykseen olisi ollut paremmin visualisoitavissa. Päätäjiltä toivottiin välittömiä tekoja, jolloin toimenpiteet kansalaisten ulottuvilla myös mahdollisimman nopeasti. Kunnat, yhdistykset ja yhteisöt nostettiin mukaan toteuttajatahoiksi.

Toisaalta ryhmässä käytiin keskustelua siitä, onko jako toteuttajiin tarpeellista tai realistista - jos esimerkiksi poliitikot tekevät jonkin linjauksen, sitä toteuttavat niin virkamiehet, yritykset kuin kansalaisetkin omilla tahoillaan. Jotta vastuutahon määrittely olisi ollut mielekäästä, työpajassa olisi pitänyt päästä kiinni tarkempiin toimenpiteisiin.

Lähes päästötön energiantuotanto oli ryhmän itse kehittämä kompromissi, johon niputettiin useampia valmiina olleita energiasektorin toimenpidevaihtoehtoja – se nähtiin kuitenkin melko kaukaisena vaihtoehtona, johon on vielä odotettava tekniikan kehittymistä.

Pitkän aikavälin tavoitteeksi ryhmä asetti lähes päästöttömään energiantuotantoon siirtymisen. Sitäkin kaukaisempana uhkakuvana ryhmä toi esiin ilmastopakolaisuuden kasvuun varautumisen.

Hillintätoimiin liittyvät sopeutumishaasteet

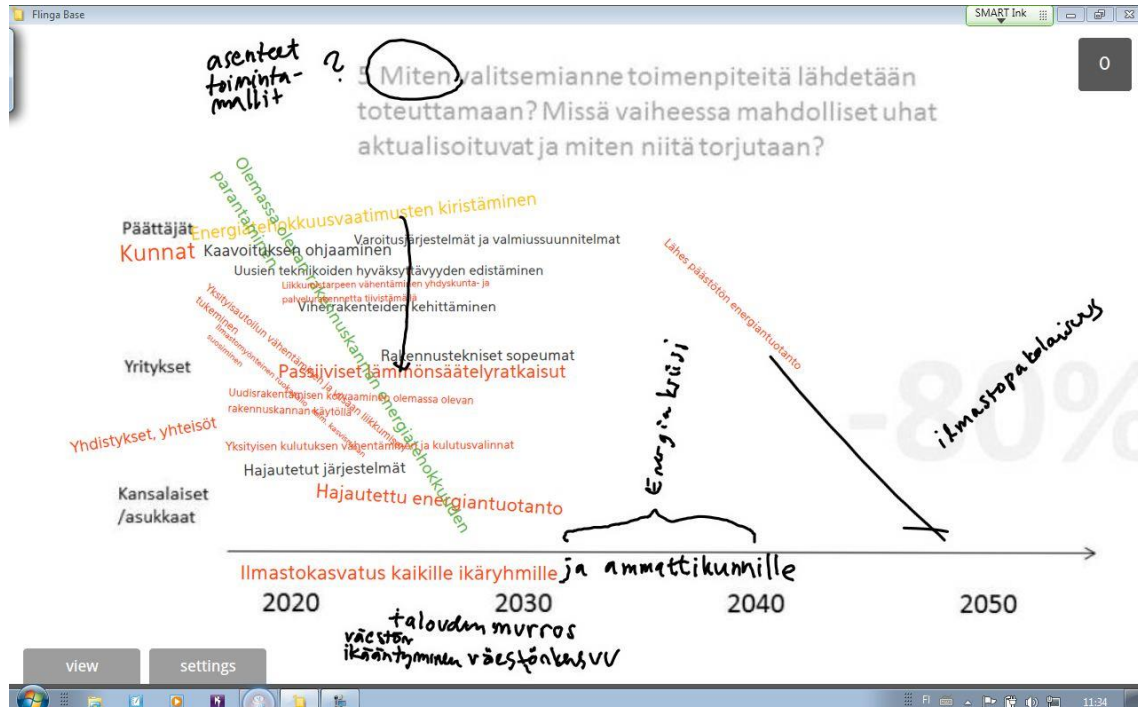
Ilmastopaneeli

Ilmeisesti tehtävänä ollut sopeutumistoimien arvioiminen niiden päästötaseen näkökulmasta ohjasi ryhmää käsittelemään niitä osin sopeutuminen vähähiiliseen elämäntapaan – varsinaiseen kysymykseen hillinnän ja sopeutumisen rajapinnoista ei päästy käsiksi. Toimien päästövähennyspotentiaali koettiin seuraavasti:

1. passiiviset lämmönsäätelyjärjestelmät
2. rakennustekniset sopeumat
3. kaavoituksen ohjaaminen
4. viherrakenteiden kehittäminen
5. uusien tekniikoiden hyväksyttävyyden edistäminen
6. hajautetut järjestelmät
7. varoitusjärjestelmät ja valmiussuunnitelmat
8. ruokaomavaraisuuden parantaminen

Valitut sopeutumistoimet arvioitiin hyväksyttävyydessä kaikki samanarvoisiksi. Voidaan ajatella että kaikki toimenpiteet koettiin välttämättömiksi, jolloin niille on olemassa yleinen hyväksyttävyyden. Edellä mainittujen lisäksi keskeisiksi sopeutumistoimiksi valittiin myös vastuiden uudelleen harkinta sekä toimintatapojen sopeuttaminen.

Ruokaomavaraisuuden parantamisen kohdalla keskustelua käytiin ruokahuollon omavaraisuuden suuresta tarpeellisuudesta etenkin taloudellisessa mielessä esimerkiksi kriisitilanteissa, tai kun ilmastonmuutoksen vaikutuksesta ruoan jakelu globaalissa mittakaavassa pysyvästi muuttuu. Varoitusjärjestelmät ja valmiussuunnitelmat nähtiin tärkeinä, mutta ne sijoitettiin toteutettavaksi vasta noin vuodesta 2025 eteenpäin.



”Verkostoitumista ja kokonaisvaltaista uudistumista”

Ryhmässä päädyttiin valitsemaan ensiksi kymmenen ja aiheiden yhdistelyn jälkeen kahdeksan tärkeintä ilmastomuutoksen hillintätoimenpidettä, joiden avulla saavuttaisiin 80 % päästövähennystavoite. Valinta syntyi monimuotoisen keskustelun perusteella ja erityisesti henkilökohtaisten päästökiintiöiden mukanaoloa pohdittiin. Vaikka osa ryhmän jäsenistä koki henkilökohtaisten päästökiintiöiden asettamisen liiaksi torjuntaa synnyttävänä toimenpiteenä, lopulta ryhmä päätyi ottamaan sen mukaan ja koki sen välttämättömänä ilmastomuutoksen hillinnän kannalta.

Hillintätoimien valintaa seurasi niiden tehokkuuden ja hyväksyttävyyden arvioiminen. Seuraavassa on listattu valitut päästövähennys- ja hillintätoimenpiteet listattuna niiden arvioidun tehokkuuden perusteella.

1. Yhdyskuntarakenteen tiivistäminen ja keskittäminen
2. Vähäpäästöisten energianlähteiden tuotanto ja käyttö
3. Rakennuskannan energiatehokkuus
4. Vähäpäästöisen joukkoliikenteen edistäminen
5. Joukko- ja kevyen liikenteen tukeminen
6. Materiaalitehokkuus elinkaari huomioon ottaen
7. Etätyömahdollisuuksien lisääminen
8. Henkilökohtaiset päästökiintiöt

Ryhmä nosti kaikkein tehokkaimmaksi keinoksi yhdyskuntarakenteen tiivistämisen ja keskittämisen. Lisäksi tehokkaimpina keinoina pidettiin vähäpäästöisten energianlähteiden tuotantoa ja käyttöä sekä rakennuskannan energiatehokkuuden parantamista. Myös joukko- ja kevyen liikenteen kehittämistä pidettiin keskeisinä hillintätoiminä. Liikkumisen tehostamiseen liittyy myös etätyömahdollisuuksien parantaminen. 1-7 kohtien toimenpiteitä pidettiin kaikkia hyvin tai melko hyväksyttävinä. Sen sijaan henkilökohtaisten päästökiintiöiden hyväksyttävyyttä pidettiin heikompana, vaikkakin itse toimenpidettä pidettiin hyvinkin tehokkaana.

Seuraavassa vaiheessa ryhmä pohti valitsemiensa ilmastomuutoksen hillintätoimien haasteita ja haavoittuvuutta muuttuvassa ilmastossa. Keskustelun myötä ryhmä pohti, miten ihmiset joutuvat sopeutumaan muuttuvan ilmaston haasteisiin. Lopputuloksena syntyi listaus sopeutumistoimenpiteistä ja asioista, joihin muuttuvan ilmaston myötä on valmistauduttava. Oheisessa listassa on esitetty ryhmän esiinnostamat sopeutumistoimet sen perusteella, miten vaikuttavina ja hyväksyttävinä niitä pidettiin.

1. kaavoituksella ohjaaminen
2. ilmastopakolaisuuteen varautuminen
1. hulevesien hallinta ja viherympäristön kehittäminen
2. rakennustekniset sopeumat
3. varoitusjärjestelmät ja valmiussuunnitelmat
4. rakenteiden vahvistaminen ja suojaaminen
5. ruokaturvan parantaminen
6. kustannuskannan muutokset
7. vastuiden uudelleenarvioinnin arveltiin kohtaavan torjuntaa.

Ryhmän listaamien ilmastomuutoksen sopeutumistoimien vaikuttavuutta arvioitiin sen perusteella, miten hyvin toimenpiteet vähentävät päästöjä. Lähes kaikki toimenpiteet arvioitiin päästöjä vähentäviksi. Ainoastaan ruokaturvan parantaminen ei välttämättä vähennä päästöjä, vaikka ryhmä pitikin sitä välttämättömänä toimenpiteenä. Toimia 1-7 ryhmä piti hyväksyttävinä, mutta sen sijaan kustannuskannan muutosten ja vastuiden uudelleenarvioinnin arveltiin kohtaavan torjuntaa. Kuitenkin niitä pidettiin täysin välttämättöminä toimenpiteinä ilmastomuutoksen sopeutumisessa.

Viimeisessä ryhmäpohdinnassa keskustelusta luotiin yhteenveto ja tarkasteltiin erityisesti valittujen toimenpiteiden vastuunottoa ja aikataulua. Tämä aikajana-työskentely koettiin haasteelliseksi, sillä ryhmä

piti kaikkia toimia kiireellisinä ja olisi halunnut sijoittaa sekä hillinnän että sopeutumisen toimenpiteet jo nykyhetkeen. Pienen pohdinnan jälkeen aikataulutukseen syntyi kuitenkin etappeja. Ryhmä arveli, että ruokaturvan parantaminen ja erityisesti henkilökohtaisten päästökiintiöiden käyttöönotto eivät ole kaikkein kiireellisimpiä toimenpiteitä. Välittömästi käynnistettäviä toimenpiteitä olisivat ryhmän mielestä rakentamisen ja liikenteen tehostaminen. Lisäksi ryhmässä korostettiin kaikkien toimenpiteiden suunnittelun ja toteuttamisen kokonaisvaltaista ymmärtämistä ja kokonaisuusien haltuunottoa. Lisäksi todettiin, että tulevaisuudessa tarvitaan koulutuksen uudistumista ja eri sektoreiden uudenlaista verkostoitumista, jotta ongelmia kyetään ratkaisemaan.

Ryhmä piti haastavana myös toimenpiteiden sijoittamista toimija-akselille kansalaiset/asukkaat-yritykset-päätäjät, sillä he kokivat, että lähes kaikki toimenpiteet liittyvät kaikkiin toimijoihin. Pienen mietinnän jälkeen tässäkin sijoittelussa löytyi kuitenkin eroja. Esimerkiksi vastuiden uudelleenarhinta ja ruokaturvan parantaminen ovat toimenpiteitä, jotka ovat erityisesti päättäjien vastuulla.

Loppukeskustelun perusteella ryhmä peräänkuuluttaa ilmastonmuutoksen hillintä- ja sopeutumistoimenpiteiden suunnittelulta ja toteuttamiselta kokonaisvaltaisuutta ja eri toimenpiteiden linkittymisen ymmärrystä. Tämä edellyttää toimijoilta verkostoitumista ja toistensa kuuntelemista. Tässä prosessissa koulutuksen eri sektoreiden kokonaisvaltainen uudistaminen ja integrointi on keskeinen haaste ja tavoite.



"Vähähiilisyyskulttuuria"

Ryhmä valitsi nopeasti toimenpidekokonaisuuden ja alkoi jo ensimmäisellä taululla ryhmittelemään toimenpiteitä toisiaan tukeviksi paketeiksi. Uusina avauksina taululle kirjattiin sähköautot, nopeusrajoitusten lasku, lihavero ja suurempina kokonaisuuksina maataloustuotannon /ruokaketjun tehostaminen ja vähähiilisyyskulttuuri. Viimeksi mainittu tarkoittaa vähähiilisen elämäntavan sisäistämistä niin, että se vaikuttaa kaikkien yksilön toimintaan.

Maataloustuotannon osuudesta päästöihin puhuttiin pitkään. Ryhmä totesi, että tuotanto itsessään on jo kohtuullisen ympäristöystävällistä mutta tuotannon rakenne on ongelmallinen; valtaosa peltoalasta käytetään Suomessa rehun tuotantoon. Tähän ongelmaan liittyvä lihavero on provokatiivinen esimerkki

kovista keinoista kuluttajien käyttäytymisen ohjailuun. Se tarkoittaisi ilmastovaikutuksiltaan haitallisten kulutustottumusten ohjailua verotuksen kautta ohjailtavalla hintapolitiikalla.

Varsinaisesti toimia alettiin arvottaa hyväksyttävyyss- päästövähennykset –nelikentässä. Olemassa olevan rakennuskannan energiatehokkuuden parantaminen ja uusiutuviin energialähteisiin perustuva energiantuotanto sekä energiatehokkuusvaatimusten lisääminen nähtiin sekä hyväksyttävänä että merkittäviä päästövähennyksiä tuoviksi keinoiksi. Näiden alle sijoittui vähähiilisyyskulttuuri, jonka omaksuminen varmasti edesauttaa myös energiatehokkuustoimenpiteiden edistämistä – kenties tuon kulttuurin voidaan nähdä osin jo omaksutun, sillä edellä mainittuja toimenpiteitä edistetään jo nyt.

Heikoimmin hyväksyttävyyss-akselilla sijoittuvat suoraan yksilönvapauteen kajoavat toimenpiteet kuten mainittu lihavero, nopeusrajoitusten lasku ja muut ns. kovat keinot henkilöautosuoritteiden vähentämiseksi. Myös yhdyskuntarakenteen tiivistäminen ja keskittäminen koettiin ongelmalliseksi, samoin kuin hajautettu energiantuotanto – tosin syyt näiden kahden keinokokonaisuuden matalaan hyväksyttävyyteen ovat varmasti erilaisia ja liittyvät hyväksyttävyyden määrittelyn ongelmaan yleensä; tiivistämisen nähdään monesti heikentävän elinympäristön viihtyisyyttä yksilötasolla, vaikka kokonaisvaikutus yhdyskuntarakenteeseen ja sitä kautta energiataseeseen olisikin positiivinen. Hajautettu energiantuotanto voi puolestaan olla yksilön kannalta edullinen mutta yhteiskunnan kannalta heikko ratkaisu, sen rapauttaessa jo olemassa olevien keskitettyjen järjestelmien hyötysuhdetta.

Kiinnostavaa on, että tiivistämiseen usein liitetty tavoite tai vaikutus yhdyskuntarakenteen kehittämisestä joukko- ja kevyttä liikennettä tukevaksi nähtiin kylläkin helposti hyväksyttävänä, mutta samalla melko tehottomana keinona vähentää päästöjä. Sen sijaan liikkumistarpeen vähentäminen palvelurakennetta kehittämällä nähtiin kummankin tavoitteen suhteen parempana keinona – palvelut siis palaisivat ihmisten luo. Koska sähköautot nostettiin näitäkin paremmaksi päästöjen hillintäkeinoksi, usko ihmisten liikkumistottumusten muuttumiseen kevyen ja julkisen liikenteen suuntaan oli ryhmässä ilmeisen heikkoa – kenties sama päti myös uskoon yhdyskunta- ja palvelurakenteen merkittäviin muutoksiin.

Toimien ajoitus ja toteutus

Aikajanelle toimet piirtyivät lähitulevaisuuspainotteisesti. Ryhmä lähtisi välittömästi rakentamaan vähähiilisyiden kulttuuria joka läpäisisi niin asukkaiden valinnat, yrityskentän toimet kuin politiikan kentänkin. Uutena toimijana keskusteluun tuotiin media – sen rooli nähtiin merkittäväksi tiedon välittäjänä ja tietoisuuden lisääjänä myös poliitikkojen suuntaan. Vähähiilisyyskulttuurin perimmäisenä tarkoituksena on luoda kysyntää päästövähennyksiä tuottaville toimenpiteille ja rakentaa niitä hyödyntävä uusi arkikäyttäytymisen malli tai asenne. Paremmin kuin yksittäinen toimi, kyseessä on pitkä prosessi joka rakentuu siis vuorovaikutuksessa toimijoiden kesken, paitsi median, myös sosiaalisen median kautta. Sosiaalisen median voima on sen mahdollistamassa vertaistuessa ja sen vastapainona ryhmän luomassa paineessa uudenlaisten, kestävämpien elintapojen omaksumista kohtaan.

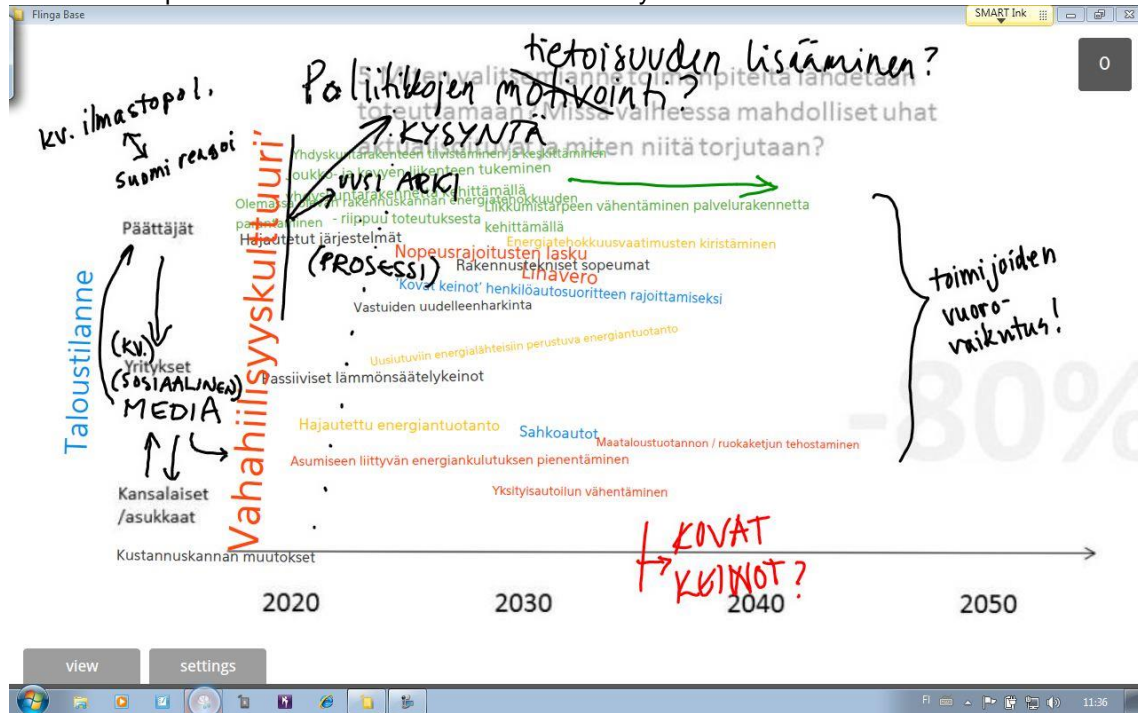
Varsinaisista toimenpiteistä ryhmä priorisoi osin jo käynnissä olevia yhdyskuntarakenteen tiivistämistä, rakennuskannan energiatehokkuuden nostoa ja joukko- ja kevyen liikenteen tukemista – tiedostaen samalla, että myös näiden kohdalla kyse on jatkuvasta prosessista. Energiainfrastruktuuriin liittyvät suuret muutokset kuten hajautettu energiantuotanto ja uusiutuviin energialähteisiin perustuva energiantuotanto sekä energiatehokkuusvaatimusten kiristäminen edelleen nähdään mahdollisina vasta pidemmällä tulevaisuudessa, aikajanalla 10-15-20 vuoden päässä. Syytä voinee hakea nykyisten energiainfrastruktuuri-investointien pitkäikäisyydestä.

Aikajanalla on selvä jako niin sanottujen pehmeiden ja kovien keinojen välillä. Varsinaisesti kovien keinojen käyttönotolle ei asetettu aikarajaa (vaikka sellainen aikajanelle piirrettiinkin), mutta perusviesti oli, että muutosta olisi ensi vaiheessa haettava asennemuutoksen kautta ja vasta myöhemmin pakolla.

Pakkokeinoihin liittyvät verotukselliset ratkaisut (mm. mainittu lihavero) ja erilaiset rajoitteet muun muassa yksityisautoilulle. Pehmeiden keinojen edistämisessä peräänkuulutettiin poliittista vastuuta, johon tosin vaikuttaa voimakkaasti myös kansanvälinen ilmastopoliittikka.

Hillintätoimiin liittyvät sopeutumishaasteet

Ehdotettujen hillintätoimien rinnalle ryhmä toi sopeutumistoimina järjestelmien hajauttaminen ja passiiviset lämmönsäätelykeinot, sekä pidemmällä aikavälillä vastuiden uudelleenarvointi ja rakennustekniset sopeumat. Lyhyesti voidaan todeta, että sopeutumiskeinojen miettiminen hillintätoimenpiteiden näkökulmasta nähtiin tässäkin ryhmässä vaikeaksi.



”Paikkaperusteinen elämä”

Neljäs ryhmä keskusteli laajasti yhdyskuntarakenteesta, asumisesta ja elämäntapakysymyksistä, joihin väistämättä kuuluivat myös liikkuvuuden ja palvelurakenteen kysymykset. Näihin liittyen ryhmä esitteli uuden termin, paikkaperusteinen elämä. Se tosin koettiin hyvin vaikeaksi, sillä nähtiin, että ihmiset eivät ole valmiita luopumaan liikkuvuudestaan.

Uudet haluttavat palvelukonseptit nähtiin hyvin tärkeänä osana monien toimien konkreettista saavuttamista. Kuten käsitteen nimi sanoo, kyse on nimenomaan sellaisista konsepteista, joilla saa aikaan hyvää pahan sijasta. Palvelukonsepteja peräänkuulutettiin muuallakin kuin liikenteen alalla.

Ryhmän listaus keskeisimmiksi toimenpiteiksi oli seuraava:

- Uudet haluttavat palvelukonseptit
- pehmeät ja kovat keinot liikennesuorituksen vähentämiseksi
- joukko- ja kevyen liikenteen tukeminen yhdyskuntarakennetta kehittämällä
- olemassa olevan rakennuskannan energiatehokkuuden parantaminen
- paikkaperusteinen elämä
- uusiutuviin energialähteisiin perustuva energiantuotanto
- materiaalitehokkuus ja materiaalien uusiokäyttö

- o tieto ja kasvatus käyttäytymisen muutoksen tueksi
- o energiaomavaraiset yksiköt
- o henkilökohtaiset päästökiintiöt

Paikkaperusteinen elämä oli osalle keskustelijoista vaikea sisäistää. Ryhmä totesi, että yhdyskuntarakenteen hajaantumisen estäminen oli liian negatiivinen termi, ja että keskittäminen on juuri väärä toimenpide – uskottiin, että tiivis rakenne aiheuttaa enemmän lomamatkoja kauas ja reboundia siten, että asuineliöissä säästyneet rahat käytetään muuhun kulutukseen. Toisaalta esiin tuli kommentti, että sähkölämmitteisten neliöiden sijaan rahaa on hankala käyttää huonommin.

Ajatuksena oli, että 20 000 asukkaan kaupungissa ei tarvitse kesämökkiä ja vaikka joukkoliikenteen järjestämiskynnys ei 20 000 asukkaan kaupungeissa ylity, siellä pääsisi kaikkialle kävellen – myös työpaikka voisi olla kävelyetäisyydellä. Etätyöt olisivat myös mahdollisia.

Samassa yhteydessä puhuttiin laajemmin kakkosasumisesta ja jopa kolmansista asunnoista. Todettiin, että tällaista elämäntapaa pitäisi energiatehokkuuden näkökulmasta kyseenalaistaa, sillä perheen kulutuksesta hyvin merkittävä osa voi tulla mökistä. Samalla keskusteltiin myös siitä, että työpaikoilla on (loma-asuntojen tapaan) vajaakäyttöisiä tiloja, esimerkiksi omat huoneet ja yhteiset tilat. Lisäksi tilat ovat tyhjillään työaikojen jälkeen.

Hyväksyttävyyttä/päästövähennyspotentiaali -akselilla paikkaperusteista elämän päästövähennyspotentiaalia pidettiin korkeana ja teoriassa laajasti hyväksyttynä mutta ei uskottu että ihmiset haluavat alkaa sitä toteuttamaan, vaan halutaan yhä matkustaa kauas ja että sitä perustellaan henkilökohtaisilla tarpeilla. Toisaalta kommenttina heitettiin, että paikkaperusteisuus on osa nykyistä tieteellistä keskustelua ja maaseutupoliittista ohjelmaa. Ongelma voisi helpottua uusien haluttavien palvelukonseptien kehittämisen myötä.

Ryhmän näkemyksen mukaan pienissä kaupungeissa voi olla jo nykyisellään hyvä yhdyskuntarakenne, sitä vaan käytetään huonosti. Paikallisuus, noin 20 000 asukkaan kaupunginosa tai kaupunki, jossa olisi kaikki palvelut ja työpaikat olisi hyvä ja toimiva, jos ihmiset vain saisi pysymään niissä. Pohdittiin, miksi ihmiset lopulta haluavat ahtautua pääkaupunkiseudulle jonottamaan Länsiväylän ruuhkiin – pitävätkö he siitä? Samalla tosin nähtiin, että asumispaikkaa on todella hankala rajoittaa.

Koska asumispaikkaa ei pystytä rajoittamaan, ehdotettiin henkilökohtaisten päästökiintiöiden muukaan ottamista. Keinoa pidettiin epärealistisena. Aikajanalla toimenpide asetettiin noin vuoden 2040 kohdalle koska uskottiin, että sen hyväksyttävyyttä on silloin parempi. Ryhmä pohti, että samalla tavalla ohjaava toimenpide tarvittaisiin jo aikaisemmin, mutta sellaista ei keksitty. Tässä hengessä lopussa, aikajanaa tehdessä otettiin mukaan uusi termi yksityisen kulutuksen vähentäminen ja kulutusvalinnat, keskusteltaessa siitä, että ihmisten omat valinnat ja teot ovat myös tärkeitä, eivätkä ihmiset vain reagoi, mitä ulkoa tulee.

Perinteisemmistä toimenpiteistä ryhmä valitsi aluksi keskeisimmäksi yksityisautoilun vähentämisen. Pian kuitenkin todettiin, että liikennesuoritteiden vähentäminen ja joukkoliikenteen matkamäärien kasvattaminen ovat hyvin läheisiä toimenpiteitä. Täten ryhmä päätti lisätä uuden termin 'pehmeät ja kovat keinot liikennesuoritteiden vähentämiseksi'. Keskusteltiin, että kovia keinoja ei hyväksytä ilman, että on aloitettu pehmeistä.

Joukkoliikenteen tukeminen yhdyskuntarakennetta kehittämällä nähtiin yksityisautoilun vähentämisen toisena puolena. Toimenpidettä pidettiin erittäin hyväksyttävänä, mutta sen päästövaikutusta epäiltiin pieneksi. Mihin pelkkä tukeminen vaikuttaa? Keskusteltiin myös siitä, että ihmiset ajavat metropolialueellakin pitkiä työmatkoja. Onko yhdyskuntarakenteen tiivistäminen ja keskittäminen todellinen keino rajoittaa tätä?

Liikennesuoritteiden vähentämistä ei koettu helposti hyväksyttäväksi, vaikka se olisi tehokasta. Toisaalta puhuttiin, että uusi sukupolvi hankkii vähemmän ajokortteja ja auton käyttö on vähäisempää – autoja esimerkiksi lainataan sukulaisilta omistamisen sijaan. Ilmiö saattaa ryhmän mukaan liittyä lamaan ja siihen, että lapset ja siten auto hankitaan myöhemmin, mutta resurssien yhteiskäyttö eittävästi vähentää kuljettuja kilometrejä.

Olemassa olevan rakennuskannan energiatehokkuuden parantaminen nähtiin hyvin merkittävänä toimenpiteenä, koska uudisrakentaminen muuttaa tilannetta niin hitaasti. Myös uusiutuviin energialähteisiin perustuva energiantuotanto nähtiin tehokkaaksi keinoksi, joka toisaalta on laajasti hyväksyttyä, mutta toisaalta hyväksyttävyydessä oli vaihtelua – osan tavallisista ihmisistäkään ei koettu toimenpidettä hyväksyvän ja osa yrityksistä on vahvasti vastaan. Tässä yhteydessä pohdittiin, tarkoittaako hyväksyttävyyden ihmisten käsitystä vai liittyykö siihen rakenteelliset esteet. Esimerkiksi energiayhtiöt voivat jarruttaa energiaomavaraisten yksiköiden mukaantuloa, sillä ne ovat merkittäviä vaikuttajia. Nykyisin energiayhtiöt toki varautuvat uusien energialähteiden käyttöönottoon, mutta ovat samalla vahvasti kiinni vanhoissa toimintatavoissaan, kuten liuskevarat ovat osoittaneet.

Materiaalien uusiokäyttö pidettiin liian ahtaana terminä, resurssiviisautta taas liian laajana. Ryhmä halusi kohdistaa toimet materiaalikulutuksen vähentämiseen jo alkuvaiheessa, ja otti käyttöön uuden termin materiaalitehokkuus ja materiaalin uusiokäyttö. Toimenpidettä pidettiin hyväksyttävyyttä/päästövähennys -asteikolla tehokkaana, mutta koettiin, että se ei ole hyväksyttävä nykyisen kaivosbuumin vuoksi.

Pohdittiin, että on tärkeää, että uudet elämäntavat ovat houkuttelevia myös muista kun ilmastonäkökulmasta – yhteisön pitää jollain tavalla hyväksyä uusi elämäntapa. Nähtiin, että tätä tukemaan tarvitaan toimenpide nimeltä tieto ja kasvatus käyttäytymisen muutoksen tueksi, joka aikajanaalla laitettiin kattamaan koko ajanjakso. Toimenpidettä pidettiin laajasti hyväksyttävänä, mutta sen päästövaikutusta pidettiin vaikeana määritellä. Jos vaikutetaan pelkkiin henkilökohtaisiin valintoihin, päästövaikutus ei ole suuri, mutta jos ajatellaan, että näin kasvatetaan tulevaisuuden poliitikkoja, jotka tekevät suuret päätökset, vaikutus on suuri.

Energiaomavaraiset yksiköt nostettiin mukaan ajatellen termiä laajasti; maa voisi olla energiaomavarainen, mutta toisaalta myös maan sisällä pitäisi olla enemmän hyvinkin pieniä yksiköitä, jotka ovat energiaomavaraisia – pienimmillään esimerkiksi sanottiin purjeverne, jossa on aurinkopaneeli. Tarvitaan kaiken kokoisia yksiköitä. Yksittäinen rakennus nähtiin kuitenkin liian pieneksi yksiköksi.

Monien keinojen kohdalla keskusteltiin jo ennen hyväksyttävyysskehikon mukaan ottamista toimien realistisuudesta ja siitä, millaisia toimenpiteitä ihmiset olisivat valmiita tekemään. Hyväksyttävyyssasteikko herätti useiden toimenpiteiden kohdalla aika erilaisia näkemyksiä hyväksyttävyyden kannalta. Joidenkin toimenpiteiden kohdalla skaala jätettiin hyvin avoimeksi. Päästöpotentiaalissa oltiin sen sijaan paljolti samaa mieltä.

Toimenpiteiden ajoittaminen

Aikajanassa vaikeuksia aiheutti vastuutahon valinta. Kansalaisten ja asukkaiden osuus toimenpiteistä jäi muita jonkun verran pienemmäksi ja osallistujat sitä valittelivatkin. Koettiin, että toimenpiteet kuuluvat usein moniin kohtiin, ja niitä aseteltiinkin vastuutahojen välimaastoihin. Toisaalta kansalaisten kohdalla koettiin, että toimi olisi ensisijaisesti jonkun toisen tahon mutta toisesta näkökulmasta myös kansalaisten vastuulla. Koettiin, että toimenpiteet oli usein esitetty muodossa ”tukeminen”, jolloin ne eivät ei ole kansalaisen vastuulla. Ryhmässä ei haluttu eikä koettu, että kansalaiset olisivat vain passiivisia toimenpiteiden kokijoita vaan myös tekijöitä ja käyttäjiä, joten mukaan haettiin ensimmäiseltä slidelta uusi toimenpide kulutuksen vähentäminen ja kulutusvalinnat.

Asukkaiden ja yksilöiden tekemien toimenpiteiden vahvistamiseksi esimerkiksi energiaomavaraiset yksiköt siirrettiin lähemmäs asukkaita. Rakennuskannan energiatehokkuudessa koettiin, että päättäjät edistävät jo sitä, samoin yritykset, kansalaiset ja asukkaat voivat myös päättää oman talonsa tilanteesta. Paikkaperusteista elämää pidettiin myös mahdollisena kansalaisille toteuttaa, samoin kuin palvelukonseptien hyödyntämistä. Monia toimia pidettiin kuitenkin vaativina kotitaloustasolla. Yksittäinen kommentti kuului myös kaupunkilaisten uusavuttomuudesta.

Keskusteltiin, että on harhaluulo, että ihmiset vastustaisivat kaikkea uutta – periaatteessa suuri osa kansasta on edelleen huolissaan ilmastomuutoksesta. Rakenteet vaikuttavat siihen, miten toimitaan. Onkin tarpeen löytää portinvartijoita, niitä yrityksiä ja julkisen sektorin osia jotka ovat ensimmäisinä omaksumassa uusia tekniikoita ja toimenpiteitä ja ovat paikalla, kun ratkaisuja asumisesta ja auton ostosta tehdään. Portinvartijuus on paljolti yksityisen sektorin hommaa, mutta myös julkinen sektori tekee osansa, esimerkiksi energiamerkinnöin. Portinvartijat ovat siis välitaso, jonka kautta julkisen sektorin ja yritystoiminnan tekemät muutokset näkyvät arjessa.

Ruoasta puhuttiin aikajana-vaiheessa hiukan lisää. Koko ketju on vastuussa, ei pelkät syöjät. Ruokaan liittyvästä energiankulutuksesta voi myös vähentää sitten, kun muut helpommat keinot on käytetty. Ryhmässä haluttiin karsia luksuskulutuksesta, ei perustarpeista. Toisaalta perustarpeet, ruoka, asuminen ja liikkuminen ovat suurimmat kuluttajat. Tässä yhteydessä keskusteltiin henkilökohtaisista päästökiintiöistä, jotka tekevät luksuskuluttamisen vaikeaksi, mutta toisaalta nähtiin, että rikkaat voivat niidenkin aikana kuluttaa kuinka paljon haluavat. Pohdittiin tulonjakoa ja päädyttiin siihen, että sen sijaan halutaan uusi termi kulutuksen jako, eli kulutusmahdollisuuksien tasaaminen.

Pohdittiin toimien siirtymistä julkisen sektorin, yritysten ja ihmisten välillä. Reagoiko julkinen sektori ihmisten haluihin? Koettiin, että yritykset tekevät tällä hetkellä enemmän. Mistä tulevat esimerkiksi ruokaosuuskunnat? Tai maaseudun sosiaaliprojektit? Tulevatko ne yksityisiltä kansalaisilta vai yrityksiltä ja päättäjiltä? Julkisella puolella ei ole mietitty esimerkiksi uusia palvelukonsepteja sen suhteen, kuinka paljon julkinen taho voisi tehdä kannusteita niiden haluttavuuden lisäämiseksi. Samalla nähtiin että yhteiskunnassa on muutaman kymmenen vuoden aikana tila spontaanille yhdessä tekemiselle selvästi kaventunut.

Toimenpiteisiin liittyvät sopeutumishaasteet

Aikaa tuntui olevan liian vähän, jotta hillinnän ja sopeutumisen yhtymäkohtiin ja ristiriitoihin olisi paneuduttu syvällisesti. Sopeutumistoimenpiteiden valinnan kerrottiin olevan hankala tehtävä. Sanottiin, että tutkimustakaan ei ole vielä paljon.

Sopeutumistoimenpiteitä pohdittiin yleisemmällä tasolla ja mietittiin myös sään ääri-ilmiöiden vaikutusta hillintätoimien toteuttamisen edistymiseen. Käsittelyyn valittiin seuraavat sopeutumistoimenpiteet:

- toimintatapojen sopeuttaminen
- varoitusjärjestelmät ja valmiussuunnitelmat
- omavaraisuuden varmistaminen
- hajautetut järjestelmät
- rakennustekniset sopeumat
- maapoliittiset toimet
- myönteinen ilmastokeskustelukulttuuri
- teknologiset muutokset
- viherrakenteiden kehittäminen

Ilmastopaneeli

Varoitusjärjestelmät ja valmiussuunnitelmat olivat hyvin tärkeitä kaikkien mielestä ja niitä pidettiin laajasti hyväksyttävänä. Hajautetut järjestelmät toimivat varautumisena, jos keskitetyt pettävät.

Teknologiaa muutoksia ja kehittämistä pidettiin edellytyksenä monelle muulle toimelle, samoin kuin toimintatapojen sopeuttamista. Toimintatapojen sopeuttamiseen sisältyy myös tiedonlisääminen ja koulutus. Rakennustekniset sopeutumukset ovat kannattavia taloudellisesti Helsingissä, monissa muissa kaupungeissa ei.

Ryhmässä todettiin, että kaavoitus on kaiken taustalla – jos se menee pieleen, niin asiat ovat huonosti. Termin maapoliittiset toimet koettiin kattavan kaavoitusjärjestelmän ja kaikenlaisen muun rakentamisen ohjauksen, myös poliittisen päätöksenteon. Eri maapoliittisten toimien hyväksyttävyyden vaihtelee, riippuen keneltä kysytään ja mistä toimesta on kyse.

Viherrakenteet, katto- ja seinärakenteet yms. nähtiin tärkeinä hulevesien kannalta. Niitä myös pidettiin hyväksyttävänä, jos niihin ei pakoteta. Samaan hengenvetoon koettiin, että ihmiset eivät ajattele tällaisessa kuin itseään: kaikki asfaltoivat pihansa, eivätkä edes ajattele, että se vaikuttaisi johonkin, muuta kuin huoltoon. Yleistettynä koettiin, että ihmiset vastustavat joskus kaikkea muutosta, jos he eivät ymmärrä vaikutusketjuja. Sitä pidettiin ongelman ytimenä: miten tehdään näkyväksi se, mitä ei näy?

Kasvatusta ja koulutusta ja positiivisten puolien etsimistä tarvitaan ryhmän mukaan yhä, jotta saadaan luotua myönteinen ilmastokeskustelukulttuuri. Hyväksyttävyyden/päästövähennys –asteikolla pohdittiin, että myönteinen ilmastokeskustelukulttuuri on hyväksyttävää, kunhan se on myönteistä.

