
SOPEUTUMISEN SYNERGIAEDUT JA RISTIRIIDAT

Ilmastonmuutoksen sopeutumistoimenpiteiden yhteydet ilmastonmuutoksen hillintään
ja ympäristöpolitiikan tavoitteisiin Helsingissä




Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Kestävän kehityksen koulutusohjelma

Forssa, kevät 2014

Auni Haapala



Kestävän kehityksen koulutusohjelma

Tekijä	Auni Haapala	Vuosi 2014
Työn nimi	Sopeutumisen synergiaedut ja ristiriidat: Ilmastomuutoksen sopeutumistoimenpiteiden yhteydet ilmastomuutoksen hillintään ja ympäristöpolitiikan tavoitteisiin Helsingissä	

TIIVISTELMÄ

Opinnäytteen tavoitteena oli selvittää Helsingin kaupungin ilmastomuutoksen sopeutumis- ja hillintätoimenpiteiden välistä vuorovaikutusta sekä tunnistaa, miten sopeutumistoimenpiteet vaikuttavat kaupungin ympäristöpolitiikkaan. Tarkastelussa oli mukana 13 sopeutumisen ja 19 hillinnän toimenpidettä sekä ympäristöpolitiikan tavoitteet neljästä osa-alueesta: ilmansuojelu, meluntorjunta, vesiensuojelu ja luonnon ja maaperän suojelu. Työn toimeksiantajana toimi Helsingin kaupungin ympäristökeskus ja työ tehtiin osana Ilmastokestävä kaupunki (ILKKA) – työkaluja suunnitteluun -hanketta.

Työn teoriaosuudessa käsitellään ilmastomuutoksen sopeutumista, sopeutumisen ja hillinnän välillä vallitsevaa vuorovaikutussuhdetta sekä sen määrittämisen haasteita. Lisäksi esitellään Helsingin kaupungin tämänhetkisen ympäristöpolitiikan tavoitteet sekä perehdytään kaupungin ilmastomuutokseen sopeutumistyöhön.

Toimenpiteiden ja tavoitteiden väliset yhteydet tunnistettiin kirjallisuuskatsauksen perusteella sekä haastatteleamalla Helsingin kaupungin ympäristönsuojelun asiantuntijoita. Tulosten mukaan sekä Helsingin sopeutumis- ja hillintätoimenpiteiden että sopeutumistoimenpiteiden ja ympäristöpolitiikan välillä on useita yhteyksiä. Toistuvana synergiaetuna sopeutumisen ja hillinnän välillä tunnistettiin riippuvuuden vähentäminen fossiilista polttoaineista. Yleisin ristiriita taas liittyi maankäytön eriäviin tavoitteisiin kaupunkialueella. Ympäristöpolitiikan osa-alueista sopeutuminen vaikutti positiivisesti erityisesti vesiensuojelun sekä luonnon ja maaperän suojelun tavoitteisiin. Erityisesti viherrakenteiden lisääminen kaupunkialueelle voi tuottaa useita hyötyjä moniin ympäristötavoitteisiin.

Työn tulokset antavat viitteitä siitä, minkälaisia yhteyksiä eri toimenpiteiden ja tavoitteiden välillä voi Helsingin kaupungissa esiintyä. Seuraavissa vaiheissa kaupungissa tulisi syventää käsitystä siitä, kuinka merkittävää tunnistetut yhteydet todellisuudessa ovat. Tämän perusteella voi edelleen arvioida, mitä positiivisia yhteyksiä kaupungissa tulisi alkaa vahvistaa ja vastaavasti mitä negatiivisia yhteyksiä pyrkiä minimoimaan.

Avainsanat Ilmastomuutos, sopeutuminen, synergia, ristiriita, ympäristötavoitteet

Sivut 49 s.

Degree Programme in Sustainable Development

Author	Auni Haapala	Year 2014
Subject of Bachelor's thesis	Adaptation synergies and trade-offs: Inter-linkages between climate change adaptation, climate change mitigation and environmental policy objectives in the City of Helsinki	

ABSTRACT

The aim of this Bachelor's thesis was to identify the linkages between climate change adaptation and mitigation measures in the city of Helsinki and to identify what kind of impact adaptation measures have on the environmental policy objectives of the city. The study included 13 adaptation measures, 19 mitigation measures and environmental policy objectives from the fields of air quality, noise reduction, water protection and nature conservation. The thesis was commissioned by the city of Helsinki Environment Centre and it was done as a part of a project Climate-proof City (ILKKA) – Tools for Planning.

The framework of the thesis deals with climate change adaptation and the interrelationship between adaptation and mitigation. In addition, the current environmental policy objectives and the current state of the climate change adaptation work in the city of Helsinki are introduced.

The research methods used were literature review and interviews. According to the results, there are many linkages between adaptation and mitigation measures as well as between adaptation measures and environmental policy. The iterative synergy identified between adaptation and mitigation measures was the aim to decrease the dependency on fossil fuels. Consistently the most common trade-off between the measures was conflicting demand for land use in the city. From the perspective of environmental policy, the adaptation measures have a positive impact particularly on water protection and nature conservation objectives. Especially the addition of green infrastructure to the urban areas can create many benefits for the environmental policy.

The results of this thesis indicate the possible inter-relationships that can be found between the different measures and objectives in the city of Helsinki. The next step should be to evaluate the actual significance of the identified linkages. Based on those results, it can then be assessed which positive linkages should be strengthened and which negative linkages should correspondingly be minimized in the city.

Keywords Climate change, adaptation, synergy, trade-off, environmental objectives

Pages 49 p.

TYÖSSÄ ESIINTYVIÄ TERMEJÄ JA LYHENTEITÄ

Haavoittuvuus	Taso, jolla systeemi on kykenevä tai kykenemätön selviytymään ilmastonmuutoksen vaikutuksista (eng. vulnerability).
Hillintä	Ihmiskunnan toiminta, jolla vähennetään ilmakehän kasvihuonekaasupitoisuutta tai kasvatetaan hiilinieluja (eng. mitigation).
IPCC	Hallitustenvälinen ilmastonmuutospaneeli (Intergovernmental Panel on Climate Change).
Ristiriita	Toimenpiteiden välillä vallitseva suhde silloin, kun molempia ei ole mahdollista toteuttaa kokonaisvaltaisesti samaan aikaan esimerkiksi rajallisten resurssien tai tilanpuutteen vuoksi (eng. trade-off).
Sopeutuminen	Luonnon ja ihmiskunnan toiminta, jolla varaudutaan ilmastonmuutoksen haitallisiin vaikutuksiin ja hyödytään mahdollisista positiivisista vaikutuksista (eng. adaptation).
Sopeutumiskyky	Yhteiskunnan kyky mukautua ilmastonmuutokseen lieventämällä potentiaalisia vahinkoja, hyödyntämällä mahdollisuuksia tai selviytymällä vaikutusten aiheuttamista seurauksista (eng. adaptive capacity).
Synergiaetu	Toimenpiteiden välinen vuorovaikutus, jossa ne samanaikaisesti ja yhdessä toteutettuna tuottavat paremman lopputuloksen kuin yksittäin toteutettuina (eng. synergy).
Toisiaan täydentävä	Toimintojen välinen suhde, jossa toisen lopputulos on riippuvainen toisen lopputuloksesta (eng. complementarity).

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
1.1	Työn tausta ja tavoitteet	1
1.2	Ilmastonkestävä kaupunki -hanke	2
2	ILMASTONMUUTOS JA SIIHEN VASTAAMINEN.....	3
2.1	Ilmastonmuutoksen hillitseminen	4
2.2	Ilmastonmuutokseen sopeutuminen	5
2.2.1	Haavoittuvuus ilmastonmuutokselle	7
2.2.2	Sopeutumiskykyyn vaikuttavat tekijät	8
2.3	Sopeutumisen ja hillinnän välinen suhde	9
2.3.1	Sopeutumisen ja hillinnän erot ja samankaltaisuudet.....	10
2.3.2	Tunnistetut suhdetyypit	12
2.3.3	Vuorovaikutussuhteen määrittämisen problematiikka	13
3	YMPÄRISTÖTAVOITTEET HELSINGIN KAUPUNGISSA.....	15
3.1	Ympäristöpolitiikka ja sen tavoitteet.....	15
3.1.1	Ilmastonsuojelu.....	16
3.1.2	Ilmansuojelu	16
3.1.3	Meluntorjunta	17
3.1.4	Vesiensuojelu	17
3.1.5	Luonnon ja maaperän suojelu.....	18
3.2	Ilmastonmuutokseen sopeutuminen	18
4	TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN	20
4.1	Tutkimusmenetelmät.....	20
4.2	Tutkimusaineisto	22
4.3	Tutkimuksen luotettavuus	25
5	TULOKSET	27
5.1	Sopeutumis- ja hillintätoimenpiteiden väliset yhteydet	27
5.1.1	Synergiaedut	32
5.1.2	Ristiriidat	32
5.1.3	Sopeutumistoimenpiteisiin vaikuttavat hillintätoimenpiteet	34
5.1.4	Hillintätoimenpiteisiin vaikuttavat sopeutumistoimenpiteet.....	35
5.2	Sopeutumistoimenpiteiden vaikutus ympäristöpolitiikan tavoitteisiin	36
5.2.1	Positiiviset vaikutukset	38
5.2.2	Negatiiviset vaikutukset	41
6	JOHTOPÄÄTÖKSET JA KEHITYSEHDOTUKSET	43
	LÄHTEET	45

1 JOHDANTO

Ilmastonmuutoksen aiheuttamien haitallisten ja osittain jo peruuttamattomien vaikutusten takia ilmastonmuutosta pidetään yhtenä aikamme suurimmista uhkista kestävän kehityksen toteutumiselle. Se on ympäristöongelma, mutta mitä suurimmissa määrin myös taloudellinen ja sosiaalinen kysymys (Valtioneuvoston kanslia 2009). Ilmastonmuutoksen hillintä eli ilmakehän kasvihuonekaasupitoisuuden vähentämiseen tähtäävät toimet ovat pitkään hallinneet globaalia ja paikallista ilmastopolitiikkaa. Nykyään myös ilmastonmuutokseen sopeutuminen tunnistetaan hillinnän ohella tarpeellisenä keinona ilmastonmuutoksen haitallisten vaikutusten minimoimiseksi ja mahdollisten positiivisten vaikutusten hyödyntämiseksi.

Hillintää ja sopeutumista on tarkasteltu pitkään erillisinä strategioina, vaikka tosiasiaa ne ovat toisiaan täydentäviä: mitä onnistuneemmin päästövähennystoimenpiteet toteutuvat, sitä vähäisempiä ovat pitkällä tähtäimellä ilmastonmuutoksen vaikutukset ja yhteiskuntien tarve sopeutua niihin. Viime vuosien aikana ilmastonmuutostutkimus on alkanut enenevissä määrin nostaa esiin strategioiden välillä vallitsevan vuorovaikutussuhteen. Eri sektoreilta on jo tunnistettu useita sekä ristiriidassa olevia että synergiaetua omaavia toimenpiteitä. (Ks. esim. Ayers & Huq 2008; Larsen 2012.)

Kestävän ilmastopolitiikan toteuttaminen edellyttää lisäksi laajemmin myös muiden ympäristötavoitteiden ja kestävän kehityksen ulottuvuuksien tarkastelua rinnakkain ilmastotoimien kanssa (Denton ym. 2014). Toimenpiteiden toteuttajan näkökulmasta vuorovaikutussuhteen tunnistaminen eri toimien väliltä voi mahdollistaa tavoitteiden yhtenäistämisen, mikä edelleen luo mahdollisuuksia toiminnan kehittämiseksi ja esimerkiksi kustannussäästöjen syntymiseksi.

Kaupungeilla on keskeinen rooli niin hillintään kuin sopeutumiseen tähtäävien toimenpiteiden toteuttamisessa. Erityisesti Suomessa ne ovat avainasemassa ilmastonmuutokseen vastaamisessa niiden itsehallinnollisen roolin vuoksi (Salminen 2013, 5). Ilmastonsuojelun lisäksi kaupunkien vastuulla on edistää lukuisia muita ympäristöön liittyviä tavoitteita, joiden päämääränä on ympäristönsuojelun lisäksi ylläpitää kaupunkialueen turvallisuutta, viihtyisyyttä ja kaupunkilaisten terveyttä. Myös Helsingin kaupungilla on kunnianhimoisia ympäristöpolitiikan ja ilmastonmuutoksen hillinnän tavoitteita, minkä lisäksi kaupungin päämääränä on integroida ilmastonmuutokseen sopeutuminen kaikkien kaupungin toimintaan (Helsingin kaupunki 2012a).

1.1 Työn tausta ja tavoitteet

Työn toimeksiantajana toimii Helsingin kaupungin ympäristökeskus ja se tehdään osana ympäristökeskuksen koordinoimaa Ilmastonkestävä kaupunki (ILKKA) – työkaluja suunnitteluun -hanketta. Työllä pyritään vastaamaan hankkeeseen kirjattuun tavoitteeseen, joka on selvittää ilmastonmuutoksen sopeutumisen, hillinnän ja muun ympäristöpolitiikan yhteyksiä Helsingin kaupungissa.

Ympäristökeskus toteutti vuoden 2014 alussa kaksi selvitystyötä, joissa määriteltiin ensisijaisimpia ilmastonmuutoksen hillinnän ja sopeutumisen toimenpiteitä kaupungille (ks. Haapala & Järvelä 2014; Ryyänen ym. 2014). Tämän opinnäytteen tarkoituksena on jatkaa näissä selvityksissä priorisoitujen toimenpiteiden tarkastelua tunnistamalla mahdollisia yhteyksiä hillinnän ja sopeutumisen toimenpiteiden väliltä. Ympäristökeskus on erityisen kiinnostunut toimenpiteiden välillä vallitsevista mahdollisista synergiaeduista tai vastaavasti ristiriidoista.

Helsingin kaupungin ympäristöpolitiikan tavoitteeksi on asetettu sopeutumisen integroiminen kaupungin kaikkiin toimintoihin. Tästä syystä ympäristökeskus haluaa ilmastotoimenpiteiden yhteyksien ohella saada paremman käsityksen toiminnalleen keskeisien ympäristönsuojelutavoitteiden yhteydestä sopeutumiseen. Toisena tavoitteena opinnäytteessä on selvittää, miten edellä mainitut sopeutumistoimenpiteet vaikuttavat kaupungin ympäristöpolitiikan tavoitteisiin ilmansuojelun, meluntorjunnan, vesiensuojelun sekä luonnon ja maaperän suojelun osalta.

1.2 Ilmastonkestävä kaupunki -hanke

Ympäristökeskus koordinoi vuosina 2012–2014 toteutettavaa Ilmastonkestävä kaupunki (ILKKA) – työkaluja suunnitteluun -hanketta, jonka päämääränä on edistää ilmastonmuutoksen vaikutukset huomioonottavaa kaupunkisuunnittelua Suomen kaupungeissa. Hankkeessa tuotetaan erilaisia työkaluja, selvityksiä ja menetelmäkuvauksia sopeutumislähtöisen kaupunkisuunnittelun tueksi sekä kartoitetaan parhaita sopeutumisen käytäntöjä Suomesta ja ulkomailta.

Euroopan aluekehitysrahasto EAKR:n osittain rahoittamaa ILKKA-hanketta toteuttavat Helsingin kaupungin lisäksi Lahden, Turun ja Vantaan kaupungit, Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä HSY, Ilmatieteen laitos ja Turun yliopisto. Hankkeen kokonaisbudjetti on 1,5 miljoonaa euroa. (Ilmastonkestävä kaupunki 2014.)

2 ILMASTONMUUTOS JA SIIHEN VASTAAMINEN

Ilmastonmuutoksella tarkoitetaan ilmaston luonnollisen vaihtelun tai ihmisen toiminnan aikaansaamaa, pitkäkestoista muutosta ilmasto-oloissa, mikä pystytään todentamaan esimerkiksi mittauksin. Tällä hetkellä käynnissä oleva ilmaston lämpeneminen on kansainvälistä ilmastonmuutostutkimusta yhteen kokoavan hallitustenvälisen ilmastonmuutospaneelin IPCC:n mukaan hyvin suurella todennäköisyydellä ihmiskunnan aiheuttamaa. (IPCC 2007.)

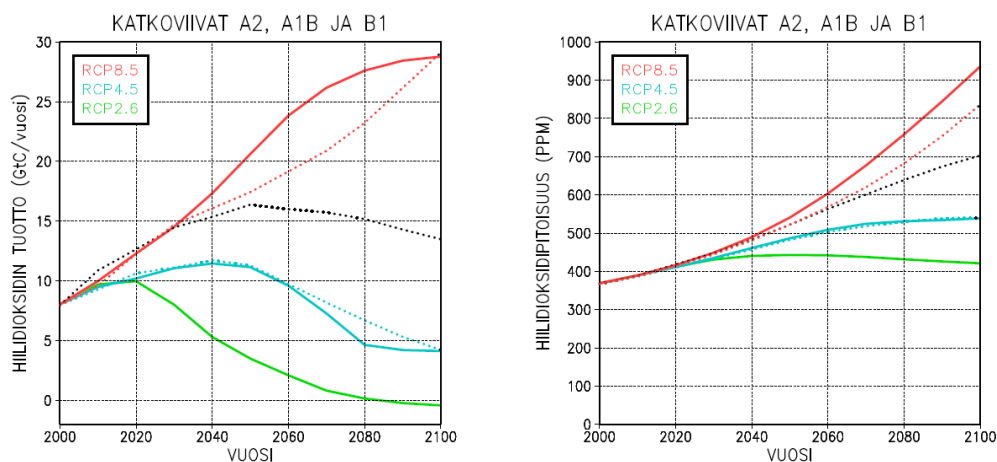
Lämpeneminen on seurausta kasvihuonekaasujen, kuten hiilidioksidin (CO_2), metaanin (CH_4) ja typpioksiduulin (N_2O), kohonneista pitoisuuksista ilmakehässä. Kasvihuonekaasumäärät ovat lisääntyneet merkittävästi ihmisen toiminnan vaikutuksesta esiteollisesta ajasta eli 1750-luvulta lähtien. Kaikista merkittävimpana ihmisen tuottamana kasvihuonekaasuna pidetyn hiilidioksidin pitoisuuden kasvuun on vaikuttanut pääasiassa fossiilisten polttoaineiden käyttö sekä pienemmältä osin maankäytön muutokset. Metaanin pitoisuuden kasvu selittyy niin ikään fossiilisten polttoaineiden käytöllä, mutta myös maataloudesta aiheutuneilla päästöillä. Globaalit typpioksiduulipäästöt ovat pääasiassa peräisin maataloudesta. (IPCC 2007.)

1900-luvun aikana tapahtunut 0,75 celsiusasteen globaali keskilämpötilan nousu on jo saanut aikaan useita muutoksia maapallolla: kasvillisuusalueet ovat siirtyneet pohjoisemmaksi, merenpinta on noussut, jäätiköt ovat alkaneet sulaa ennätyksellisen nopeasti ja luonnon monimuotoisuus on paikoin heikentynyt. Useilla alueilla kuivuus tai vastaavasti sateisuus ovat lisääntyneet. (IPCC 2007.) Osa ilmastonmuutoksen vaikutuksista voi erityisesti lyhyellä aikavälillä olla myönteisiä, kuten esimerkiksi satokauden pidentyminen Suomessa, mutta arvioiden mukaan valtaosa vaikutuksista tulee näyttäytymään kielteisinä tai jopa katastrofaalisina (Valtioneuvoston kanslia 2009, 15).

Ilmastonmuutoksen tulevia vaikutuksia pyritään arvioimaan jo havaittujen muutoksien perusteella sekä ilmakehän kasvihuonekaasupitoisuuden kehitystä mallintamalla. IPCC:n viimeisimpien ilmastoraporttien pohjalta muodostettujen ilmastoskenaarioiden (RCP-skenaariot) mukaan globaali keskilämpötila kohoaa tämän vuosisadan loppuun mennessä vielä 1–3,7 celsiusasteella. Ennusteiden mukaan pohjoisilla alueilla kuten Suomessa lämpötila nousee vielä globaalia keskivertoa enemmän – arvioiden mukaan jopa puolitoista- tai kaksinkertaisesti. Lämpötilan kohoamisen suuruus riippuu globaalien kasvihuonekaasupäästöjen rajoittamisen onnistumisesta. (Ilmatieteen laitos & Ympäristöministeriö 2014.) Vaikka kasvihuonekaasupäästöt onnistuttaisiin leikkaamaan jo tänä vuonna lähelle nollarajaa, lämpötila kohoaisi silti vielä ainakin 0,5 asteella. Tähän on syynä kasvihuonekaasujen pitkäikäisyys. (Valtioneuvoston kanslia 2009, 113.)

Hiilidioksidipäästöjen ja -pitoisuuksien kehitystä kuvaava kuvio 1 (s. 4) havainnollistaa hiilidioksidikaasun pitkäikäisyyttä. Mikäli päästöjen kehitys toteutuisi positiivisimman RCP 2.6 -skenaarion mukaan (kuvio 1, s. 4, vihreä viiva) eli CO_2 -päästöt kääntyisivät vahvasti laskuun heti 2020-

luvulla, ilmakehän hiilidioksidipitoisuus kasvaisi kuitenkin aina vuosisadan puoliväliin saakka (kuvio 1, oikea puoli, vihreä viiva). RCP 4.5 - skenaarion mukaan ilmakehän CO₂-pitoisuus kasvaisi edelleen vuoden 2100 jälkeenkin (siniset viivat). (Ruosteenoja 2014, 3.)



Kuvio 1. Hiilidioksidipäästöjen (vasemmalla) ja hiilidioksidipitoisuuden (oikealla) kehitys vuosina 2000–2100 kolmen RCP-skenaarion mukaan. Vertailun vuoksi kuvioihin on merkitty RCP-skenaarioita edeltäviin SRES-skenaarioihin perustuvat kehityskulut. (Ruosteenoja 2014, 3.)

Mikäli ilmastonmuutoksen haitallisilta vaikutuksilta halutaan välttyä, kasvihuonekaasupäästöjä tulee pyrkiä pienentämään. Edellä esitettyjen perusteella tänä päivänä toteutettavat päästövähennystoimenpiteet eivät kuitenkaan enää voi kokonaan pysäyttää ilmastonmuutosta ja sen tuomia vaikutuksia. Ilmastonmuutoksen hillitsemisen ohella yhteiskuntien tulee siis myös kyetä sopeutumaan muutoksiin. (Füssel 2007, 9.)

2.1 Ilmastonmuutoksen hillitseminen

Ilmastonmuutoksen hillinnällä tähdätään ilmakehän kasvihuonekaasupitoisuuden vähentämiseen kasvihuonekaasujen päästölähteitä minimoimalla sekä hiilinieluja kasvattamalla. Koska maapallon ilmakehä on yhteinen, lämpötila kohoaa kaikkialla riippumatta siitä, missä kasvihuonekaasupäästöjä tuotetaan. Tästä syystä ilmastonmuutoksen hillintä on ensisijaisesti globaali tavoite, ja sen edistäminen vaatii kansainvälistä yhteistyötä. Kuten edellisessä luvussa todettiin, hiilidioksidin on tunnistettu olevan yksi tärkeimmistä ihmiskunnan tuottamista kasvihuonekaasuista: CO₂-pitoisuus ilmakehässä on noussut lähes 40 prosentilla 250 vuoden aikana, ja sen on arvioitu vaikuttavan lämpötilan kohoamiseen jopa 80 prosentilla. Tästä syystä suuressa osassa hillintätoimenpiteitä on keskitytty vähentämään juuri hiilidioksidipäästöjä. (CO₂-raportti 2014; IPCC 2007; Valtioneuvoston kanslia 2009, 25.)

Erityisesti teollisuusmailla, jotka ovat synnyttäneet valtaosan tällä hetkellä ilmakehässä vaikuttavista ihmisen tuottamista kasvihuonekaasuista, tunnistetaan olevan suuri vastuu ilmastonmuutoksen hillitsemisessä. Euroopan unioni on asettanut tavoitteekseen pysäyttää globaali keskilämpötilan nousu kahteen celsiusasteeseen esiteolliseen aikaan verrattuna, mikä edel-

lyttää mittavia päästövähennystoimenpiteitä. IPCC:n arvion mukaan tavoitteen saavuttaminen edellyttää, että teollisuusmaat vähentävät päästöjään 50–85 prosentilla vuoden 2000 tasosta vuoteen 2050 mennessä ja vuosisadan puolivälin jälkeen vähentävät päästöjä voimakkaasti kohti nollalarajaa. Myös Suomi on sitoutunut EU:n tavoitteeseen pysäyttää ilmaston lämpeneminen kahteen asteeseen. Suomi tavoittelee päästöjen vähentämistä 80 prosentilla vuoden 1990 tasosta vuoteen 2050 mennessä. (Valtioneuvoston kanslia 2009, 25, 44.)

Merkittävimmät päästövähennystoimenpiteet keskittyvät sähkön- ja lämmöntuotannon sekä liikenteen päästöjen minimoimiseen. Päästöjä pyritään pienentämään joko energiantarvetta vähentämällä, energiatehokkuutta parantamalla tai päästöttömiä energianlähteitä käyttämällä. Päästöjen minimoimisen lisäksi myös hiilinielujen kasvattaminen edistää hillintätavoitteita. Tämä tarkoittaa esimerkiksi metsien uudelleen istuttamista, niiden parempaa hoitoa hiilensidontakyvyn maksimoimiseksi tai pyrkimystä rajoittaa metsän hävittämistä. Useat hillintätoimenpiteet ovat teknisiä ratkaisuja, kuten autojen kehittäminen vähäpäästöisimmiksi tai rakennusteknisten ratkaisujen avulla rakennuksien energiatehokkuuden parantaminen. Hillintätoimenpiteet sisältävät kuitenkin myös ”pehmeitä” keinoja, kuten tietoisuuden lisäämistä ilmastomuutoksesta toimintatapojen ja käyttäytymistottumusten muuttamiseksi ilmastoystävällisimmiksi. (IPCC 2007.)

2.2 Ilmastomuutokseen sopeutuminen

IPCC määrittelee ilmastomuutokseen liittyvän sopeutumisen ekologisten, sosiaalisten ja taloudellisten systeemien mukautumiseksi ilmastomuutoksen jo havaittaviin tai ennustettuihin vaikutuksiin. Sopeutuminen voi olla joko ilmastomuutoksen haitallisten vaikutusten lieventämistä tai vaikutusten tuomien uusien mahdollisuuksien hyödyntämistä. Toisin kuin ilmastomuutoksen hillinnällä, sopeutumisella ei pyritä vähentämään ilmakehän kasvihuonekaasupitoisuutta, vaan sen sijaan luomaan mahdollisimman mukautumiskykyiset olosuhteet muutoksiin vastaamiseksi. (Field, Barros, Mastrandrea & Mach 2014, 3.)

Ilmastomuutokseen sopeutuminen luokitellaan usein kahteen eri osaluokkaan: sopeutumiskyvyn kasvattamiseen sekä konkreettisten sopeutumistoimenpiteiden toteuttamiseen. Sopeutumiskyvyllä viitataan yksilöiden, yhteisöjen ja muiden toimijoiden sellaisiin valmiuksiin, jotka mahdollistavat mukautumisen muutoksiin. Sopeutumiskykyyn vaikuttaviin tekijöihin perehdytään tarkemmin luvussa 2.2.2. Sopeutumisen toinen osaluokka, varsinaisten sopeutumistoimenpiteiden toteuttaminen, on usein sopeutumiskyvyn muuttamista käytäntöön. (Adger, Arnell & Tompkins 2005, 78.)

Maantieteellisestä sijainnista riippuen ilmastomuutoksen vaikutukset ovat erilaisia. Keski-Euroopassa lisääntyvän kuivuuden ennustetaan tuovan ongelmia muun muassa ruoantuotannolle, kun taas Suomessa kaikkina vuodenaikoina lisääntyvä sateisuus tulee tuottamaan haasteita vesimäärien hallinnalle. Sopeutumiseen tähtäävät toimenpiteet eivät siis ole kaikkialla maailmassa samanlaisia, ja alueesta riippuen sopeutumistason tarve on eri-

lainen. Sopeutumispäätökset tehdäänkin usein enemmän alueellisella ja paikallisella tasolla kuin kansainvälisesti. Maantieteellisen sijainnin lisäksi alueen sosio-ekonomiset piirteet ja kulttuuriset arvot määrittävät alueen sopeutumistarvetta. Sopeutumisen edistämiseksi voi olla useita päämääriä, kuten esimerkiksi taloudellisen hyvinvoinnin turvaaminen tai turvallisuuden parantaminen. (Adger ym. 2005, 77.)

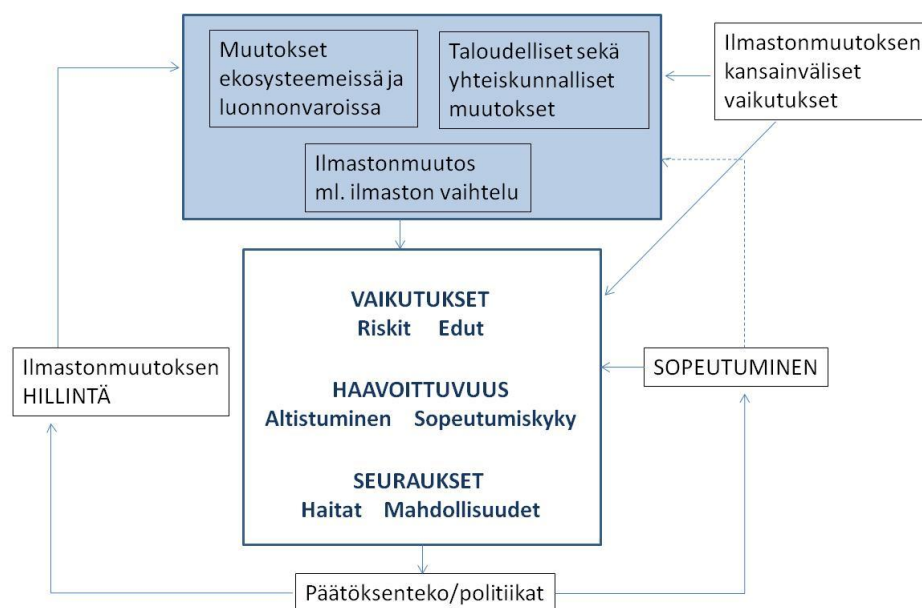
Sopeutumistoimenpiteitä toteuttavat useat erilaiset toimijat mukaan luettuina yksilöt, yhteisöt, yksityinen sektori ja paikallishallinnot. Toteutettavien toimenpiteiden valikoima on myös hyvin moninainen. Toimenpiteet voivat olla teknisiä ratkaisuja, kuten esimerkiksi tulvavallit, tai elinkeinon ohjaamista, kuten viljelykäytäntöjen muuttaminen. Sopeutumista edistäviä toimenpiteitä ei useinkaan toteuteta pelkästään ilmastonmuutoksen takia, mistä johtuen niitä ei välttämättä aina tunnisteta ilmastonmuutokseen sopeutumiseen liittyviksi toimiksi. Tästä syystä sopeutumisen määrittely on esimerkiksi hillintään verrattuna monimutkaisempaa. (Adger ym. 2007, 18; IPCC 2007.)

Ilmastonmuutokseen sopeutuminen – sopeutumiskyvyn kasvattaminen ja toimenpiteiden toteuttaminen – voi olla joko ennakoivaa, itseohjautuvaa tai suunniteltua. Ennustettuihin, mutta vielä havaitsemattomiin vaikutuksiin varautumista kutsutaan ennakoivaksi sopeutumiseksi (eng. anticipatory/proactive). Suunniteltu sopeutuminen taas on tarkkaan harkittujen poliittisten päätösten perusteella tehtävää sopeutumista. Tällöin sopeutuminen perustuu kasvaneeseen tietoisuuteen jo tapahtuneista tai tulevaisuudessa tapahtuvista muutoksista, ja siitä, että tietynlainen toiminta on välttämätöntä muutoksiin vastaamiseksi. Itseohjautuva sopeutuminen ei ole tietoisista sopeutumista, vaan sen voi käynnistää esimerkiksi muutokset luonnossa tai talouden ja hyvinvoinnin muutokset yhteiskunnassa. (Klein 2007; Viinanen & Yrjölä 2012.)

Sopeutumisen tavoitteena on vähentää sopeutumiskohteen haavoittuvuutta muutoksille. Adger ym. (2005, 80) kuitenkin painottaa, että sopeutumisen onnistuneisuutta ei tulisi määritellä pelkästään asetetun tavoitteen saavuttamisen perusteella eikä pelkästään toimenpiteen toteuttajan saavuttaman hyödyn perusteella. Vaikka toimenpiteellä onnistutaan yhden tavoitteen saavuttamisessa, se saattaa aiheuttaa ongelmia muualla tai myöhemmissä vaiheissa. Esimerkiksi tulvavallin rakentamisella saadaan suojattua tietyn alueen rakennukset, mutta pahimmassa tapauksessa tulvavedet ohjautuvat voimakkaammin lähialueen suojaamattomille rakennuksille. Niin ikään esimerkiksi sähköisten ilmastointilaitteiden hankkiminen pidentyviin hel-lekausiin vastaamiseksi saattaa lyhyellä aikavälillä tarkasteltuna olla onnistunut sopeutumistoimenpide, mutta pidemmällä aikajaksolla niiden käyttö ei ole ilmaston kannalta kestävää.

Martens, McEvoy ja Chang (2009, 15) tähdentävät, että ilmastonmuutoksen vaikutukset kohdistuvat tulevaisuudessa yhteiskuntiin, jotka ovat hyvin erilaisia nykyisiin verrattuna. Tulevaisuuden riskejä ei siis ole mahdollista arvioida pelkästään ilmastoskenaarioiden avulla vaan myös ei-ilmastolliset skenaariot huomioiden. Kuvio 2 havainnollistaa Martensin

ym. (2009) esittämää huomiota: Siihen, minkälaisia seurauksia ilmastonmuutos yhteiskunnissa saa aikaan, vaikuttaa ilmastonmuutoksen lisäksi muutokset yhteiskunnissa, taloudessa ja luonnon ekosysteemeissä (sininen laatikko). Ilmastonmuutoksen vaikutusten seuraukset taas riippuvat alueen haavoittuvuuden tasosta, jota puolestaan pyritään jatkuvasti vähentämään sopeutumistoimenpiteitä toteuttamalla (keskimmäinen laatikko). Haavoittuvuuden taso määrittelee sen, minkälaisia haittoja tai vastaavasti mahdollisuuksia ilmastonmuutos aiheuttaa. Konkretisoituneet vaikutukset tai tieto tulevaisuuden mahdollisista vaikutuksista ohjaavat päätöksentekoa tarpeellisiin sopeutumis- ja hillintätoimenpiteisiin, jotka taas osaltaan vaikuttavat ilmastonmuutoksen vaikutuksiin tai haavoittuvuuden tasoon. Oman lisänsä kuvioon tuovat ilmastonmuutoksen kansainväliset vaikutukset, jotka voivat aiheuttaa muutoksia esimerkiksi taloudelliseen tilanteeseen tai suoraan ilmastonmuutoksen vaikutuksiin.



Kuvio 2. Ilmastonmuutos ja sopeutuminen (Ilmastonmuutoksen kansallinen sopeutussuunnitelma 2022, luonnos 22.8.2014, 5).

2.2.1 Haavoittuvuus ilmastonmuutokselle

Haavoittuvuus ilmastonmuutokselle on vaikeasti määriteltävä, mutta laajasti käytetty termi kuvaamaan sitä tasoa, jolla systeemi on kykenevä tai kykenemätön selviytymään ilmastonmuutoksen vaikutuksista – sekä pitkän ajan vaihtelusta että ääri-ilmiöistä (IPCC 2007). Wamslerin (2014, 25) mukaan systeemin haavoittuvuuden taso riippuu siitä, minkälaisille ilmastonmuutoksen vaikutuksille se altistuu, kuinka herkkä se on muutoksille sekä kuinka sopeutumiskykyinen se on vastaamaan muutokseen tai aiheutuneisiin vaikutuksiin. Hän havainnollistaa haavoittuvuuden rakentumista seuraavasti:

$$\text{Haavoittuvuus} = \text{Ilmastonmuutokselle altistuminen} \times \text{Herkkyyys} \times \text{Sopeutumiskyky}$$

Ihmisten ja luonnon haavoittuvuus ilmastonmuutokselle vaihtelee alueittain ja alueiden sisäisesti. Ilmastonmuutokselle kaikista haavoittuvimmat maat ja alueet ovat Ayersin ja Huqin (2008) mukaan useimmiten vähiten kehittyneet maat, pienet saarivaltiot sekä valtiot, joiden talous on hyvin riippuvainen ilmastolle herkistä toiminnoista, kuten esimerkiksi maataloudesta. Myös Wamsler (2014, 25) painottaa, että jotkin alueet ovat selvästi haavoittuvaisempia kuin toiset. Paikalliset erityisominaisuudet, kuten alueen rakennetun ympäristön kestävyys, alueella asuvan väestön tiheys sekä rauhan ja turvallisuuden taso luovat raameja sille, kuinka kykenevä alue on selviytymään haitallisista ilmastonmuutoksen vaikutuksista. Merkittävää on myös olemassa olevan yhteiskuntarakenteen toimivuus ilmastonmuutoksen ääri-ilmiöihin vastaamisessa sekä näiden rakenteiden toimivuus ääri-ilmiöiden vaikutuksista palautumisessa.

Adgerin ym. (2007, 18) mukaan haavoittuvuutta lisääviä tekijöitä ovat muun muassa köyhyys, sodat ja konfliktit, taudit kuten HIV, luonnonvarojen epätasaisen saatavuus, talouden epävakaa kehitys sekä epävarmuus ravinnonsaannista esimerkiksi ilmastonmuutoksen takia. Adger ym. (2007) painottavat, että haavoittuvuutta lisäävät tekijät voivat olla sekä ilmastollisia että ei-ilmastollisia. Merenranta-asumisen suosio sosiaalista statusta nostattavana tekijänä on esimerkki yhdestä ei-ilmastollisesta tekijästä, mikä voi lisätä haavoittuvuutta. Aina ilmastollisia ja ei-ilmastollisia tekijöitä ei kuitenkaan ole mahdollista erottaa toisistaan, sillä esimerkiksi köyhyys voi olla seurausta molemmista. (Adger ym. 2005, 78.)

2.2.2 Sopeutumiskykyyn vaikuttavat tekijät

Sopeutumiskyvyllä tarkoitetaan systeemin kyvykkyyttä mukautua ilmastomuutokseen joko lieventämällä potentiaalisia vahinkoja, hyödyntämällä mahdollisuuksia tai selviytymällä vaikutusten aiheuttamista seurauksista (IPCC 2007, 21). Sopeutumiskyvyn ja haavoittuvuuden välillä on vahva yhteys, sillä kuten edeltävässä luvussa todettiin, sopeutumiskyvyn kasvataminen on yksi haavoittuvuuden vähentämisen keinoista. (Wamsler 2014, 28.)

Adger ym. (2005, 79) mukaan sopeutumiskykyä kasvattavia tekijöitä ovat muun muassa

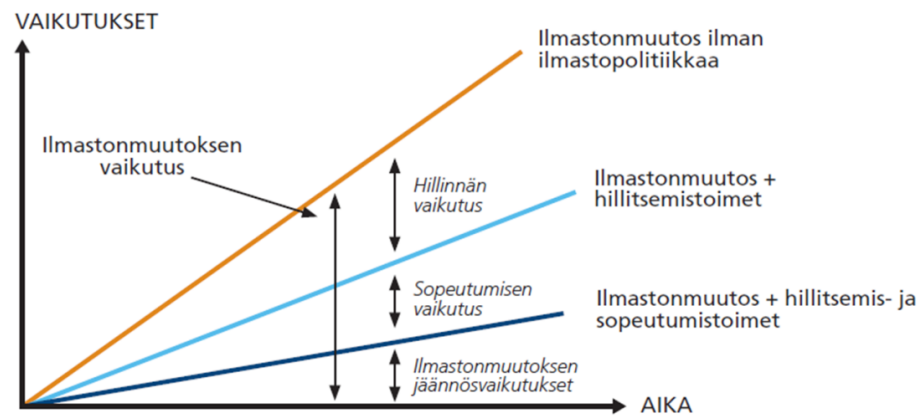
- ilmastonmuutoksesta viestiminen
- tietoisuuden lisääminen ilmastonmuutoksen potentiaalisista vaikutuksista
- hyvinvoinnin ylläpito
- omaisuuden tai maa-alueiden suojeleminen
- talouden kasvun hallitseminen
- uusien mahdollisuuksien kartoittaminen.

Merkittävimmät sopeutumiskykyyn vaikuttavat tekijät riippuvat sopeutumisen kohteen luonteesta. Esimerkiksi kaupunkialueiden sopeutumiskyvyn tasoon vaikuttavat ensisijaisesti alueen infrastruktuurin taso, käytettävissä olevat taloudelliset resurssit, teknologian kehitys, erilaisien toimielimien ja hallinnon rakenne, oikeudenmukaisuus sekä koulutuksen ja tieto-

taidon taso. Yksilön ja yhteisöjen sopeutumiskyvyn kaksi merkittävimmäksi määriteltyä tekijää taas ovat tulotaso ja koulutus. (Adger ym. 2005, 79.)

2.3 Sopeutumisen ja hillinnän välinen suhde

Euroopan unionin komission (2005) esittelemä kuvio 3 sopeutumisen, hillinnän ja vaikutusten suhteesta kuvaa, minkälainen rooli strategioilla on ilmastonmuutoksen vaikutusten konkretisoitumiseen. Hillinnän ja sopeutumisen välinen suhde voidaan nähdä toisiaan täydentävinä: mitä paremmin hillinnässä onnistutaan, sitä vähemmän tarvitaan sopeutumista. (Valtioneuvoston kanslia 2009, 114; Klein ym. 2007, 753). Hillintä ei kuitenkaan ole sopeutumista korvaava vaihtoehto, sillä jotkin ilmastonmuutoksen vaikutukset ovat jo peruuttamattomia. Sopeutuminen ei puolestaan ole hillintää korvaava vaihtoehto, sillä sopeutumisen mahdollisuudet ja keinot ovat rajalliset. (Füssel 2007, 9.)



Kuvio 3. Sopeutumisen, hillinnän ja ilmastonmuutoksen vaikutusten välinen suhde (Valtioneuvoston kanslia 2009, 114. Alkuperäinen lähde: Euroopan unionin komissio 2005).

Strategioilla on sama päämäärä, ilmastonmuutoksen haitallisten vaikutusten torjuminen, mutta käytännön tasolla toimenpiteet eivät aina ole sopusoinnussa keskenään. Sopeutumistoimenpiteiden toteuttamisella voi olla sekä positiivista että negatiivista vaikutusta hillintätavoitteisiin. Positiivista vaikutusta syntyy esimerkiksi siinä tapauksessa, jos toimenpide auttaa vähentämään kasvihuonekaasupäästöjä tai kasvattamaan hiilinieluja. Niin ikään hillintätoimenpiteet voivat edistää tai heikentää yhteiskunnan, luonnon tai yksilön kykyä sopeutua ilmastonmuutoksen vaikutuksiin. Esimerkiksi energiankulutuksen vähentämisen takia toteutettava kaupunkirakenteen tiivistäminen saattaa hankaloittaa alueen sadevesien käsittelyä ja kasvattaa tulvariskin mahdollisuutta. (Klein ym. 2007, 757.)

Sopeutumisen ja hillinnän välisestä vuorovaikutuksesta on alettu vasta viime vuosien aikana keskustella enemmän. Vuonna 2007 julkaistussa IPCC:n 4. arviointiraportin osaraportissa 2 aihetta käsitellään ensimmäistä kertaa laajemmassa mittakaavassa. Luvussa todetaan, että aihetta käsittelevä kirjallisuus on vielä melko rajoittunutta, mutta alati kasvavaa. (Klein

ym. 2007, 747.) Vuonna 2014 julkaistussa IPCC:n viidennen arviointiraportin osaraportissa 2 strategioiden välisen suhteen analysointia on jatkettu, ja sen rinnalla on huomioitu myös laajemmassa mittakaavassa kestävä kehityksen ja ilmastotavoitteiden yhteensovittaminen. (Denton ym. 2014).

2.3.1 Sopeutumisen ja hillinnän erot ja samankaltaisuudet

Sopeutumisen ja hillinnän vuorovaikutussuhteen ymmärtämiseksi on oleellista tiedostaa strategioiden merkittävimmät erot ja samankaltaisuudet. Sopeutumista ja hillintää edistetään usein samalla paikallisella ja alueellisella tasolla samojen resurssien, hyötyjen ja prioriteettien ajamina. Sopeutumiseen verrattuna hillinnän hyödyt ovat kuitenkin usein nähtävissä ajallisesti selvästi myöhemmin, ja hyödyt jakaantuvat eri tavoin: hillinnässä aina globaalisti ja sopeutumisessa usein paikallisesti. (Klein ym. 2007, 750.) Seuraavissa kappaleissa pohditaan tarkemmin strategioiden merkittävimpiä eroja ja samankaltaisuuksia. Havainnot on lisäksi tiivistetty taulukkoon 1, sivulle 11.

Martens ym. (2009, 16) painottavat, että sopeutumisella ja hillinnällä on useita yhteneväisiä tekijöitä, jotka määrittävät yhteiskuntien kykyä mukautua muuttuvaan ilmastoon ja toteuttaa päästövähennystoimia. Kummankin strategian edistäminen vaatii toimivan hallintorakenteen, teknologisia ratkaisuja, taloudellisia resursseja toimenpiteiden toteuttamiseen sekä sosiaalista pääomaa, kuten tietoja ja taitoja arvioida sopeutumis- ja hillintätarvetta. Hillinnässä erityisesti teknologiset ratkaisut ovat viimevuosikymmenien aikana olleet merkittävässä roolissa päästöjen vähentämisessä. Vaikka sopeutumisesta edistävät keinot sisältävät niin ikään teknologisia ratkaisuja, kuten tulvarakenteet tai vettä läpäisevien pinnoitteiden kehittäminen, Martensin ym. (2009) mukaan ”pehmeillä” keinoilla on sopeutumisen kentällä kuitenkin vieläkin tärkeämpi rooli. Muun muassa tietoisuuden lisäämisellä ja informaation välittämisellä tulevaisuuden muutoksista lisätään yhteiskuntien valmiutta ja halukkuutta sopeutua.

Globaali huoli ja tieto ilmastomuutoksen vaikutuksista ajavat yhteiskuntia toteuttamaan sekä hillinnän että sopeutumisen toimenpiteitä. Toteutettujen toimenpiteiden vaikutukset ja niistä saatavat hyödyt jakaantuvat kuitenkin ajallisesti ja alueellisesti eri tavoin. Hillintätoimenpiteiden hyödyt konkretisoituvat vasta vuosikymmenien päästä ja ne ovat aina globaaleja, sillä kasvihuonekaasut jakaantuvat tasaisesti kaikkialle ilmakehään. Tiettyllä alueella tehtävät päästövähennystoimenpiteet eivät siis suoraan vähennä alueelle kohdistuvia ilmastomuutoksen vaikutuksia. Tästä syystä ilmastomuutoksen hillintää ohjaavat usein kansalliset tavoitteet, jotka on johdettu kansainvälisistä sopimuksista. Hillintätoimenpiteisiin verrattuna useimpien sopeutumistoimenpiteiden vaikutukset taas ovat nähtävillä välittömästi toteuttamisen jälkeen ja hyödyt ovat lähinnä paikallisia ja alueellisia. (Klein ym. 2007, 748–750; Martens ym. 2009, 16.) Dentonin ym. (2014) mukaan hyvin haavoittuvissa maissa sopeutuminen saatetaan tämän takia nähdä yleensä kaikista ensisijaisimpana strategiana ilmastomuutokseen vastaamisessa.

Klein ym. (2007) huomauttavat, että vaikka hillintätoimenpiteiden perimäinen hyöty näyttäytyy viiveellä ja jakaantuu koko maapallolle, toimenpiteiden synnyttämät sivuvaikutukset voivat olla nopeammin havaittavissa ja ne voivat tuottaa paikallisia hyötyjä. Esimerkiksi hillintätoimenpiteillä aikaansaadut kustannussäästöt, ilmanlaadun paraneminen tai uusien innovaatioiden syntyminen voivat lisätä alueen vetovoimaisuutta, kilpailukykyä ja viihtyisyyttä tai tuottaa hyötyjä yksityisille toimijoille.

Hillintätoimenpiteiden tehokkuutta on myös helpompi mitata verrattuna sopeutumisen toimenpiteisiin. Vähennettyjä kasvihuonekaasupäästöjä voidaan yhteismitallistaa hiiliekvivalenttitonneiksi, minkä johdosta hillintätoimenpiteillä aikaansaatua ilmastovaikutus ja esimerkiksi kustannussäästöt ovat laskettavissa ja vertailtavissa. Toimenpiteiden onnistumista ja tehoa on siis mahdollista arvioida. Sopeutumistoimenpiteiden vaikutukset taas ovat vaikeammin arvioitavissa ja vertailtavissa, koska niiden tuottamia hyötyjä on vaikeampi yhteismitallistaa. Sopeutumistarvetta arvotetaan myös eri tavoin riippuen alueen sosiaalisista, ekonomisista ja poliittisista rakenteista. Esimerkiksi tietyllä alueella ajoittaista tulvimista voidaan pitää hyväksyttävänä asiana, kun taas toisaalla vastaavan tulvamäärän takia ryhdytään mittaviin toimenpiteisiin.. (Klein ym. 2007, 750.)

Taulukko 1. Sopeutumisen ja hillinnän erot ja samankaltaisuudet Martensin ym. (2009) mukaan. (Aalto-yliopisto n.d.)

	Hillintätoimet	Sopeutumistoimet
Vaikutusalue/päätöksenteon taso	Globaali – kansallinen – paikallinen	Paikallinen (lähinnä)
Vaikutuksen ajallinen näkyminen	Vuosikymmenet (maapallon keskilämpötila) – välitön (päästöseuranta)	Välitön (haavoittuvuus sääilmiöille) – vuosisadat (kestävä yhdyskuntarakenne)
Keinot vastata muutokseen	Teknologiset ratkaisut (vähäpäästöt teknologiat) – kulutuksen vähentäminen ja sen rakenteen muuttaminen – kaasunielujen ylläpito	"Pehmeät" keinot (käytäntöjen muuttaminen, tietoisuuden lisääminen) – teknologiset ratkaisut (rakenteelliset suojauskeinot)
Vastuulliset toimijat	Keskeiset päästösektorit (energiantuotanto, liikenne) – yksityiset (oma kulutus)	Haavoittuvat toimijat (useat sektorit ja aluetasot)
Toimista hyötyvät tahot	Tulevat sukupolvet (kestävä kehitys) – köyhemmät alueet ja väestöryhmät (joilla rajallinen sopeutumiskapasiteetti)	Sopeutumistoimien kohteet (välitön hyöty) – yhteiskunta (pitkällä tähtäimellä)

2.3.2 Tunnistetut suhdetyypit

Sopeutumisen ja hillinnän välisen suhteen luonne riippuu usein paikallisista olosuhteista. Vuorovaikutussuhde voi olla suoraa, kuten samojen resursien tai sidosryhmien hyödyntäminen, tai epäsuoraa, kuten toimenpiteen vaikutus toiseen esimerkiksi kaupungin budjetin jakautumisen kautta. (Klein ym. 757.) Koska tässä opinnäytteessä on keskitytty tunnistamaan toimenpiteiden välisiä suoria vaikutuksia, epäsuorien vaikutusten esittely on jätetty seuraavissa kappaleissa vähemmälle.

Sopeutumisen ja hillinnän välisien erojen ja samankaltaisuuksien pohjalta IPCC on muodostanut seuraavat neljä suhdetyyppeä strategioiden välille (Klein ym. 2007, 750):

- 1) Sopeutumiseen tähtäävät toimenpiteet, joilla on vaikutusta hillintään.
- 2) Hillintään tähtäävät toimenpiteet, joilla on vaikutusta sopeutumiseen.
- 3) Toimenpiteet, jotka sisältävät hillinnän ja sopeutumisen välisiä ristiriitoja tai synergioita.
- 4) Toiminta, jolla on vaikutusta sekä sopeutumiseen että hillintään.

Periaatteessa kaikki sopeutumistoimenpiteet vaikuttavat hillintään (suhdetyppi 1), koska kaikki toiminta tuottaa yleensä jossain elinkaaren vaiheessa päästöjä. Sopeutumiseen tähtäävät toimenpiteet, joilla on negatiivinen vaikutus hillintään, liittyvät usein raskasta rakentamista vaativiin, energiankäyttöä lisääviin toimenpiteisiin. Energiankäyttö voi olla kertaluontoista (rakentamisvaihe) tai jatkuvaa, mikäli sopeutumistoimenpiteen ylläpitoon tarvitaan energiaa. Erityisesti vesihuoltosektorilla ja rannikkoalueilla tehtävät tulvasuojelutoimenpiteet vaativat usein suuria, kertaluontoisia rakentamistarpeita. Kesäaikaisten hellejaksojen lisääntyessä taas ilmastointitarpeen kasvu voi lisätä jatkuvaa energiankäyttöä. Hillintään positiivisesti vaikuttavana toimenpiteenä voidaan nähdä esimerkiksi osana alueellista sopeutumista toteutettava metsittäminen, sillä metsät ovat tehokkaita hiilinieluja. (Klein ym. 2007, 750, 759.)

Erityisen tärkeä hillintätoimenpiteiden aikaansaama vaikutus sopeutumiseen (suhdetyppi 2) kulkee Kleinin ym. (2007) mukaan epäsuorasti luonnon monimuotoisuuden kautta. Sopeutumiseen vaikuttavat hillintätoimenpiteet liittyvätkin usein maankäyttöön ja maanpinnan muutoksiin. Esimerkiksi hiilen varastoja kasvattava metsänistutus ja uudelleenmetsittäminen voivat vaikuttaa sopeutumiseen niin positiivisesti, negatiivisesti kuin neutraalistikin. Se voi lisätä sopeutumiskykyä lisääntyneen elintilan ja monimuotoisuuden kautta. Toisaalta metsittäminen voi myös vähentää sopeutumisen mahdollisuuksia, jos sitä tehdään vähävesivaraisella alueella. Vesivarantojen liiallinen hupeneminen voi hankaloittaa kasteluveden saantia, vaikeuttaa jokien ja kosteikkojen suojelua ja aiheuttaa ongelmia ekosysteemeille. (Klein 2007, 757–758.)

Kun tietyt toimenpiteet tukevat toistensa päämääriä, puhutaan toimenpiteiden välillä olevasta synergiaedusta (suhdetyyppi 3). Synergia pohjautuu kreikan sanoihin *sunergiā* ja *synergos* – yhteistyö ja yhdessä työskentely (oxforddictionaries n.d.). Ilmastomuutoskeskustelussa synergiaedulla tarkoitetaan sellaista hillinnän ja sopeutumisen keskinäistä vuorovaikutusta, jossa niiden yhdessä tuottamat vaikutukset ovat suurempia kuin niiden yhteenlasketut vaikutukset, jos toimenpiteet toteutettaisiin erillisinä. Sopeutuminen ja hillintä voivat olla myös ristiriidassa keskenään. Tällä viitataan sellaiseen tilanteeseen, jossa toimenpiteiden samanaikainen toteuttaminen ei ole mahdollista esimerkiksi rajallisen tilan tai resurssien vuoksi. (Klein ym. 2007, 749).

2.3.3 Vuorovaikutussuhteen määrittämisen problematiikka

Samanaikaisesti, kun sopeutumisen ja hillinnän välistä suhdetta käsittelevissä tutkimuksissa korostetaan vuorovaikutussuhteen tunnistamisen mahdollistamia hyötyjä, useissa tutkimuksissa tunnistetaan sen määrittämisen monimutkaisuus ja siihen liittyvät useat epävarmuustekijät (esim. Illman ym. 2013, 22; Denton ym. 2014, 18). Klein ym. (2007, 748) aiheellisesti pohtivatkin, mikä on synergioiden luomisen potentiaali ja miten vaikutukset eroavat ajan kuluessa. Milloin ja minkälaisina yhdistelminä sopeutuminen ja hillintää pitäisi toteuttaa, kuka siitä päättää ja millä kriteereillä?

Illmanin ym. (2013, 22) mukaan synergiaetujen tarkoituksellinen etsiminen ja niihin keskittyminen ei ole automaattisesti tehokkain tapa toteuttaa ilmastomuutospolitiikkaa. Esimerkiksi kotimaisen ilmastopolitiikan koherenssin saavuttaminen ei välttämättä edistä parhaita globaaleja päästövähennystavoitteita. Toisin sanoen kaikki synergiaetuja omaavat toimenpiteet eivät suoraan ole tehokkaimpia hillintä- ja sopeutumistoimenpiteitä. (Kivimaa ym. 2012, 4.)

Kleinin ym. (2007, 749) mukaan sopeutumisen ja hillinnän vuorovaikutussuhdetta käsittelevissä tutkimuksissa ei ole vielä konsensusta siitä, onko synergioiden ja ristiriitojen tunnistamisella mahdollista saavuttaa hyötyjä. Myös Illman ym. (2012, 22) korostaa, että lisää tutkimusta tarvitaan arvioimaan synergiaetujen ja ristiriitojen olemassaoloa sekä niiden tuottamaa lisäarvoa. Klein ym. (2007, 759) tähdentävät vuorovaikutussuhteen monimutkaisuutta nostamalla esimerkiksi hillintätoimenpiteenä toteutettavan metsittämisen, jolla voi olla sekä positiivinen, negatiivinen että neutraali vaikutus sopeutumiseen riippuen alueen ekosysteemin monimuotoisuuden tilasta. Esimerkkiin kiteytyy vuorovaikutussuhteen määrittämisen haaste: Koska yksittäisen toimenpiteen vaikutus toiseen toimenpiteeseen riippuu aina sekä toimenpiteiden toteuttamistavasta, -paikasta, -ajasta ja toteuttamisen jälkeisistä toimenpiteistä, jokainen vuorovaikutussuhde on ainutlaatuinen. Lisäksi suhteen luonne voi muuttua ajan kuluessa.

Muun muassa Moser (2012) pohtii artikkelissaan syitä sopeutumisen ja hillinnän yhteyksien tutkimisen suosiolle tunnistetuista epävarmuuksista huolimatta. Hänen mukaansa esimerkiksi ilmastoneuvottelujen paikallaan junaaminen sekä samanaikaisesti alati kasvavat globaalit päästöt voivat olla merkittävä syy sille, miksi ilmastomuutoksen torjumisesta halutaan

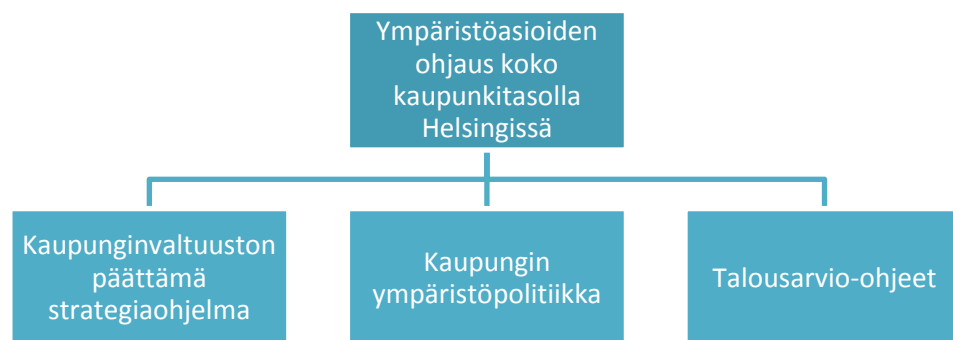
tehdä enemmän houkuttelevampaa. Mahdollisuudet win-win-tilanteisiin, kustannussäästöjen syntymiseen tai päällekkäisen työn välttämiseen herättävät paremmin mielenkiinnon kuin pelkkä keskustelu ilmastonmuutoksen torjumisesta.

3 YMPÄRISTÖTAVOITTEET HELSINGIN KAUPUNGISSA

Opinnäytteessä tarkastellaan sopeutumis- ja hillintätoimenpiteiden yhteyksien lisäksi sitä, miten sopeutumistoimenpiteet vaikuttavat Helsingin kaupungin ympäristötavoitteisiin ympäristöpolitiikan neljän osa-alueen näkökulmasta. Tässä luvussa esitellään ympäristöpolitiikan tarkoitus ja sen sijoittuminen kaupungin ympäristöasioiden ohjaukseen, sekä käsitellään tarkemmin tavoitteiden sisältöä. Lisäksi luvussa 3.2. perehdytään kaupungin ilmastomuutoksen sopeutumistyön tämänhetkiseen tilanteeseen.

3.1 Ympäristöpolitiikka ja sen tavoitteet

Ympäristöpolitiikka on kaupungin ylimmän johdon asettama yleinen tavoitekokonaisuus, joka toimii ympäristöjohtamisen välineenä yhdessä valtuustokausittain muodostettavan strategiaohjelman ja kaupunginhallituksen hyväksymien talousarvio-ohjeiden kautta (kuvio 4). Ympäristöpolitiikka ohjaa osaltaan kaupungissa toteutettavien ympäristötoimenpiteiden, kuten erilaisien ohjelmien ja strategioiden, laadintaa ja konkreettisten toimenpiteiden toteuttamista. (Helsingin kaupunki 2012c; 2013b, 5.)



Kuvio 4. Ympäristöpolitiikka on yksi kolmesta ympäristöasioita ohjaavasta tekijästä koko Helsingin kaupungin tasolla. Tärkein ympäristöjohtamisen väline on strategiaohjelma. (Helsingin kaupunki 2012c).

Helsingin kaupungin kolmas ympäristöpolitiikka hyväksyttiin kaupunginvaltuustossa syyskuussa 2012. Sen tarkoituksena on täsmentää kaupungin strategiaohjelman ympäristöön liittyviä tavoitteita sekä asettaa tavoitteita niille ympäristön osa-alueille, joita strategiaohjelmassa ei käsitellä. Tällä hetkellä toteutettava ympäristöpolitiikka täsmentää valtuustokaudelle 2009–2012 laaditun strategiaohjelman tavoitteita. Kaupungin ympäristöpolitiikan toteuttaminen on strategiaohjelman tavoin kaupungin kaikkien hallintokuntien vastuulla, ja sen toteutumisen seuranta on liitetty osaksi kaupungin vuosittaista ympäristöraportointia. (Helsingin kaupunki 2012a, 4-8; 2012b, 5; 2013b.)

Ympäristöpolitiikan tavoitteet on jaettu kahdeksaan osa-alueeseen, jotka ovat: 1) ilmastonsuojelu, 2) ilmansuojelu, 3) meluntorjunta, 4) vesiensuojelu, 5) luonnon ja maaperän suojelu, 6) hankinnat, jätteet ja materiaalihokkuus, 7) ympäristötietoisuus ja -vastuullisuus sekä 8) ympäristöjohtaminen ja kumppanuudet. Jokaista osa-aluetta koskevat tavoitteet on jaettu

keskipitkän ja pitkän aikavälin tavoitteisiin, missä keskipitkä aikaväli ulottuu noin vuoteen 2020 ja pitkä aikaväli noin vuoteen 2050. (Helsingin kaupunki 2012a, 4.)

Seuraavissa alaluvuissa esitetään ilmastonsuojelun, ilmansuojelun, melun-
torjunnan, vesiensuojelun sekä luonnon ja maaperän suojelun osa-alueisiin
liittyvät keskeisimmät keskipitkän ja pitkän aikavälin tavoitteet. Lisäksi
luvuissa tiivistetään osa-alueiden tämänhetkinen tila ja siihen keskeisesti
vaikuttavat tekijät Helsingissä. Ympäristöpolitiikan muita osa-alueita ei
tässä yhteydessä käsitellä, sillä ne on rajattu toimeksiantajan toiveesta työn
varsinaisen tutkimusosuuden ulkopuolelle.

3.1.1 Ilmastonsuojelu

Helsingissä merkittävimmät kasvihuonekaasupäästölähteet ovat sähkön- ja
lämmönkulutus sekä liikenne: vuonna 2011 päästöistä 97 prosenttia oli pe-
räisin näistä lähteistä. Kasvussa ollut sähkönkulutus taittui laskuun vuoden
2007 jälkeen ja liikenteen päästöt puolestaan vuonna 2003. Lämmityksen
aiheuttamat päästöt ovat vähentyneet tasaisesti vuodesta 1990 – merkittä-
vänä syynä tähän on ollut kivihiilen osittainen korvaaminen maakaasulla.
Vuonna 2013 kaupungin kokonaispäästöt olivat pienentyneet 21 prosenttia
vuoden 1990 tasosta. (Lukin & Huuska 2013, 193–194; Huuska, henkilö-
kohtainen tiedonanto 11.8.2014.)

Ilmastonsuojelun keskipitkän aikavälin tavoitteena on integroida ilmas-
tonmuutokseen sopeutuminen kaikkien hallintokuntien toimintaan. Hillin-
nän osalta tavoitellaan uusiutuvan energian osuuden nostamista 20 pro-
senttiin, kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistä 30 prosentilla vuoden
1990 tasoon verrattuna sekä energiatehokkuuden kasvattamista 20 prosen-
tilla vuoden 2005 tasoon verrattuna. Pitkällä aikavälillä eli vuoteen 2050
mennessä kaupungin tavoitteena on hiilineutraalius. (Helsingin kaupunki
2012a, 4.)

3.1.2 Ilmansuojelu

Helsingissä ilmanlaatuongelmia aiheuttavat liikenteen päästöt, katupöly,
alueelle kaukokulkeutuvat pienhiukkaset ja otsoni, sekä paikallisia haittoja
synnyttävä puun pienpoltto pientaloalueilla. Lähinnä vilkkaiden väylien
varret sekä korkeiden rakennusten reunustamat vilkasliikenteiset kadut
ovat Helsingissä ongelmallisia paikkoja, joissa EU:n asettamat ilmanlaa-
dun raja-arvot paikoin ylittyvät. Ilmanlaatua pyritään parantamaan tehok-
kaalla katujen puhdistuksella ja liikennettä vähentämällä. (Lukin & Huus-
ka 2013, 196–197.)

Ilmansuojelun keskipitkän aikavälin tavoitteena on, että ilmanlaadun ta-
voitearvoja tai kansallisia ohjearvoja ei ylitetä. Raja-arvoja, jotka määrit-
tävät suurimmat hyväksyttävät pitoisuudet esimerkiksi hengitettäville
hiukkasille, pienhiukkasille ja typpidioksidille, ei tavoitteiden mukaan tu-
lisi ylittää enää vuoden 2015 jälkeen. Pitkän aikavälin tavoitteiksi on ase-
tettu, että liikenteen pakokaasut tai uusiutuvan energian kuljetus (esim.

biopolttoaineet) ja käyttö (esim. pienpoltto) eivät heikennä ilmanlaatua. Lisäksi hengitettävien hiukkasten vuorokausiraja-arvotason ylittävien vuorokausien lukumäärän tulisi puolittua sallitusta tasosta eli jäädä alle 18 päivään vuodessa. (Helsingin kaupunki 2012a, 5.)

3.1.3 Meluntorjunta

Meluhaittoja aiheuttavat Helsingissä erityisesti tie- ja katuliikenne, mutta myös erilaiset tapahtumat ja rakentaminen. Melulle altistuminen on viime vuosien aikana lisääntynyt johtuen melualueille rakentamisesta, lisääntyneistä liikennemääristä sekä melualueiden laajenemisesta. Merkittävimmät meluntorjuntakeinot Helsingissä ovat melusteiden rakentaminen, hiljaisien päällysteiden asentaminen ongelmallisiin kohtiin, ilmoitus- ja lupamennettelyt tapahtumien yhteydessä, sekä ylipäänsä melun synnyn ehkäisy muun muassa alueiden suunnittelulla ja nopeusrajoituksilla. (Lukin & Huuska 2013, 199.)

Meluntorjunnassa keskipitkän aikavälin tavoitteet on asetettu koskemaan vanhoja alueita ja toimipisteitä. Tavoitteena on pienentää melulle altistuvien määrää ja minimoida erityisen voimakkaalle melulle altistuvat. Tavoitteiden toteutuminen tarkoittaa, että yli 55 desibelin melualueella asuvien määrä on vuoden 2003 tasoon nähden vähintään 20 prosenttia pienempi, ja että kaikilla alueilla keskiäänitaso on päiväaikaan alle 70 ja yöaikaan alle 65 desibeliä. Lisäksi päiväajan keskiäänitaso 60 desibeliä tulee alittaa kaikilla herkimpien väestöryhmien toimipisteiden alueella, kuten koulujen, vanhainkotien ja päiväkotien oleskelualueilla. Pitkän aikavälin tavoitteena on, että ihmiset eivät altistu terveyteen haitallisesti vaikuttavalle pitkäaikaiselle melulle. Myöskään ympäristömelun ohjearvoja ei saa ylittää. (Helsingin kaupunki 2012a, 5.)

3.1.4 Vesiensuojelu

Ravinnekuormituksen osalta Helsingin rannikkovesien tilaan vaikuttaa sinne kulkeutuvan typen ja fosforin määrä. Helsingin edustan ravinnekuormasta 60 prosenttia on peräisin Vantaanjoesta, joka kuljettaa erityisesti ravinnevalumia pelloilta sekä tiivistä rakennettujen asuinalueiden hulevesiä eli poisjohdettavia sade- ja sulamisvesiä. Ennen mereen ohjaamista jätevedestä saadaan kehittyneiden puhdistusmekanismien avulla eroteltua merkittävä osa ravinteista: esimerkiksi vuonna 2011 saatiin puhdistettua 95 prosenttia fosforista ja 90 prosenttia typestä. Tärkein haaste vesiensuojelussa on vesistöjen rehevöitymistä aiheuttavan ravinnekuormituksen vähentäminen, mikä edellyttää erityisesti maataloudesta tulevan kuormituksen vähentämistä. (Lukin & Huuska 2013, 197; Helsingin kaupunki 2012b, 24.)

Keskipitkällä aikavälin tavoitteet keskittyvät vesiensuojelun osalta Itämeren ja pintavesien suojeluun. Itämeren suojelussa tavoitteena on, että Helsingin edustan meriympäristö sekä rannikkovesimuodostumat ovat saavuttaneet hyvän tilan vuoteen 2020 mennessä. Lisäksi tavoitellaan, että Helsingin oma asutuille rannoille suuntautuva öljyntorjunta sekä kaupungin

antama öljyntorjunta-apu Itämeren saaristoon on vaikuttavaa ja tehokasta. Pintavesien suojelussa tavoitteeksi on asetettu poistaa kalojen nousuesteet, rakentaa keskitetty vesihuolto merkittävimpiin virkistysaariin, vähentää sekaviemäriverkoston ylivuotojen määrää 20 prosentilla vuodesta 2012, sekä suojella rantoja tehokkaalla öljyntorjunnalla ja puhdistustoiminnalla. (Helsingin kaupunki 2012a, 6.)

Pitkän aikavälin tavoitteena on puolittaa sekaviemäriverkoston ylivuotojen määrä sekä tehokkaalla öljyntorjunnalla estää öljyn pääsy asutuille rannoille. Lisäksi tavoitteena on vähentää Helsingin ravinnekuormitusta vesistöihin ja tehostaa samalla ravinteiden hyötykäyttöä. (Helsingin kaupunki 2012a, 6.)

3.1.5 Luonnon ja maaperän suojelu

Helsingin luonto on monimuotoinen, vaikka sitä osittain heikentää monin paikoin heikentyneet maaperän luontaiset toiminnot. Maaperän pilaantuneisuus kaupungissa johtuu erityisesti vanhoista ranta-alueiden täytöistä ja kaatopaikoista sekä entisistä teollisuusalueista. Haasteita Helsingin luonnon monimuotoisuuden säilymiseen ja ekosysteemipalvelujen turvaamiseen tuo ilmastonmuutoksen vaikutusten lisäksi kaupunkirakenteen tiivistämistavoitteet. (Helsingin kaupunki 2012b, 25–26.)

Luonnon osalta keskipitkän aikavälin tavoitteena on kattavan viheralueverkoston ekologisen toimivuuden varmistaminen. Tavoitteena on myös säilyttää vakiintuneet luontotyypit ja eliölajit sekä turvata kulttuuriympäristöjen luonnon monimuotoisuus niiden pitkäjänteisellä kunnostamisella ja hoitamisella. Viheralueiksi kaavoitettujen alueiden rakentaminen on tavoitteena kompensoida muun muassa parantamalla viheralueiden ekologisuutta tai luomalla uusia lähiviherympäristöjä. Pitkän aikavälin tavoitteeksi on asetettu kaupunkiluonnon monimuotoisuuden ja erityispiirteiden säilyminen myös kaupungin tiivistyessä. (Helsingin kaupunki 2012a, 6.) Maaperään liittyvät keskipitkän aikavälin tavoitteet ovat kunnostaa kaupungin alueella olevat vanhat kaatopaikat, turvata merkittävien geologisen kohteiden säilyminen sekä turvata maaperän luontainen toiminta viheralueilla. Pitkän aikavälin tavoitteena on viimeistään rakentamisen yhteydessä kunnostaa kaupungin alueella oleva pilaantunut maaperä siten, että siitä ei ole haittaa terveydelle tai ympäristölle. (Helsingin kaupunki 2012a, 6–7.).

3.2 Ilmastonmuutokseen sopeutuminen

Ruosteenojan (2014, 1) koostaman arvion mukaan sadepäivien määrä ja sateiden intensiivisyys kasvavat ilmastonmuutoksen myötä Helsingin seudulla erityisesti talviaikaan, ja talvella saadaan myös nykyistä vähemmän auringonpaistetta. Lämpötila nousee kaikkina vuodenaikoina, mutta tässäkin tapauksessa enemmän talvella kuin kesällä. Kesällä lämpötilojen vaihtelevuus pysyy suunnilleen entisellään tarkoittaen sitä, että korkeimmat lämpötilat kohoavat samassa suhteessa keskilämpötilan kohoamisen kanssa. Runsaslumisia ja -jäisiä talvia on vielä lähivuosisikymmenien aikana

odotettavissa, mutta keskimäärin jään pinta-ala ja paksuus merellä pienenevät. Ilmatieteen laitoksen mukaan merenpinnan nousuarviot ovat vielä epävarmoja, mutta joka tapauksessa pinta nousee. Positiivisimman arvion mukaan merenpinta nousee vuosina 2000–2100 30 senttimetriä ja pahimman arvion mukaan jopa 90 senttimetriä. (Ilmatieteen laitos n.d.)

Kuten edellä esitellyistä arvioista voi havaita, ilmastonmuutoksen lyhyen aikavälin vaikutukset liittyvät Helsingissä suurelta osin sadannan lisääntymisen ja merenpinnan kohoamisen aiheuttamiin vaikutuksiin. Vuonna 2012 julkaistussa raportissa ”Keinoja ilmastonmuutokseen sopeutumiseksi Helsingin kaupungissa” (Viinanen & Yrjölä 2012) on arvioitu tulevia tarpeita ja haasteita sopeutumisessa. Hulevesiin ja tulviin liittyvien toimenpiteiden lisäksi kaupungin tulee varautua erityisesti rakennusten kosteusvaurioiden lisääntymiseen, energianjakelun turvaamiseen sekä äärevöityvien sääilmiöiden aiheuttamiin häiriöihin. Kaupungin voimakas kasvu ja olemassa olevan kaupunkirakenteen tiivistäminen saattavat myös lisätä kaupungin haavoittuvuutta ilmastonmuutoksen vaikutuksille. Helsingin uutta yleiskaavaa suunnitellaan nyt sillä oletuksella, että kaupungin väestö kasvaa 250 000 hengellä vuoteen 2050 mennessä. (Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto 2013.)

Ilmastonmuutoksen sopeutumistoimenpiteiden toteuttaminen on pääosin Helsingin kaupungin vastuulla olevaa toimintaa, jota osaltaan ohjaavat vuonna 2012 voimaantullut pääkaupunkiseudun kuntien yhteinen sopeutumisstrategia sekä kansallisen tason ohjaus. (Viinanen & Yrjölä 2012, 5; ks. myös HSY 2012.) Kaupungilla ei ole erillistä sopeutumisstrategiaa, vaan toimenpiteitä on toteutettu erillisten ohjelmien, erityisesti kaupungin hulevesi- ja tulvastrategioiden kautta. Sopeutuminen on huomioitu ensimmäistä kertaa Helsingin kaupungin tämänhetkisessä strategiaohjelmassa, joka hyväksyttiin vuonna 2012 valtuustokaudeksi 2013–2016. Ohjelmaan on kirjattuna, että ilmastonmuutoksen hillintätoimenpiteiden lisäksi Helsinki sopeutuu muutokseen muun muassa varautumalla sään ääri-ilmiöihin, ottamalla tarpeelliset tilavaraukset huomioon kaupunkisuunnittelussa, parantamalla lumen, tulvien ja hulevesien hallintaa sekä kompensoimalla rakennettujen alueiden hiilidioksidipäästöjä istuttamalla monipuolista kasvillisuutta. (Helsingin kaupunki 2013, 21.) Kuten luvussa 3.1.1 todettiin, myös ympäristöpolitiikassa on asetettu päämääriä kaupungin sopeutumistyölle: keskipitkän aikavälin tavoitteena on integroida ilmastonmuutokseen sopeutuminen kaikkien hallintokuntien toimintaan.

Vuonna 2013 toteutettiin Helsingin, Lahden ja Turun kaupunkien välinen vertaisarvio, jossa arvioitiin kaupunkien ilmastopolitiikkaa ja hulevesien hallintaa osana ilmastonmuutokseen sopeutumista (Salminen 2013). Arvioinnin tulosten mukaan keskeisinä haasteina Helsingin kaupungin ilmastonmuutostyön onnistumiselle ovat laajat tavoitekokeemat, jotka ovat koordinoinnin puutteen takia osittain päällekkäisiä. Kaupungissa tehtäviä toimenpiteitä tulisi priorisoida ja vastuuttaa selkeämmin, sekä muodostaa yhteinen linja sille, millä aikataululla toimenpiteitä toteutetaan. Myös viestintää ja tietoa ilmastonmuutoksen vaikutuksista ja siihen sopeutumisen mahdollisuuksista tulisi lisätä.

4 TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN

Työn tutkimustehtäväksi asetettiin tunnistaa Helsingin kaupungin ilmastomuutoksen sopeutumis- ja hillintätoimenpiteiden välisiä yhteyksiä. Keskeisenä tavoitteena oli tunnistaa mahdollisia ristiriitoja eri toimenpiteiden ja tavoitteiden välillä sekä vastaavasti löytää potentiaalisia synergiaetuja, joita tiettyjen toimenpiteiden yhteisvaikutus voi synnyttää. Toisena tutkimustehtävänä oli selvittää, miten sopeutumistoimenpiteet vaikuttavat kaupungin ympäristöpolitiikan tavoitteisiin.

Opinnäytteellä pyrittiin vastaamaan seuraaviin kysymyksiin:

- 1) Ovatko *Helsingin kaupungin sopeutumisen ja hillinnän toimenpiteet* vuorovaikutuksessa keskenään, ja jos ovat, millä tavalla?
- 2) Vaikuttavatko *sopeutumisen toimenpiteet Helsingin kaupungin ympäristöpolitiikan tavoitteisiin* ilmansuojelun, meluntorjunnan, vesiensuojelun sekä luonnon ja maaperän suojelun osalta, ja jos vaikuttavat, millä tavalla?

Tutkimus toteutettiin kvalitatiivisena eli laadullisena tapaustutkimuksena, jonka tutkimusmenetelminä käytettiin kirjallisuuskatsausta sekä haastatteluja. Tarkastellut toimenpiteet ja tavoitteet määräytyivät toimeksiantajan kautta. Tutkimusaineisto sisälsi 13 sopeutumisen ja 19 hillinnän toimenpidettä sekä ympäristöpolitiikan neljää osa-aluetta koskevat tavoitteet. Aineisto esitellään luvussa 3.2.

4.1 Tutkimusmenetelmät

Tutkimusmenetelmä valitaan aina työn tarkoituksen mukaan – mitkä metodit tuovat parhaan vastauksen asetettuun tutkimusongelmaan. Perinteisesti tutkimukset on jaettu kahteen eri suuntaukseen: kvalitatiiviseen eli laadulliseen ja kvantitatiiviseen eli määrälliseen tutkimukseen. Vaikka suuntauksilla on omia tunnusomaisia piirteitään, niitä on käytännössä vaikea tarkkarajaisesti erottaa toisistaan. (Hirsjärvi, Remes & Saajavaara 2013, 135–137.)

Tämä tutkimus toteutettiin kvalitatiivisena tapaustutkimuksena. Tapaustutkimukselle tyypillisesti tutkimuskohteena oli yksittäinen joukko tapauksia, ja tutkimuksella ei niinkään ensisijaisesti pyritty yleistettävään tietoon, vaan tavoitteena on lisätä ymmärrystä nimenomaan Helsingin kaupungin ilmasto- ja ympäristötavoitteiden vuorovaikutuksesta. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka n.d.) Kvalitatiiviselle tutkimukselle on ominaista kohteen tutkiminen mahdollisimman kokonaisvaltaisesti. Kun tutkitaan laadullisilla menetelmillä, tavoitteena on usein kuvailla todellista elämää ja ennemminkin löytää ja paljastaa tosiasioita kuin testata teoriaa. (Hirsjärvi ym. 2013, 161, 164.) Kvalitatiivisilla menetelmillä voidaan siis saada tuloksena tiettyyn aikaan ja paikkaan rajoittuvia ehdollisia selityksiä. Tapauksia ei ole tarkoitus yleistää, vaan ne tulee käsittää ainutlaatuisina ja tulkita aineistoa sen mukaan.

Kaupungin toimenpiteiden ja tavoitteiden välisien yhteyksien alustava tunnistus toteutettiin kirjallisuuskatsauksen pohjalta. Koska erityisesti so-

peutumisen ja hillinnän välisen suhteen tutkimus on vielä melko nuorta ja aihetta käsittelevä kirjallisuus ei ole vielä kovin järjestäytynyttä, katsaus päätettiin toteuttaa kuvailevan kirjallisuuskatsauksen periaatteita mukailleen. Salmisen (2011, 6–7) mukaan tätä kirjallisuuskatsauksen perustyyppiä käytetään silloin, kun tarkoituksena on tiivistää aiemmin tehtyjä tutkimuksia, mutta samalla havainnoida tutkittavaa ilmiötä laaja-alaisesti ja tarpeen mukaan luokitella ilmiön ominaisuuksia. Tässä työssä ei tuotettu perinteistä kirjallisuusraporttia käsiteltävästä aiheesta, vaan kerättyä tietoa sovellettiin suoraan Helsingin kaupungin toimenpiteiden ja tavoitteiden välisien yhteyksien tunnistamiseen.

Systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen tai meta-analyysiin verrattuna kuvaileva katsaus on metodisesti kevyin kirjallisuuskatsauksen muoto, jossa päämääränä on hyödyntää tutkimuksessa mahdollisimman kattavaa otosta aihetta käsittelevää kirjallisuutta (Salminen 2011, 7). Ensisijaisina lähdemateriaaleina kirjallisuuskatsauksessa käytettiin vuosien 2007–2014 välillä julkaistuja tieteellisiä tutkimuksia, eri tutkimuslaitosten ja virallisten organisaatioiden julkaisuja sekä toimeksiantajalta saatua materiaalia. Tiedon hakukanavina hyödynnettiin erityisesti Hämeen ammattikorkeakoulun ja Helsingin yliopiston tietokantoja sekä Internet-hakua. Ennen vuotta 2007 julkaistu aineisto rajattiin sopeutumisen ja hillinnän yhteyksien osalta tutkimuksesta pois, sillä kuten IPCC ilmastonmuutostutkimusta yhteen koavassa vuoden 2007 raportissa totesi, melko suppea aihetta käsittelevä kirjallisuus on vasta hiljalleen lisääntymässä (Klein 2007, 747).

Kirjallisuuskatsauksen perusteella tehdyn toimenpiteiden ja tavoitteiden välisien yhteyksien tunnistamisen jälkeen suoritettiin lisäksi haastattelut, joilla pyrittiin syventämään tietoa Helsingin kaupungin erityispiirteistä ja toimintatavoista sekä ympäristöpolitiikan tavoitteiden toteuttamiskeinoista. Viisi noin 45 minuuttia kestävää haastattelua toteutettiin kesän 2014 aikana. Haastateltavat – Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen ilmaston-, vesien-, luonnon ja maaperän suojelun sekä meluntorjunnan ja ilmansuojelun asiantuntijat – määriteltiin yhdessä toimeksiantajan kanssa.

Haastattelut toteutettiin teemahaastattelulle ominaisesti niin, että haastattelun aihepiirit ovat tiedossa, mutta kysymysten tarkka muoto ja järjestys puuttuvat (Hirsjärvi ym. 2013, 208). Tässä tapauksessa kullakin haastateltavalla oli kuitenkin oma teema – esimerkiksi vesiensuojelun asiantuntijan kanssa keskityttiin vesiensuojelun tavoitteiden ja sopeutumistoimenpiteiden väliseen yhteyteen. Käytännössä haastattelutilanteet toteutettiin tarkastelemalla taulukkoa, johon oli koottuna kirjallisuuskatsauksen pohjalta tunnistetut yhteydet. Jokainen yhteys käytiin haastateltavan kanssa läpi, ja yhteyden luonteesta riippuen haastateltavalle tehtiin tarkentavia kysymyksiä aiheesta. Kysymyksillä pyrittiin syventämään tietoa erityisesti siitä, mikä merkitys tunnistetulla yhteydellä on Helsingin kaupungissa kaupungin erityispiirteet ja toimintatavat huomioiden. Tunnistettujen yhteyksien läpikäynnillä haluttiin siis varmistaa, että tutkimusaineisto eli Helsingin kaupunkia koskevien toimenpiteiden ja tavoitteiden sisältö oli sisäistetty ja sitä oli tulkittu oikein. Asiantuntijoiden havainnot ja kommentit yhteyksistä kirjattiin muistiinpanoina ylös ja niitä hyödynnettiin analyysivaiheessa.

4.2 Tutkimusaineisto

ILKKA-hankkeessa toteutettiin keväällä 2014 Helsingin sopeutumisen toimenpiteiden priorisointityöpajat, joiden tuloksena määriteltiin kaupungille ensisijaisimpia ilmastonmuutokseen sopeutumisen toimenpiteitä. Kevään 2014 aikana saatettiin myös loppuun kaupungin toteuttama Helsingin 30 prosentin päästövähennysselvitys, jossa määriteltiin sellaisia hillintätoimenpiteitä, joiden avulla kaupunki voisi yltää hiilineutraaliustavoitteesensa vuoteen 2050 mennessä. (Ks. Haapala & Järvelä 2014; Ryynänen ym. 2014.)

Työssä tarkasteltavat sopeutumis- ja hillintätoimenpiteet määräytyivät edellä mainituista selvityksistä. Sopeutumisen priorisointityöstä tarkastelussa oli mukana 13 toimenpidettä ja päästövähennysselvityksestä 19 hillintätoimenpidettä. Toimenpiteet ja niiden kuvaukset esitellään taulukoissa 2 ja 3 (s. 23–25). Toimenpiteet ovat numeroituna taulukkoon, mutta ne eivät ole ensisijaisuusjärjestyksessä. Numerointia hyödynnetään tuloksia tarkasteltaessa.

Kolmas tutkimusaineisto, Helsingin kaupungin ympäristöpolitiikan tavoitteet meluntorjunnan, ilmansuojelun, vesiensuojelun sekä luonnon ja maaperän osalta, määräytyivät kaupungin vuonna 2012 voimaan astuneesta ympäristöpolitiikasta. Tavoitteet on esitelty tarkemmin luvussa 4. Ympäristöpolitiikan neljä muuta osa-aluetta rajattiin tutkimuksen ulkopuolelle, sillä ympäristökeskuksen asiantuntijoiden mukaan näiden osa-alueiden ja sopeutumisen välillä ei ole aiemmissa yhteyksissä havaittu merkittävää yhteyttä.

Taulukko 2. Työssä tarkasteltavat sopeutumistoimenpiteet ja niiden kuvaukset (Haapala & Järvelä 2014).

Sopeutumisen toimenpide		Kuvaus
S1	Viheralueverkoston säilyttäminen	Varmistetaan viheralueverkoston (sekä pitkittäinen että poikittainen) säilyminen ja sen kasvattaminen.
S2	Luonnonhoidon kehittäminen	Kehitetään luonnonhoitoa muuttuviin ilmasto-oloihin sopivaksi.
S3	Vesistöjen ravinnekuorman vähentäminen	Ennakoidaan lisääntyvän sadannan aiheuttaman lisääntyvän huuhtouman vaikutuksia vesistöihin parantamalla vesiensuojelutoimenpiteitä.
S4	Viherrakenteiden lisääminen kaupunkiympäristöön	Lisätään erilaisia viherrakenteita, kuten viherkattoja, -seiniä ja katupuita kaupunkiin. Hulevesien hallinnan lisäksi viheralueet viilentävät katualueita.
S5	Vesistöjen saastumisen ehkäisy hulevesitulvien aikaan (jätevedenpuhdistamot)	Huomioidaan lisääntyvän sadannan vaikutus ja kehitetään erityisesti jätevedenpuhdistamojen toimintaprosesseja, jotta jätevesiä ei ohjautuisi puhdistamatta luonnonvesistöihin hulevesitulvien aikaan.
S6	Globaaleihin ilmastovaikutuksiin varautuminen suunnittelussa	Huomioidaan pitkántähtäimen suunnittelussa globaalit ilmastovaikutukset ja niiden vaikutus Helsingin kaupungille (esim. raaka-aineiden hinta, pakolaisuus, eriarvioistuminen, köyhyys).
S7	Varautuminen uusien tautien leviämiseen	Otetaan huomioon kaupungin valmiussuunnittelussa se, että ilmastonmuutoksen myötä tietyt taudit saattavat yleistyä tai levitä helpommin.
S8	Hulevesien luonnonmukainen hallinta ensisijainen hallintamenetelmä yleisillä alueilla	Käytetään yleisillä alueilla, kuten puistoissa ja katualueilla, ensisijaisena hulevesien hallintamenetelmänä luonnonmukaisia keinoja (esim. viivytyspainanteet, kosteikot).
S9	Tulvariskialueiden ja tulvaherkkien alueiden rakentamatta jättäminen	Vältetään tulvalle alttiiden alueiden raskasta rakentamista. Sijoitetaan näille alueille esimerkiksi viheralueita.
S10	Tonttikoon optimointi	Kehitetään tonttien suunnittelua niin, että pinta-alaa riittää tarpeeksi kasvillisuudelle ja luonnonmukaisille hulevesien hallintamenetelmille. Vältetään kansipihojen toteuttamista lisäämällä esimerkiksi rakennuksien kerroksia.
S11	Tilavarauksen huomiointi hulevesille ja lumelle kaavoituksessa	Suunnitellaan hulevesien ja lumen säilytys- ja käsittelypaikat jo kaavoituksen yhteydessä ja varataan tarpeellinen tila kaavaan.
S12	Ilmastonkestävän energiaverkoston rakentaminen ja ylläpito (kaukolämpö, sähkö, jäähdytys)	Otetaan energiaverkoston rakentamisessa ja ylläpidossa huomioon lisääntyvä sateisuus, tulvien mahdollisuus sekä äärevöityvät sääilmiöt.
S13	Hulevesien luonnonmukainen hallinta ensisijainen hallintamenetelmä tontilla	Käytetään tonttipihoilla ensisijaisena hulevesien hallintamenetelmänä luonnonmukaisia keinoja (esim. viherkatot, viivytyspainanteet, kosteikot).

Taulukko 3. Työssä tarkasteltavat hillintätoimenpiteet ja niiden kuvaukset (Ryynänen ym. 2014.)

Hillinnän toimenpide	Kuvaus
H1 Rakennusten päästöt huomioon ottava maankäytön suunnittelu	Kaupunki ottaa kaikessa maankäytön suunnittelussa huomioon rakennusten sijoittelun, muodon ja suuntauksen vaikutukset energiankulutukseen.
H2 Energiarenessanssi	Tunnistetaan lupaavimmat alueet energiatehokkuuden parantamiselle, aktivoidaan alueiden sidosryhmiä energiatehokkuuden parantamiseen ja suunnitellaan aluekohtaisia yhteisperuskorjaushankkeita.
H3 Edulliset rahoitusratkaisut energiaviisaille korjauksille	Kaupunki perustaa rahaston, jolla rahoitetaan kannattavia energiatehokkuuskorjaushankkeita. (H2-toimenpiteen alatoimenpide)
H4 Rakennusten energiatehokkuuspotentiaalin tunnistus ja informointi	Suoritetaan loppuun rakennuskannan lämpökamerakuvaus lämpöhukkarakennuksien tunnistamiseksi. Selvitetään asuinrakennuksiksi muutettavissa olevien toimitilojen määrä ja sijainnit. (H2-toimenpiteen alatoimenpide)
H5 Kaupungin oman vähäpäästöisen rakentamisen tehostaminen	Panostetaan päästöjä vähentäviin ratkaisuihin uudis- ja korjausrakentamisen hankkeissa. Toteutetaan kaikki päästöjä vähentävät hankkeet, mikäli ne ovat kannattavia teknisen käyttöiän puitteissa.
H6 Vähäpäästöisten teknologioiden kokeilut ja kehitys	Kokeilua ja kehitystä toteutetaan aiempaa enemmän kaupungin vetämänä tai tukemana. Hyödynnetään Ilmastokumppanit -verkostoa uusien ratkaisujen kehittämisessä ja käyttöönotossa.
H7 Informaation jakaminen, työkalut ja vähäpäästöisyyteen kannustaminen	Tarjotaan aktiivisemmin olemassa olevia vähäpäästöiseen toimintaan suunniteltuja palveluja yrityksille ja taloyhtiöille, sekä tarjotaan kuntalaisille energianeuvontapalvelua. Varmistetaan, että vähäpäästöisyys on osana perusopetusta.
H8 Kaupungin omat vähäpäästöiset hankinnat	Kaupunki laatii hankintaohjeet, joiden avulla minimoidaan omien hankintojen päästövaikutukset. Päästöt huomioidaan myös rakentamisessa, julkisen liikenteen kilpailutuksissa ja Helsingin Energian kehitysohjelmassa.
H9 Liikenteen päästöjä vähentävä maankäytön suunnittelu	Hyvien joukkoliikenneyhteyksien varsilla olevaa kaupunkirakennetta tiivistetään, ja hyvät joukkoliikennepalvelut varmistetaan uusilla alueilla. Tehokkaan joukkoliikenteen alueella autopaikkamäärän laskentaohjeet tarkistetaan ja uusilla alueilla paikkoja osoitetaan nykyistä vähemmän.
H10 Pyöräilyn kulkutapaosuuden lisääminen	Rakennetaan uusia pääväyliä, parannetaan nykyisiä pyöräilyteitä ja niiden talvikunnossapitoa. Pyöräilyn hyvät yhteydet asemille ja palveluihin asetetaan ensisijalle kaavoituksessa. Kehitetään pyöräpysäköintiä.
H11 Joukkoliikenteen kulkutapaosuuden lisääminen ja päästöjen pienentäminen	Laajennetaan lippuvalikoimaa, parannetaan liittytäpysäköintiä, lisätään julkista poikittaisliikennettä ja kehitetään joukkoliikenteen etusijaisjärjestystä liikenteessä. Kehitetään kalustoa entistä vähäpäästöisemmäksi.
H12 Liikkumiskeskus	Käynnistetään kaupunkiin liikkumiskeskus edistämään kestävästä liikkumisesta informaatio-ohjauksen ja palvelujen avulla.

H13	Kaupunkilogistiikan kehitys	Järjestetään kaupungin oma logistiikka keskitetysti yhden toimijan kautta. Toteutetaan kaupunkialueen pienyrityksien logistiikan ohjaus kaupungin ulkopuolella sijaitsevan logistiikkakeskuksen kautta kuljetuksien tehostamiseksi.
H14	Vähäpäästöisten ajoneuvojen lisääntymisen edistäminen	Lisätään lataus- ja tankkauspaikkoja sekä varataan edullisempia pysäköintipaikkoja sähköautoille sähkö-, kaasu- ja LNG-infrastruktuurin edistämiseksi.
H15	Taloudelliset ohjauskeinot henkilöautoliikenteen vähentämiseen	Kerätään keskustassa ajamiseen liittyvät maksut tietulleina sekä kasvatetaan ja laajennetaan pysäköintimaksuja.
H16	Kaupungin omien työntekijöiden liikkuminen	Parannetaan etätyömahdollisuuksia, luovutaan maksuttomista autopaikoista sekä kehitetään työntekijöiden työmatkasuunnitelmia.
H17	Helsingin energian kehitysohjelman toteuttaminen	Toteutetaan kehitysohjelman ”Kohti hiilineutraalia tulevaisuutta” mukaiset toimet kaukolämmön päästöjen vähentämiseksi (Helsingin Energia 2010).
H18	Päästöttömien lämpölähteiden hyödyntäminen	Kartoitetaan ylijäämä-, maa- ja aurinkolämmön hyödyntämiseen soveltuvat kohteet. Mahdollistetaan vähäpäästöisten energialähteiden liittäminen kaukolämpöverkkoon kaupallisin ehdoin.
H19	Uusiutuvan pientuotannon edistäminen	Selvitetään aurinkosähkön kiinteistökohtaiset tuotantomahdollisuudet kaupunkialueella, fasilitoidaan yhteishankintoja ja tehdään aluekohtaisia kokeiluja. Varmistetaan sujuvat lupakäytännöt uusiutuvalla pientuotannolle.

4.3 Tutkimuksen luotettavuus

Tutkimusprosessiin kuuluu tärkeänä osana työn luotettavuuden eli sen toistettavuuden (reliabiliteetti) ja pätevyyden (validiteetti) arviointi. Toistettavuudella tarkoitetaan sitä, onko tutkimuksesta mahdollista saada sama tulos uudelleen toteutettaessa ja esimerkiksi eri tutkijan tekemänä. Tutkimuksen pätevyys viittaa puolestaan siihen, miten tutkimusmenetelmällä on onnistuttu tutkimaan juuri sitä, mitä oli tarkoituskin. (Hirsjärvi ym. 2013, 231.)

Kvalitatiivinen tutkimus saattaa olla vaikeasti toistettavista, sillä usein tutkimuksen kohteena on ainutlaatuinen tapaus. Laadullisen tutkimuksen pätevyyttä ja luotettavuutta ei siis yleensä voi arvioida täysin samalla tavalla kuin määrällisessä tutkimuksessa. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka n.d.) Hirsjärven ym. (2013, 232–233) mukaan kvalitatiivisen tutkimuksen luotettavuutta voidaan lisätä kuvailemalla tutkimuksen toteuttamisen vaiheita kaikissa työskentelyvaiheissa. Lisäksi tärkeää aineiston analysoinnissa on luokittelujen tekeminen ja niiden perustelut. Validiteettia puolestaan voi tarkentaa käyttämällä työssä useita eri tutkimusmenetelmiä.

Kvalitatiiviselle tutkimukselle tyypillisesti tämän tutkimuksen tuloksena saatiin ainutlaatuisia, tiettyyn aikaan ja paikkaan sidottuja selityksiä. Työhön valittiin tarkoituksella kaksi tutkimusmenetelmää, jotta sillä kyettäisiin vastaamaan haluttuihin kysymyksiin – löytämään potentiaalisia, aiemmissa tutkimuksissa havaittuja yhteyksiä toimenpiteiden väliltä sekä suhteuttamaan löydökset Helsingin kaupungin toimenpiteisiin kaupungin

erityispiirteet ja toimintatavat huomioiden. Sekä kirjallisuuskatsaus että Helsingin kaupungin asiantuntijoiden haastattelut toivat siis tutkimuskysymyksien kannalta tarpeellista tietoa tutkimukseen. Tutkimuksen luotettavuuden takaamiseksi tutkimuksen toteuttaminen on pyritty kuvailemaan selkeästi raportointivaiheessa ja tutkimusaineisto on esitelty niin ikään huolellisesti.

Tutkimuksen luotettavuutta olisi voitu saada lisättyä, mikäli haastateltavia olisi ollut kutakin teemaa kohden enemmän. Työn laajuus huomioon ottaen useampia haastatteluja ei kuitenkaan ollut mahdollista toteuttaa, joten sen sijaan haastateltavien valintaan kiinnitettiin erityistä huomiota. Lisäksi, koska tarkasteluun sisältyneet toimenpiteet olivat melko yleisluonteisia ja osalla niistä oli useita eri toteuttamistapoja, tutkimuksen uudelleen toteuttamisessa saattaisi nousta joitain uusia yhteyksiä esille tai vastaavasti joitain tässä työssä tunnistettuja voisi jäädä tunnistamatta. Mitä todennäköisimmin merkittävimmät yhteydet olisivat kuitenkin yhteneväisiä. Perustelut tunnistetuille yhteyksille on pyritty avaamaan tulosten esittelyn yhteydessä mahdollisimman selkeästi tutkimuksen toistettavuuden takaamiseksi.

5 TULOKSET

Työn päätavoitteena oli selvittää, miten Helsingin kaupungille ensisijaisiksi arvioidut sopeutumis- ja hillintätoimenpiteet ovat vuorovaikutuksessa keskenään. Lisäksi tavoitteena oli selvittää, miten edellä mainitut sopeutumistoimenpiteet vaikuttavat kaupungin tällä hetkellä voimassa olevan ympäristöpolitiikan tavoitteisiin ilmansuojelun, meluntorjunnan, vesien- suojelun sekä luonnon ja maaperän suojelun osalta. Työssä tarkastellut sopeutumis- ja hillintätoimenpiteet määräytyivät toimeksiantajan toteuttamista kahdesta selvityksestä, joissa arvioitiin Helsingin kaupungille tarpeellisia ilmastotoimenpiteitä.

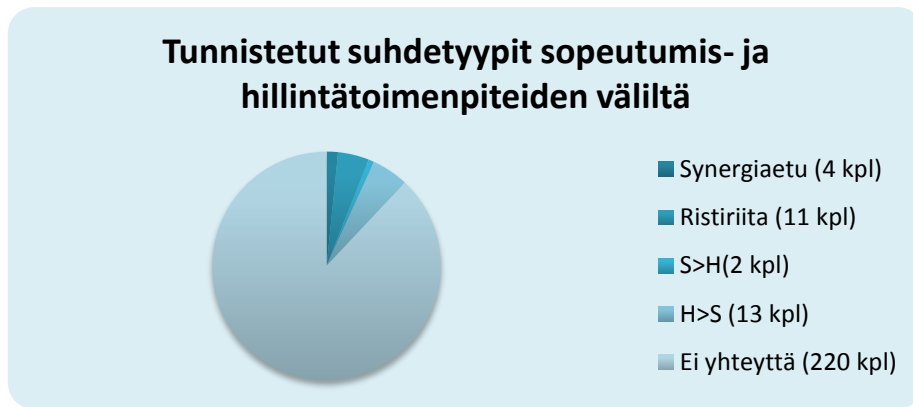
Tulokset esitellään kahdessa osassa: 1) sopeutumis- ja hillintätoimenpiteiden väliset yhteydet sekä 2) sopeutumistoimenpiteiden vaikutus ympäristöpolitiikan tavoitteisiin. Tulokset käsitellään sopeutumisen ja hillinnän yhteyksien osalta Kleinin ym. (2007, 750) määrittelemiä suhdetyyppejä mukailten seuraavan jaottelun mukaisesti (ks. myös luku 2.3.2):

- synergiaedut toimenpiteiden välillä
- ristiriidat toimenpiteiden välillä
- sopeutumistoimenpiteisiin vaikuttavat hillintätoimenpiteet
- hillintätoimenpiteisiin vaikuttavat sopeutumistoimenpiteet.

Synergiaedulla tarkoitetaan sellaista sopeutumis- ja hillintätoimenpiteen välistä tilannetta, jossa ne samanaikaisesti ja yhdessä toteutettuna tuottavat paremman lopputuloksen kuin yksittäin toteutettuina. Ristiriidalla viitataan puolestaan sellaiseen toimenpiteiden väliseen tilanteeseen, missä molempia ei ole mahdollista toteuttaa onnistuneesti samaan aikaan esimerkiksi rajallisten resurssien tai tilanpuutteen vuoksi. Sopeutumistoimenpiteiden ja ympäristöpolitiikan tavoitteiden osalta tulokset on ryhmitelty positiivisiin ja negatiivisiin vaikutuksiin. Positiivisella vaikutuksella tarkoitetaan tilannetta, jossa sopeutumistoimenpide tukee ympäristöpolitiikan tavoitetta. Negatiivinen vaikutus viittaa puolestaan tilanteeseen, jossa sopeutumistoimenpiteen toteuttaminen saattaa heikentää ympäristöpolitiikan tavoitteen saavuttamista.

5.1 Sopeutumis- ja hillintätoimenpiteiden väliset yhteydet

Tarkasteltaessa 13 sopeutumistoimenpidettä 19 hillintätoimenpiteen kanssa kohteiden välille muodostuu yhteensä 247 mahdollista yhteyttä. Kuvion 5 (s. 28) mukaisesti kartoituksessa tunnistettiin yhteensä neljä synergiaedua omaavaa ja yksitoista ristiriidassa olevaa yhteyttä. Sopeutumistoimenpiteen havaittiin vaikuttavan yksisuuntaisesti hillintätoimenpiteeseen kahdessa kohdassa ($S > H$) ja vastaavasti hillintätoimenpiteen sopeutumistoimenpiteeseen kolmessatoista kohdassa ($H > S$). Lisäksi kolmen yhteyden kohdalla toimenpiteiden välillä tunnistettiin olevan sekä positiivisia että negatiivisia yhteyksiä. Selkeitä yhteyksiä ei havaittu 220 kohdassa.



Kuvio 5. Sopeutumis- ja hillintätoimenpiteiden väliltä tunnistetut suhdetyypit.

Sopeutumisen neljä toimenpidettä (S2, S7, S9 ja S12) eivät muodostaneet yhteyksiä hillinnän kanssa, ja puolestaan hillinnän seitsemän toimenpidettä (H3–H8 ja H12) eivät muodostaneet yhtymäkohtia sopeutumisen kanssa. Toimenpiteiden väliltä tunnistetut yhteydet on esitetty taulukossa 4, sivuilla 29–31.

Taulukko 4. Sopeutumisen ja hillinnän toimenpiteiden väliltä tunnistetut yhteydet. (R = ristiriita, S = synergiaetu, S>H = sopeutumistoimenpide vaikuttaa hillintätoimenpiteeseen ja H>S = hillintätoimenpide vaikuttaa sopeutumistoimenpiteeseen. Punainen tausta = negatiivinen vaikutus ja vihreä tausta = positiivinen vaikutus.)

Sopeutumistoimenpiteet	Hillintätoimenpiteet	S1 Viheralueverkoston säilyttäminen	S2 Luonnonhoidon kehittäminen	S3 Vesistöjen ravinnekuorman vähentäminen	S4 Viherrakenteiden lisääminen kaupunkiympäristöön	S5 Vesistöjen saastumisen ehkäisy hulevesitulvien aikaan (jäteveden puhdistamot)	S6 Globaaleihin ilmasto-vaikutuksiin varautuminen suunnittelussa	S7 Varautuminen uusien tautien leviämiseen	S8 Hulevesien luonnonmukainen hallinta ensisijainen menetelmä (yleiset alueet)	S9 Tulvariskialueiden ja tulvaherkkien alueiden rakentamatta jättäminen	S10 Tonttikoon optimointi	S11 Tilavarauksen huomioiminen lumelle ja hulevesille kaavoituksessa	S12 Ilmastonkestävän energiaverkoston rakentaminen ja ylläpito	S13 Hulevesien luonnonmukainen hallinta ensisijainen menetelmä (tontti)
H1 Rakennusten päästöt huomioonottava maankäytön suunnittelu											R	R		R
H2 Energiarenessanssi	H>S				R						R			R
H3 Edulliset rahoitusratkaisut energiaviisaille korjauksille														
H4 Rakennusten energiatehokkuuspotentiaalin tunnistus ja informointi														
H5 Kaupungin oman vähäpäästöisen rakentamisen tehostaminen														

Sopeutumisen synergiaedut ja ristiriidat

Jatkuu

H6 Vähäpäästöisten teknologioiden kokeilut ja kehitys													
H7 Informaation jakaminen, työkalut ja vähäpäästöisyyteen kannustaminen													
H8 Kaupungin omat vähäpäästöiset hankinnat													
H9 Liikenteen päästöjä vähentävä maankäytön suunnittelu	R		H>S	R H>S	H>S H>S			R H>S			R		
H10 Pyöräilyn kulkutapaosuuden lisääminen	S>H		H>S										
H11 Joukkoliikenteen kulkutapaosuuden lisääminen ja päästöjen pienentäminen			H>S										
H12 Liikkumiskeskus													
H13 Kaupunkilogistiikan kehitys			H>S										
H14 Vähäpäästöisten ajoneuvojen lisääntymisen edistäminen			H>S			S							

Jatkuu

Sopeutumisen synergiaedut ja ristiriidat

Jatkuu

H15 Taloudelliset ohjaukset henkilöliikenteen vähentämiselle			H>S	H>S									
H16 Kaupungin omien työntekijöiden liikkuminen			H>S										
H17 Helsingin energian kehitysohjelman toteuttaminen						S							
H18 Päästöttömien lämpölähteiden hyödyntäminen						S							
H19 Uusiutuvan pien- tuotannon edistäminen						S				S>H			R

5.1.1 Synergiaedut

Yhtenä toistuvana synergiaetuna toimenpiteiden välillä tunnistettiin riippuvuuden vähentäminen fossiilisista polttoaineista. Neljällä hillintätoimenpiteellä havaittiin olevan tätä synergiaetua sopeutumistoimenpiteen S6 kanssa, jonka pyrkimyksenä on globaaleihin heijastevaikutuksiin, kuten esimerkiksi ilmastopakolaisuudesta tai ruoantuotannon vaikeutumisesta aiheutuviin vaikutuksiin varautuminen Helsingin kaupungin suunnittelutyössä. Sopeutumistoimenpiteen yhtenä tavoitteena voidaan nähdä myös energiariippuvuuden vähentäminen, sillä ilmastonmuutoksen edetessä esimerkiksi öljyn ja muiden raaka-aineiden hinnanheilahtelut voivat lisääntyä ja raaka-aineiden toimitusvarmuus heikentyä. Hillintätoimenpiteet koskevat vähäpäästöisten ajoneuvojen lisäämistä, Helsingin energian kehitysohjelman toteuttamista eli käytännössä lyhyellä aikavälillä fossiilisten polttoaineiden korvaamista biopolttoaineilla, päästöttömien lämpölähteiden, kuten maa- ja aurinkolämpö, hyödyntämistä sekä uusiutuvan pientuotannon edistämistä (toimenpiteet H14, H17, H18 ja H19).

Ilman ym. (2013, 20–21) mukaan riippuvuuden vähentäminen fossiilisista polttoaineista ja ylipäänsä riippuvuuden vähentäminen energiasta tuottaa suoraa hyötyä hillintätavoitteille, kun päästöt vähenevät. Sopeutumisen kannalta hyödyt riippuvat tarkemmasta toimenpiteestä, mutta esimerkkeinä Ilman ym. (2013) listaavat muun muassa haavoittuvuuden vähenemisen ja sopeutumiskyvyn kasvamisen energian toimitusvarmuuden parantamisessa.

Helsingin kaupungin ilmastoasiantuntijan mukaan pelkästään fossiilisten polttoaineiden riippuvuuden vähentäminen ei takaa toimitusvarmuutta, sillä myös biopolttoaineiden raaka-aineet saattavat tulla muualta. Myös esimerkiksi Suomessa toteutettava uusiutuvan energian pientuotanto (toimenpide H19) voi altistaa ilmastonmuutoksen vaikutuksille kuten sään ääri-ilmiöille, minkä seurauksena toimitusvarmuus voi heiketä ja haavoittuvuus lisääntyä. Kaupungin asiantuntijan mukaan toimitusvarmuuden parantamiseksi tärkeintä on lisätä mahdollisuuksia useamman erilaisen energianlähteen käytölle. Tätä tavoitetta voidaan edistää tarkastelussa tunnistetuilla hillintätoimenpiteillä, ja sopeutumisen toimenpidettä toteuttamalla puolestaan edesautetaan hillintätoimenpiteiden toteutumista.

5.1.2 Ristiriidat

Tarkastelussa nousi esille kaksi sopeutumis- ja hillintätoimenpiteiden välistä ristiriitaa: Eriävät tavoitteet kaupunkialueen maankäytön suunnittelussa tunnistettiin ristiriitaa aiheuttavaksi tekijäksi kymmenessä kohdassa. Eroavuudet tontille sijoitettavissa ratkaisuissa aiheutti puolestaan ristiriitaa yhdessä kohdassa.

Maankäytön suunnittelu kaupunkialueella

Larsen, Kørnøv ja Wejs (2012, 36) nostavat ristiriitoja ja synergioita kartoittavassa tutkimuksessaan esille yhden yleisimmistä sopeutumisen ja hillinnän välisestä ristiriidasta: kaupunkialueiden tiiviimpi rakentaminen, jolla tavoitellaan energiankulutuksen ja autoriippuvuuden vähentämistä, saat-
taa nostaa kaupunkialueen keskimääräistä lämpötilaa tai esimerkiksi vai-
keuttaa hulevesien imeytymistä kasvattaen tulvariskiä kaupunkialueella. Ristiriidassa ovat siis sopeutumisen ja hillinnän eriävät tarpeet ja tavoitteet kaupunkialueen maankäytölle.

Hillinnässä korostuu erityisesti kolme toimenpidettä, jotka ovat edellä mainitussa ristiriidassa useamman sopeutumistoimenpiteen kanssa. Hillintätoimenpiteillä tavoitellaan rakennuksien ja liikenteen päästöt huomioon-
ottavaa ja niitä vähentävää maankäytön suunnittelua (toimenpiteet H1 ja H9) sekä jo rakennettujen alueiden energiatehokkuuden parantamista (H2). Toisin sanoen kaikissa on päämääränä kaupunkirakenteen mahdolli-
simman tiivis toteuttaminen. Hillintätoimenpiteet aiheuttavat ristiriitaa sel-
laisien sopeutumistoimenpiteiden kanssa, joissa tavoitellaan kasvillisuu-
den ja muiden viherrakenteiden lisäämistä kaupungin julkisille alueille (toimenpiteet S4, S8 ja S11) tai tonteille (toimenpiteet S10 ja S13). Hillin-
tätöimenpide H9 tunnistettiin lisäksi olevan ristiriidassa viheralueverkos-
ton säilyttämisen kanssa (toimenpide S1) mikäli hillintätöimenpiteen ta-
voite, hyvien joukkoliikenneyhteyksien varsilla olevan kaupunkirakenteen
tiivistäminen, vaatii viheralueverkoston supistamista.

Larsenin ym. (2012, 36) mukaan läpäisemättömän pinnan määrää vähen-
tävät sopeutumistoimenpiteet vaikuttavat myös positiivisesti hillintään, sil-
lä hulevesien tehokkaamman imeytymisen myötä hulevesien käsittelyyn
tarvittavan energian kulutus vähenee. Lisäksi, mikäli läpäisemättömä pinta-
alaa korvataan kasvillisuudella, se lisää myös hiilinielujen määrää (Ra-
sinmäki & Känkänen 2014, 11). Viherpinta-alaa lisäävillä sopeutumistoi-
menpiteillä (esim. toimenpiteet S4, S8 ja S11) on siis maankäytöstä aiheu-
tuvan ristiriidan ohella myös positiivista vaikutus hillintään. Helsingin
kaupungin asiantuntijan mukaan kaupunkialueella tällä on kuitenkin tiivis-
tämisen avulla saavutettavaan energian säästöön verrattuna varsin pieni positiiv-
inen vaikutus.

Tontille sijoitettavat toiminnot

Kartoituksessa tunnistettiin yksi tontin käyttöä koskeva ristiriita sopeutu-
misen ja hillinnän välillä: uusiutuvan energian ratkaisujen ja luonnonmu-
kaisien hulevesien hallintamenetelmien yhteensovittaminen (toimenpiteet
H19 ja S13). Helsingin kaupungin asiantuntijan mukaan toimenpiteet ovat
ristiriidassa siinä tapauksessa, mikäli ne vievät toisiltaan tilaa tonttialueel-
la. Esimerkiksi katoille sijoitettavat aurinkopaneelit eivät välttämättä mah-
dollista viherkaton toteuttamista samalle katolle tai päinvastoin. Toisaalta,
mikäli viherkatto ja aurinkoenergian pientuotanto pystytään yhdistämään
samalle katolle, tuloksena voi olla myös positiivista vaikutusta. Joissain
mittauksissa on havaittu, että viherkatot voivat aurinkopaneelia viilentä-

mällä pitää energiantuotannon tason optimaalisena. Viilentäminen on tarpeen silloin, kun lämpötila kohoaa yli 25 celsiusasteeseen: aurinkopaneelien energiantuotanto alkaa tällöin laskea yhdellä prosentilla yhtä celsiusastetta kohden. (Tröltzsch 2013, 30.)

5.1.3 Sopeutumistoimenpiteisiin vaikuttavat hillintätoimenpiteet

Kartoituksessa tunnistettiin sopeutumistoimenpiteisiin sekä positiivisesti että negatiivisesti vaikuttavia hillintätoimenpiteitä. Positiivisia yhteyksiä tunnistettiin yhteensä kaksitoista, jotka voidaan vaikutusten perusteella jakaa kolmeen kokonaisuuteen: 1) autojen vaatiman tilan supistuminen tuo lisää tilaa kaupunkirakenteeseen, 2) liikenteen päästöjen väheneminen vähentää vesistöön kohdistuvaa ravinnekuormitusta sekä 3) jo olemassa olevan kaupunkirakenteen tiivistäminen voi edesauttaa viheralueverkoston säilymistä. Negatiivisena vaikutuksena tunnistettiin läpäisemättömän pinnan lisääntymisestä aiheutuva hulevesimäärän lisääntyminen, joka saattaa lisätä vesistöjen ravinnekuormitusta.

Positiivinen vaikutus: autojen vaatiman tilan supistuminen

Hillintätoimenpiteellä H9 tunnistettiin olevan potentiaalia vaikuttaa positiivisesti sopeutumistoimenpiteisiin S4 ja S8, joilla pyritään lisäämään viherrakenteita kaupunkiympäristöön. Hillintätoimenpide tähtää liikenteen päästöjä vähentävään maankäytön suunnitteluun, mihin pyritään muun muassa tarkistamalla autopaikkamäärien laskentaohjeet hyvien joukkoliikennedyhteyksien alueilla sekä osoittamalla vähemmän autopaikkoja uusille alueille. Helsingin kaupungin asiantuntijan mukaan hillintätoimenpiteellä voidaan edistää sopeutumistoimenpiteitä edellyttäen, että autojen vaatiman tilan, kuten parkkipaikkatila, supistumisesta vapautuva pinta-ala osoitetaan viherrakenteille.

Samasta syystä myös hillintätoimenpiteellä H15 on ainakin pitkällä tähtäimellä potentiaalia positiivisen vaikutukseen toimenpiteen S4 kanssa. Hillintätoimenpiteellä pyritään vähentämään keskusta-alueen henkilöauto-liikennettä tietullein sekä laajentamalla ja korottamalla pysäköintimaksuja. Pitkällä tähtäimellä tämä voi supistaa autojen vaatimaa tilaa keskustassa.

Positiivinen vaikutus: vesistöjen ravinnekuorman väheneminen

Kaikilla niillä hillintätoimenpiteillä, joiden tavoitteena on joko liikenteen vähentäminen (toimenpiteet H9, H10, H11, H13, H15, H16) tai vähäpäästöisten ajoneuvojen lisäämisen edistäminen (toimenpide H14), tunnistettiin positiivista vaikutusta sopeutumistoimenpiteeseen S3. Sopeutumistoimenpiteen tavoitteena on vesistöjen ravinnekuormituksen vähentäminen.

Tieliikenne aiheuttaa vesistöjen saastumista ja rehevöitymistä niin ilmalaskeuman kuin valuman kautta. Helsingissä energiantuotanto ja liikenne ovat suurimmat hulevesien sisältämien päästöjen aiheuttajat. Erityisesti liikenteen vähentämiseen tähtäävät toimenpiteet edistävät sopeutumistoi-

menpiteen S3 tavoitetta, sillä varsinaisien pakokaasupäästöjen lisäksi autojen renkaista sekä tien pinnasta irtoaa erilaisia partikkeleja kuten raskasmetalleja, jotka hulevesien mukana kulkeutuvat vesistöihin. (Nurmi n.d, 10, 14.)

Positiivinen vaikutus: viheralueverkoston säilyminen

Hillintätoimenpiteen H2 yhtenä tavoitteena on tunnistaa lupaavimpia alueita energiatehokkuuden parantamiselle, mikä Helsingin kaupungin asiantuntijan mukaan tarkoittaa usein käytännössä pyrkimystä lisätä rakennusoikeutta tonteille. Toimenpiteellä koettiin olevan positiivinen vaikutus viheralueverkoston säilyttämisen kanssa (sopeutumistoimenpide S1) siinä tapauksessa, mikäli jo olemassa olevien tonttien tiivistämisellä vältetään viheralueverkostoon kuuluvien alueiden käyttöönottoa rakentamiseen.

Negatiivinen vaikutus: vesistöjen ravinnekuorman lisääntyminen

Larsenin ym. (2012, 36) mukaan ratkaisut, jotka lisäävät hulevesien valuntaa ja vaikeuttavat niiden imeytymistä, voivat lisätä vesistöjen pintavesien saastumista. Hillintätoimenpiteen H9 tavoitteena on tiivistää hyvien joukkoliikenneyhteyksien varsilla olevaa kaupunkirakennetta, mikä voi johtaa hulevesimäärien kasvamiseen näillä alueilla. Toimenpiteen mahdollinen negatiivinen vaikutus kohdistuu erityisesti sopeutumistoimenpiteeseen S3, jonka pyrkimyksenä on vesistöjen ravinnekuorman vähentäminen.

5.1.4 Hillintätoimenpiteisiin vaikuttavat sopeutumistoimenpiteet

Sopeutumistoimenpiteiden tunnistettiin vaikuttavan positiivisesti hillintätoimenpiteisiin kahdessa yhteydessä. Tonttikoon optimointi voi edesauttaa uusiutuvan pientuotannon toteuttamista tontilla, ja viheralueiden säilyttäminen ja hyödyntäminen kevyenliikenteen väylänä saattaa puolestaan lisätä pyöräilyn kulkutapaosuutta.

Positiivinen vaikutus: uusiutuvan pientuotannon edistäminen

Sopeutumistoimenpiteellä S10, tonttikoon optimointi, tähdätään tontin suunnitteluun niin, että mahdollisimman iso osa siitä voidaan toteuttaa läpäisemättömän pintana kuten viheralueena. Esimerkiksi tonttikasvillisuuden kannalta ongelmallisten kansipihojen toteuttamista vältetään lisäämällä rakennuksien kerroksia. Helsingin kaupungin asiantuntijoiden mukaan toimenpiteellä voi edesauttaa tontilla toteutettavan uusiutuvan pientuotannon edistämistä (toimenpide H19). Erityisesti maalämmön tuotannon toteuttaminen helpottuu, jos tontilla ei ole kansipihaa.

Positiivinen vaikutus: pyöräilyn kulkutapaosuuden lisääntyminen

Larsen ym. (2012, 36) korostavat, että viher- ja virkistysalueilla sijaitsevien kulkureittien kehittämisellä voi olla merkittävä vaikutus pyöräilyn lisääntymiseen ja sen seurauksena kasvihuonekaasupäästöjen laskuun. Sopeutumistoimenpiteellä S1, viheralueverkoston säilyttäminen, voidaan siis tämän mukaan ajatella olevan potentiaalia lisätä pyöräilyn kulkutapaosuutta (toimenpide H10) varsinkin siinä tapauksessa, jos viheralueverkostoa hyödynnetään kevyen liikenteen reittien suunnittelussa. Terveysten ja hyvinvoinnin laitoksen mukaan tämänhetkinen tutkimustieto viheralueiden vaikutuksesta liikkumiseen on kuitenkin vielä epäselvää. Esimerkiksi päivittäisten kulkumatkojen taittamisessa pyöräilijä saattaa arvostaa enemmän lyhyitä etäisyyksiä kuin ympäristön esteettisyyttä. (THL 2014.)

5.2 Sopeutumistoimenpiteiden vaikutus ympäristöpolitiikan tavoitteisiin

Tarkasteltaessa 13 sopeutumistoimenpidettä neljän ympäristöpolitiikan osa-alueen kanssa kohteiden välille muodostuu yhteensä 52 mahdollista yhteyttä. Kuvion 6 mukaisesti yhteyksiä, missä sopeutumistoimenpiteet vaikuttavat positiivisesti ympäristöpolitiikkaan, tunnistettiin 25 ja vastaavasti vaikutuksiltaan negatiivisia yhteyksiä tunnistettiin 3. Yhdessä tapauksessa sopeutumistoimenpiteen ja ympäristöpolitiikan tavoitteen välillä tunnistettiin sekä positiivista että negatiivista vaikutusta. Sopeutumistoimenpiteillä ei tunnistettu olevan selkeää vaikutusta ympäristöpolitiikan tavoitteisiin 25 kohdassa.



Kuvio 6. Sopeutumistoimenpiteiden ja ympäristöpolitiikan tavoitteiden väliltä tunnistetut yhteydet.

Sopeutumistoimenpiteet vaikuttivat jollakin tasolla kaikkiin ympäristöpolitiikan tarkasteltuihin osa-alueisiin, mutta tietyillä sopeutumistoimenpiteillä (toimenpiteet S6, S7 ja S12) ei havaittu yhteyksiä minkään ympäristöpolitiikan osa-alueen kanssa. Toimenpiteiden ja tavoitteiden väliltä tunnistetut yhteydet on esitetty taulukossa 5, sivulla 37.

Taulukko 5. Sopeutumistoimenpiteiden vaikutus ympäristöpolitiikan tavoitteisiin (vihreä = positiivinen vaikutus ja punainen = negatiivinen vaikutus).

Sopeutumisen toimenpiteet	Ympäristöpolitiikan tavoitteet												
	S1 Viheralueverkoston säilyttäminen	S2 Luonnonhoidon kehittäminen	S3 Vesistöjen ravinnekuorman vähentäminen	S4 Viherrakenteiden lisääminen kaupunkiympäristöön	S5 Vesistöjen saastumisen ehkäisy hulevesituvien aikaan (jätevedenpuhdistamot)	S6 Globaaleihin ilmastovaikutuksiin varautuminen suunnittelussa	S7 Varautuminen uusien tautien leviämiseen	S8 Hulevesien luonnonmukainen hallinta ensisijainen menetelmä (yleiset alueet)	S9 Tulvariskialueiden ja tulvaherkkien alueiden rakentamatta jättäminen	S10 Tonttikoon optimointi	S11 Tilavarauksen huomioiminen lumelle ja hulevesille kaavoituksessa	S12 Ilmastonkestävän energiatietokannan rakentaminen ja ylläpito	S13 Hulevesien luonnonmukainen hallinta ensisijainen menetelmä (tontit)
Ilmansuojelu													
Meluntorjunta													
Vesiensuojelu													
Luonnon ja maaperän suojelu													

5.2.1 Positiiviset vaikutukset

Sopeutumistoimenpiteiden havaittiin vaikuttavan Helsingin kaupungin ympäristöpolitiikan neljän osa-alueen tavoitteisiin positiivisesti usealla eri tavalla. Tarkastelussa tunnistettiin, että toimenpiteiden avulla on mahdollista vähentää ilman hiukkaspitoisuutta, vaimentaa melua sekä vähentää vesistöihin suuntautuvaa ravinnekuormaa ja muita epäpuhtauksia. Lisäksi toimenpiteillä on potentiaalia edistää monimuotoisen kaupunkiluonnon säilymistä sekä kompensoida rakentamisesta aiheutunutta kasvillisuusalueiden menetystä. Sopeutumistoimenpiteet vaikuttivat positiivisesti kaikkiin ympäristöpolitiikan osa-alueisiin, mutta eniten positiivista vaikutusta havaittiin olevan vesiensuojelun tavoitteisiin. Seuraavissa kappaleissa esitetään tarkemmin tunnistetut positiiviset vaikutukset.

Ilman hiukkaspitoisuuden väheneminen

Tarkastelussa neljällä sopeutumistoimenpiteellä (toimenpiteet S4, S8, S11 ja S13) tunnistettiin olevan pientä positiivista vaikutusta ilmanlaadun tavoitteisiin ilman hiukkaspitoisuuden vähenemisen myötä. Toimenpiteellä S11, jolla pyritään kaavoituksen keinoin huomioimaan tarpeellinen tila lumen ja hulevesien käsittelylle kaupunkialueella, on Helsingin kaupungin asiantuntijan mukaan ainakin välillisesti merkitystä ilmalaatuun. Kun tarpeellisen tilavarauksen myötä lumen auraus väyliltä helpottuu, helpottuu samalla myös kevätaikaan ilmanlaatuongelmia aiheuttavan katuhiekoituksen poistaminen. Lumen keskitetyn käsittelyn myötä aurauksen mukana kulkeutuva hiekoitussora myös kasaantuu yhteen paikkaan, mikä nopeuttaa sen poistamista keväisin.

Toimenpiteellä S4 pyritään lisäämään viherrakenteita kaupunkialueelle. Yangin, Yon ja Gongin (2008) tutkimustulosten mukaan erityisesti viherkatoilla ja -seinillä on potentiaalia toimia ilmansaasteiden suodattajana. Myös Halgerin ym. (2012) mukaan on mahdollista, että esimerkiksi kasvillisuusmuuri voi hulevesien imeyttämisen ohella vähentää ilman hiukkaspitoisuuksia (WSP 2014, 22). Vaikka lupaavia viitteitä kasvillisuuden positiivisesta vaikutuksesta hiukkaspäästöihin löytyy, aihetta on kuitenkin kokonaisuudessaan tutkittu hyvin vähän. Esimerkiksi Suomessa aiheesta ei ole julkaistu tutkimustietoa. (WSP 2014, 6.) Helsingin kaupungin ilmansuojelun asiantuntijan mukaan joissain kansainvälisissä kokeiluissa on havaittu, että kasvillisuus saattaa joissain tapauksissa jopa heikentää alueen ilmanlaatua, mikäli päästöt eivät esimerkiksi puiden takia pääse kohoamaan ylöspäin ja laimentumaan (ks. luku 6.2.2).

Kasvillisuuden hyödyntäminen ilmanlaadun parantamisessa on kaupungin asiantuntijan mukaan siinä mielessä haastavaa Helsingissä, että pahin aika ilmanlaadun kannalta on talvi sekä kevätkaudet, jolloin lehtipuut ja muut kasvit havupuita lukuun ottamatta ovat paljaimmillaan. Kesällä, kun kasvillisuus on runsaimmillaan, liikennemäärät ovat yleensä pienimmillään ja ilmanlaatu parempi. Koska viitteitä kasvillisuuden kyvystä sitoa pienhiukkasia kuitenkin löytyy, toimenpiteellä S4 voi erityisesti kesäaikaan olla positiivista vaikutusta ilmanlaatuun. Viherrakenteiden sijoittelul-

la ja määrällä on merkittävä rooli siinä, kuinka hyvin kasvillisuus pystyy hiukkasia sitomaan. Myös luonnonmukaisilla hulevesien hallintamenetelmillä (toimenpiteet S8 ja S13) voi olla vähäistä positiivista vaikutusta ilmanlaatuun, mikäli ne toteutetaan suurina viherrakenteina ja rakenteet sijoitetaan liikenteen ja asuinrakennuksien välille eikä esimerkiksi sisäpihoille.

Melun vaimennus

Kalansuriyan, Pannilan ja Sonnadaran (2009, 1) tutkimuksen mukaan liikenteen melua on mahdollista vähentää tienvarteen istutetulla kasvillisuudella. Tutkimuksissa tehtyjen mittausten perusteella kasvillisuus vaimensi erityisesti korkeataajuisia ääniä, ja kasvillisuuden paksuus oli suoraan verrannollinen pidäytyneen melun määrään. Mahdollisimman tiheä kasvillisuus, kuten pensaikko, on tehokkain vaimentaja. Istutukset myös muuttavat maanpinnan ominaisuuksia ääntä vaimentaviksi (Aalto 2010).

Koska kaupungin meluntorjunnan tavoitteet on asetettu keskipitkällä aikavälillä koskemaan jo rakennettuja alueita, sopeutumistoimenpiteiden positiivinen vaikutus edellyttää toimenpiteiden kohdistamista näille alueille. Tarkastelussa tunnistettiin, että sopeutumistoimenpiteillä S4, S8 ja S13, joiden pyrkimyksenä on viherrakenteiden lisääminen kaupunkialueelle sekä luonnonmukaisien hulevesien hallintamenetelmien käyttäminen yleisillä alueilla ja tonteilla, olisi mahdollista vähentää jo rakennettujen alueiden melua. Kasvillisuuden hyödyntäminen melun vaimennuksessa sisältää tosin samat haasteet kuin ilman hiukkaspäästöjen vähentämisessä (luku 6.2.1): koska kasvillisuus kukoistaa vain osan vuodesta, sen potentiaali melun torjuna rajoittuu lähinnä kesäkauteen. Lisäksi myös meluntorjunnan kannalta oleellista ei ole kaupunkialueella olevan kasvillisuuden määrä vaan sijainti. Viherrakenteet tulisi sijoittaa melulähteen ja melun suojauksen kohteen, kuten asuinrakennuksen, väliin.

Vesistöjen saastumisen ja rehevöitymisen ehkäisy

Sopeutumistoimenpiteillä tunnistettiin olevan useita positiivisia yhteyksiä vesiensuojelun tavoitteisiin, sillä toimenpiteiden ja tavoitteiden päämäärät ovat monin paikoin yhteneväiset. Esimerkiksi sopeutumistoimenpide S3, vesistöjen ravinnekuorman vähentäminen, on käytännössä suoraan vesien suojelun tavoitteisiin lukeutuva toimenpide.

Helsingin edustan vesistöjen ravinnekuormasta jopa 60 prosenttia tulee valuma-alueen maataloudesta, mutta myös tiiviisti rakennettujen alueiden hulevesillä on vaikutusta vesistöjen kuntoon (ks. luku 3.1.4). Sopeutumistoimenpiteillä S1, S4, S8, S10 ja S13 pyritään lisäämään kaupunkialueen kasvillisuuden määrää erityisesti hulevesien hallinnan ja lämpötilaerojen tasaamisen vuoksi. Koska kasvillisuus sitoo itseensä vettä ja ravinteita sekä hidastaa veden kulkua, kasvillisuutta lisäävillä toimenpiteillä on potentiaalia sekä viivyttää hulevesiä että parantaa niiden laatua kaupunkialueella. Helsingin kaupungin asiantuntija mukaan viheralueiden hoidossa lan-

noitteiden ja torjunta-aineiden minimointi on kuitenkin edellytyksenä toimenpiteiden mahdollisimman hyvän positiivisen vaikutuksen syntymiselle.

Vesistöjen saastumisen ja rehevöitymisen ehkäisyyn tähtää myös vesien suojelun keskipitkän aikavälin tavoite ”sekaviemäriverkoston ylivuotojen vähentyminen 20 prosentilla nykyisestä”. Helsingin kaupungin asiantuntijan mukaan keinot tavoitteen saavuttamiseen ovat käytännössä verkostoon johtuvan vesimäärän vähentäminen tai verkoston kapasiteetin kasvattaminen. Tämän perusteella sopeutumistoimenpiteillä S4, S8 ja S13 tunnistettiin olevan potentiaalia vähentää verkostoon johtuvaa vesimäärää niin ikään kaupunkialueelle sijoitettavan kasvillisuuden avulla. Koska Helsingissä sekaviemäriverkosto – jota ei enää uusille alueille tehdä – sijoittuu pääosin kantakaupunkiin, sopeutumistoimenpiteiden positiivinen vaikutus edellyttää kasvillisuuden lisäämistä tälle alueelle.

Edellä mainittujen lisäksi sopeutumistoimenpiteillä S2, S9 ja S11 tunnistettiin olevan positiivista vaikutusta ravinnepäästöihin hieman eri tavoilla. Sopeutumistoimenpiteen S2 vaikutus on positiivinen, mikäli luonnonhoidon kehittämisen avulla alueiden ekologinen toimivuus paranee eli vedenottokyky ja ravinteiden sitomiskyky lisääntyvät. Toimenpiteen S9 toteuttaminen puolestaan edistää tulvaherkkien alueiden säilymistä rakentamattomina, eli tulvimistilanteessa alueelta ei liukene veteen haitallisia aineita. Toimenpiteen S11 tavoitteena on varmistaa tarpeellinen tilavaraus lumelle ja hulevesille kaavasta. Tällä voidaan ehkäistä hulevesien ja sulaamisvesien ohjaaminen suoraan mereen, mikä puolestaan vähentää vesistön saastumista.

Monimuotoisen kaupunkiluonnon säilyminen

Sopeutumistoimenpiteillä S4, S8, S10 ja S13, joilla lisätään viherrakenteita kaupunkiympäristöön, on mahdollista vaikuttaa pieneltä osin kaupunkiluonnon monimuotoisuuden edistämiseen. Helsingin kaupungin asiantuntijan mukaan edellytyksenä luonnollisesti on, että istutettavat lajikkeet ovat Helsingille ominaisia. Luonnon monimuotoisuuden edistämisen kannalta on niin ikään tärkeää varmistaa harvinaisien luontotyyppien säilyttäminen. Helsingissä harvinaisia ovat esimerkiksi tulvivien alueiden luontotyytit. (Helsingin kaupunki 2012b, 31.) Sopeutumistoimenpiteellä S9, jolla pyritään tulvaherkkien alueiden rakentamatta jättämiseen, voidaan täten mahdollisesti edesauttaa harvinaisempien luontotyyppien säilymistä samalla, kun riskit tulvan aiheuttamiin vahinkoihin vähenevät.

Myös vesistöjen ravinnekuorman vähentäminen (toimenpide S3) on Helsingin kaupungin asiantuntijan mukaan yksi keino turvata monimuotoista kaupunkiluontoa sekä vakiintuneita luontotyypejä, mikäli toimenpiteen vaikutuksesta rantakasvillisuuden laatu säilyy hyvänä ja rehevöityminen estyy. Niin ikään sopeutumistoimenpiteellä S2 on suora positiivinen vaikutus monimuotoisuuden säilymiseen. Toimenpiteen pyrkimyksenä on kehittää luonnonhoitoa ilmastomuutoksen vaikutukset huomioiden niin,

että hoitoalueiden ekologisen laadun parantuessa ne ovat kykeneviä sopeutumaan onnistuneesti tuleviin muutoksiin.

Rakentamisen kompensoinnin edistäminen

Luonnon ja maaperän suojelun tavoitteisiin on kirjattu, että rakentamisen vaikutuksia pyritään kompensoimaan erityisesti parantamalla viheralueiden toiminnallisuutta tai ekologista laatua sekä luomalla uusia lähiviherympäristöjä. (Helsingin kaupunki 2012a, 6; 2012b, 33.) Helsingin kaupungin asiantuntijan mukaan kompensointia on tähän mennessä toteutettu kaupungissa esimerkiksi ennallistamalla entisiä kaatopaikka-alueita viherympäristöiksi.

Sopeutumistoimenpiteiden S4, S8, S10 ja S13 pyrkimyksenä on lisätä viherrakenteita sekä hulevesien luonnonmukaisia hallintamenetelmiä kaupunkialueelle ja tonteille. Vaikka toimenpiteillä ei pyritä uusien laajojen viheralueiden lisäämiseen, kaupungin asiantuntijan mukaan ne kuitenkin omalta osaltaan edistävät kompensoinnin tavoitteita. Erityisesti hulevesien hallintamenetelmien lisääminen (toimenpiteet S8 ja S13) voidaan nähdä sisältyvän kompensoinnin yhteen toteuttamiskeinoon, mikä on parantaa viheralueiden toiminnallisuutta. Edellä mainittujen ohella myös toimenpiteen S2 tunnistettiin voivan edistää kompensointia, sillä sen tavoitteena on parantaa luonnonhoitoalueiden ekologista laatua hoitomenetelmiä kehittämällä.

5.2.2 Negatiiviset vaikutukset

Sopeutumistoimenpiteiden aiheuttamia mahdollisia negatiivisia vaikutuksia ympäristöpolitiikan tavoitteisiin tunnistettiin yhteensä kolmessa kohdassa. Vaikutukset koskettivat ympäristöpolitiikan osa-alueista ilmansuojelun sekä meluntorjunnan tavoitteita. Seuraavissa kappaleissa esitetään tarkemmin tunnistetut negatiiviset vaikutukset.

Ilmanlaadun paikallinen huononeminen

Helsingin kaupungin asiantuntijan mukaan joissain kansainvälisissä kekeiluissa on tehty havaintoja siitä, että korkeiden rakennuksien ympäröimällä tiiviillä alueella kasvillisuus saattaa heikentää ilmanlaatua paikallisesti. Erityisesti suuremmat puut saattavat estää ilmansaasteiden kohoamisen ja laimentumisen. Tästä syystä sopeutumistoimenpide S4, viherrakenteiden lisääminen kaupunkiympäristöön, saattaa kasvillisuudesta ja sen sijoittelusta riippuen aiheuttaa positiivisten vaikutusten (ks. luku 5.2.1) sijaan myös negatiivista vaikutusta ilmansuojelun tavoitteisiin. Tosin Helsingissä, jossa ilmanlaadun kannalta huonoimpaan aikaan useimmat puut ovat lehdistä paljaina, puiden negatiivinen vaikutus ei voi olla kovin merkittävä.

Hiukkaspäästöille ja melulle altistumisen lisääntyminen

Helsingin kaupungin asiantuntijoiden mukaan viheralueverkoston säilyttäminen tarkoittaa usein kaupungin käytännön politiikassa sitä, että rakennukset täytyy sijoittaa olemassa olevaan kaupunkirakenteeseen kuten vilkkaasti liikennöityjen teiden varsille. Koska liikenne synnyttää ilmanlaatua heikentäviä päästöjä ja aiheuttaa melua, liikenneväylien varteen sijoitettujen asuinrakennuksien alueella ilmanlaadun ja meluntorjunnan tavoitteiden saavuttaminen saattaa hankaloitua. Edellä kuvatun perusteella sopeutustoimenpide S1, jonka pyrkimyksenä on viheralueverkoston säilyttäminen erityisesti luonnon sopeutumisen sekä hulevesien hallinnan edistämiseksi, voi siis olla ristiriidassa ilmansuojelun ja meluntorjunnan tavoitteiden kanssa.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA KEHITYSEHDOTUKSET

Opinnäytteen tavoitteena oli selvittää, onko Helsingin kaupungille määriteltyjen ensisijaisten ilmastomuutoksen sopeutumis- ja hillintätoimenpiteiden välillä yhteyksiä ja jos on, minkälaisia ne ovat luonteeltaan. Niin ikään työn tavoitteena oli selvittää, vaikuttavatko ensisijaisiksi määritellyt sopeutumistoimenpiteet Helsingin kaupungin ympäristöpolitiikan tavoitteisiin ilmansuojelun, meluntorjunnan, vesiensuojelun sekä luonnon ja maaperän suojelun osalta. Toimenpiteiden ja tavoitteiden väliset yhteydet tunnistettiin kirjallisuuskatsauksen pohjalta, minkä jälkeen tunnistettujen yhteyksien merkittävyyttä Helsingin kaupungille selvitettiin haastattelemalla viittä Helsingin kaupungin ympäristönsuojelun asiantuntijaa.

Saatujen tulosten perusteella voidaan todeta, että sekä sopeutumis- ja hillintätoimenpiteiden että sopeutumistoimenpiteiden ja ympäristöpolitiikan tavoitteiden välillä on vuorovaikutusta. Toimenpiteiden ja tavoitteiden välillä on sekä ristiriitaisia ja synergiaetua omaavia yhteyksiä että positiivisia ja negatiivisia vaikutuksia. Jotkin tunnistetut yhteydet ovat selkeitä, kun taas joissain tapauksissa yhteyden merkittävyys on epäselvä ja siihen vaikuttavat oleellisesti toimenpiteiden konkreettiset toteuttamistavat ja laajempi kokonaisuus.

Sopeutumisen ja hillinnän välisen tarkastelun tulosten pohjalta voidaan sanoa, että riippuvuuden vähentäminen fossiilisista polttoaineista voi edistää sekä sopeutumis- että hillintätavoitteita. Ristiriitaa strategioiden välille taas aiheuttaa useassa tapauksessa maankäytön suunnittelun eriävät tavoitteet: hillinnän kannalta kaupunkirakennetta on tarpeen tiivistää energiankulutuksen vähentämiseksi, kun taas sopeutumisen edistämiseksi läpäisevän, rakentamattoman pinta-alan määrä kaupungissa on tarpeen esimerkiksi hulevesitulvien välttämiseksi. Liikenteen päästöjen ja ylipäänsä autoilun vähentämiseen tähtäävillä toimenpiteillä taas on usein mahdollista vaikuttaa sopeutumiseen positiivisesti.

Sopeutumistoimenpiteiden ja ympäristöpolitiikan osalta tulokset osoittavat, että sopeutumistoimenpiteillä voidaan vaikuttaa positiivisesti erityisesti vesiensuojelun sekä luonnon ja maaperän suojelun tavoitteisiin. Positiivista vaikutusta vesistöjen ravinnekuormaan vähentämiseen sekä kaupunkiluonnon monimuotoisuuden säilymiseen tuottavat erityisesti sellaiset sopeutumistoimenpiteet, joilla pyritään lisäämään viherrakenteita ja hulevesien hallintamenetelmiä kaupunkialueelle. Viherrakenteilla on myös mahdollista vaikuttaa positiivisesti ilmansuojelun ja meluntorjunnan tavoitteisiin, mutta vaikutus ei Helsingin olosuhteissa ole todennäköisesti kovinkaan merkittävä. Negatiivista vaikutusta Helsingin ilmanlaatuun ja meluntorjuntaan saattaa aiheuttaa viheralueverkoston säilyttämiseen tähtäävä sopeutumistoimenpide, mikäli asuinrakennuksia joudutaan tämän takia sijoittamaan vilkkaiden teiden varsille.

Työn tuloksena tunnistetut ristiriidat, synergiaedut sekä negatiiviset ja positiiviset vaikutukset eivät suoraan tarkoita sitä, että toimenpiteiden välillä olisi havaittuja vaikutuksia käytännössä. Usean yhteyden kohdalla vuorovaikutuksen suuruus on epäselvä, ja siihen vaikuttavat merkittävästi toi-

menpiteiden käytännön toteutustavat. Tämän työn tulokset antavatkin ensisijaisesti viitteitä ja esimerkkejä siitä, minkä tyyppisillä toimenpiteillä voi olla potentiaalia vuorovaikutukseen. Lopullinen vuorovaikutussuhde on riippuvainen siitä kokonaisuudesta, jossa toimenpiteet toteutetaan, ja suhde voi myös muuttua ajan kuluessa. Kuten luvussa 2.3.3 esitettiin, tulee myös edelleen huomioida, että vuorovaikutteisiin yhteyksiin keskittyminen ei ole automaattisesti tehokkain tapa toteuttaa ilmastonmuutospolitiikkaa.

Tämän työn tulokset antavat suuntaa siitä, minkälaisia yhteyksiä Helsingin kaupungin ympäristötavoitteiden ja kaupungissa suunniteltavien ilmasto-toimenpiteiden välillä saattaa olla. Toimenpiteiden välisien yhteyksien tarkastelua tulisi seuraavissa vaiheissa jatkaa syventämällä käsitystä siitä, kuinka merkittäviä tunnistetut yhteydet todellisuudessa ovat. Arvion perusteella voi edelleen tehdä ratkaisuja siitä, mitä positiivisia tai synergiaetua omaavia yhteyksiä kaupungissa tulisi alkaa vahvistaa ja vastaavasti mitä negatiivisia tai ristiriitaisia yhteyksiä pyrkiä minimoimaan.

LÄHTEET

Aalto 2010. Liikenneympäristön turvallisuus ja miellyttävyys: melun torjunta. Turvallinen kaupunki -verkkosivusto. Viitattu 13.8.2014. <http://www.turvallinenkaupunki.fi/turvallisuusteemat/liikenneturvallinen-elinymparisto/suunnittelun-suuntaviivoja/liikenneympariston-turvallisuus-ja-miellyttavyys>

Aalto-yliopisto. n.d. Sopeutumisen ja hillinnän väliset kytkennät. Ilmasto-opas -verkkoportaali. Viitattu 13.5.2014. <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/sopeutuminen/-/artikkeli/9b35241c-70d6-4007-8bd2-adc889298b8b/sopeutumisen-ja-hillinnan-valiset-kytkennat.html>

Adger, W.N., Agrawala, S., Mirza, M.M.Q., Conde, C., O'Brien, K., Pulhin, J., Pulwarty, R., Smit, B. & Takahashi, K. 2007. Assessment of Adaptation Practices, Options, Constraints and Capacity. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 717-743.

Adger, W. N., Arnell, N. W. & Tompkins, E. L. 2005. Successful adaptation to climate change across scales. Global environmental change 15 (2005): 77-86. Viitattu 27.3.2014. <http://www.bonn-dialogues.com/file/get/9991.pdf>

Denton, F., T.J. Wilbanks, A.C. Abeysinghe, I. Burton, Q. Gao, M.C. Lemos, T. Masui, K.L. O'Brien, and K. Warner, 2014. Climate-resilient pathways: adaptation, mitigation, and sustainable development. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Euroopan unionin komissio 2005. Winning the battle against global climate change. Comission Staff Working Paper. Background paper.

Field, C. B., Barros, V. R., Mastrandrea, M. D., Mach, K., J. 2014. Technical summary in: Climate Change 2014: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Viitattu 20.7.2014. http://ipcc-wg2.gov/AR5/images/uploads/WGIIAR5-TS_FGDall.pdf

Füssel, H. 2007. Adaptation planning for climate change: concepts, assessment approached, and key lessons. Sustain Science. Review article. Viitattu 15.6.2014. http://startinternational.org/library/archive/files/adaptation-planning-concepts_d6a30029a5.pdf

Haapala, A. & Järvelä, E. 2014. Helsingin ilmastomuutokseen sopeutumisen toimenpiteiden priorisointi. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisu 11/2014. <http://www.hel.fi/static/ymk/julkaisut/julkaisu-11-14.pdf>

Hagler G. S. W., Lin M.-Y., Khlystov A., Baldauf R. W., Isakov V., Faircloth J. & Jackson L.E. 2012. Field investigation of roadside vegetative and structural barrier impact on near-road ultrafine particle concentrations under a variety of wind conditions. *Science of the Total Environment* 2012 (419) 7–15. Viitattu 15.7.2014. Saatavissa Science Direct -tietokannassa: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969711014070>

Helsingin Energia 2010. Helsingin Energian kehitysohjelma kohti hiilineutraalia tulevaisuutta. Viitattu 11.8.2014.

Helsingin kaupunki 2013a. Strategiaohjelma 2013-2016. Kaupunginvaltuuston hyväksymä 24.4.2013. http://www.hel.fi/static/taske/julkaisut/2013/Strategiaohjelma_2013-2016_Kh_250313.pdf

Helsingin kaupunki 2013b. Strategiaohjelma. Viitattu 22.4.2014. <http://www.hel.fi/www/Helsinki/fi/kaupunki-ja-hallinto/strategia-ja-talous/strategiaohjelma/>

Helsingin kaupunki 2012a. Helsingin kaupungin ympäristöpolitiikka. Kaupunginvaltuuston hyväksymä 26.9.2012. http://www.hel.fi/wps/wcm/connect/e3faf1004a158b94a843ecb546fc4d01/Ymparistopolitiikka_kvsto+hyvaksyma.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=e3faf1004a158b94a843ecb546fc4d01

Helsingin kaupunki 2012b. Helsingin kaupungin ympäristöpolitiikan päivittämisen taustamuistio. Liite 1 asiakirjassa: Helsingin kaupunki 2012a. Helsingin kaupungin ympäristöpolitiikka. Kaupunginvaltuuston hyväksymä 26.9.2012. http://www.hel.fi/wps/wcm/connect/e52c1e004a158b94a844ecb546fc4d01/Taustamuistio_130211.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=e52c1e004a158b94a844ecb546fc4d01

Helsingin kaupunki 2012c. Helsingin kaupungin ympäristöjohtaminen. Viitattu 22.4.2014. http://www.hel.fi/hki/Ymk/fi/Ymp_rist_ohjelmat/Ymp_rist_johtaminen

Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto 2013. Helsingin yleiskaava. Viitattu 23.8.2014. <http://www.yleiskaava.fi/>

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2013. Tutki ja kirjoita. 15.–17. uud. p. Helsinki: Tammi.

HSY 2012. Pääkaupunkiseudun ilmastomuutokseen sopeutumisen strategia. Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä.

http://www.hsy.fi/tietoahsy/Documents/Julkaisut/10_2012_paakaupunkiseudun_ilmastonmuutokseen_sopeutumisen_strategia.pdf

Huuska, P. 2014. Ympäristösuunnittelija. Helsingin kaupungin ympäristökeskus. Henkilökohtainen tiedonanto 11.8.2014.

Illman, J., Halonen, M., Rinne, P., Huq, S. & Tveitdal, S. 2013. Scoping study on financing adaptation-mitigation synergy activities. Nordic Council of Ministers. Nordic Working papers.
<http://www.norden.org/en/publications/publikationer/2013-902>

Ilmastonkestävä kaupunki 2014. Viitattu 18.8.2014.
www.ilmastotyokalut.fi

Ilmastonmuutoksen kansallinen sopeutumissuunnitelma 2022. Luonnos 22.8.2014. Viitattu 1.9.2014.

Ilmatieteen laitos. n.d. Maanpinnan kohoaminen hillitsee merenpinnan nousua Suomen rannikoilla. Ilmasto-opas -verkkoportaali. Viitattu 16.8.2014.
<https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/suomen-muuttuva-ilmasto/-/artikkeli/338246aa-d354-4607-b087-cd9e0d4a3d04/maankohoaminen-hillitsee-merenpinnan-nousua-suomen-rannikolla.html>

Ilmatieteen laitos & Ympäristöministeriö 2014. IPCC:n 5. arviointiraportin osaraportin 1 infografiikat kuvaavat ilmastonmuutoksen luonnontieteellistä taustaa. Ilmasto-opas -verkkoportaali. Viitattu 18.8.2014.
<https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/videot-ja-visualisoinnit/-/artikkeli/178e8529-faff-4f28-a2eb-f9c322eefe54/ipcc5-infografiikat-osa-1-luonnontieteellinen-tausta.html>

IPCC 2007. Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Viitattu 18.8.2014.
http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/syr/en/main.html

IPCC 2013. Summary for Policymakers. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Viitattu 20.7.2014.
http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_SPM_FINAL.pdf

Kalansuriya, C., Pannila, A. & Sonnadara, D. 2009. Effect of roadside vegetation on the reduction of traffic noise levels. Proceedings of the Technical Sessions, 25 (2009): 1-6. Viitattu 15.7.2014.
http://www.academia.edu/2273952/Effect_of_roadside_vegetation_on_reduction_of_traffic_noise_levels

Kivimaa, P., Huttunen, S., Hildén, M., Laturi, J., Lehtonen, H., Pohjola, J., Uusivuori, J. & Virtanen, Y. 2012. Ilmastopolitiikan ja muun yhteis-

kuntapolitiikan koherenssi. Ristiriidat ja synergiat metsäbioenergiaan ja elintarvikeketjuihin vaikuttavissa politiikkatoimissa. Suomen ympäristö 34/2012. <http://hdl.handle.net/10138/38744>

Klein, R.J.T., Huq, S., Denton, F., Downing, T.E., Richels, R.G., Robinson, J.B., Toth, F.L. 2007. Inter-relationships between adaptation and mitigation. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 745-777.

Larsen, S. V., Kørnø, L. & Wejs, A. 2012. Mind the gap in SEA: An institutional perspective on why assessment of synergies amongs climate change mitigation, adaptation and other policy areas are missing. Environmental Impact Assessment Review 1 (33): 32-40. Viitattu 9.8.2014. Saatavissa Science Direct –tietokannassa: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0195925511001041>

Lukin, M. & Huuska, P. 2013. Ympäristö. Julkaisussa: Helsingin kaupungin tietokeskus. Helsingin tila ja kehitys 2013. Helsingin kaupunki 2013. http://www.hel.fi/hel2/tietokeskus/julkaisut/pdf/13_02_11_Tila_ja_kehitys_2013.pdf

Martens, P., McEvoy, D. & Chang, C. 2009. The climate change challenge: linking vulnerability, adaptation and mitigation. Current opinion in environmental sustainability 1 (1): 14–18. Viitattu 25.3.2014. Saatavissa Science Direct -tietokannassa: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877343509000128>

Moser, S. 2012. Adaptation, mitigation, and their disharmonious discontents: An essay. Climatic Change (012) 111: 165-175. Viitattu 20.7.2014. Saatavissa Springer-tietokannassa: <http://link.springer.com/article/10.1007/s10584-012-0398-4#page-2>

Nurmi, P. n.d. Sadevesiviemäreiden vedenlaatu. Viitattu 16.7.2014.

Rasinmäki, J. & Känkänen, R. 2014. Kuntien hiilitasekartoitus osa 1: Helsingin, Lahden, Turun, Vantaan ja Espoon maankäyttösektorin kasvihuonekaasupäästöt, hiilinielut ja hiilivarastot. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 9/2014. <http://www.hel.fi/static/ymk/julkaisut/julkaisu-09-14.pdf>

Ryynänen, E., Oja, L., Vehviläinen, I., Pietiläinen, O-P., Antikainen, R. & Tainio, P. 2014. Helsingin 30 % päästövähennysselvitys. Kasvihuonekaasupäästöjen kehitys ja vähentämisen kustannustehokkaat toimenpiteet. Julkaisematon.

Saaranen-Kauppinen, A. & Puusniekka, A. n.d. Luku 3.3. ja 5.5. Kvali-MOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. Viitattu 10.8.2014.

<http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/kvali/sisallys.html>

Salminen, A. 2011. Mikä kirjallisuuskatsaus? Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyyppeihin ja hallintotieteen sovelluksiin. Vaasan yliopiston julkaisu. Vaasan yliopisto. Viitattu 6.8.2014.
www.uva.fi/materiaali/pdf/isbn_978-952-476-349-3.pdf

Salminen, P. 2013. Helsingin, Lahden ja Turun kaupunkien vertaisarvio ilmastopolitiikasta ja hulevesien hallinnasta. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 15/2013.
<http://www.hel.fi/static/ymk/julkaisut/julkaisu-15-13.pdf>

THL 2014. Näkökulmia liikkumisen edistämiseen. Viitattu 16.7.2014.
http://www4.thl.fi/fi_FI/web/fi/tutkimus/hankkeet/begacys/liikkumisen_elistaminen

Tröltzsch, J. 2013. Cost-benefit analysis of adaptation measures in Germany. Berlin Ecologic Institute. Presentation. Viitattu 16.7.2014.

Oxforddictionaries n.d. Viitattu 30.7.2014.
<http://www.oxforddictionaries.com/definition/english/synergy>

Valtioneuvoston kanslia. 2009. Valtioneuvoston tulevaisuusselonteko ilmasto- ja energiapolitiikasta: kohti vähäpäästöistä Suomea. Valtioneuvoston kanslian julkaisusarja 28/2009.
http://vnk.fi/julkaisukansio/2009/j28-ilmasto-selonteko-j29-klimat-framtidsredogorelse-j30-climate_/pdf/fi.pdf

Wamsler, C. 2014. Cities, Disaster Risk and Adaptation. Routledge Critical Introductions to Urbanism and the City. New York: Routledge.

Yrjölä, T. & Viinanen, J. 2012. Keinoja ilmastonmuutokseen sopeutumiseksi Helsingin kaupungissa. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 2/2012.
<http://www.hel.fi/static/ymk/julkaisut/julkaisu-02-12.pdf>

