



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
VASA YRKESHÖGSKOLA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Riikka Helena Salo

ESISELVITYS ILMASTONMUUTOKSEN
HUOMIOIMISEKSI VAASAN YLEIS-
KAAVASSA 2030

Tekniikka ja liikenne

2010

ALKUSANAT

Tämä selvitys on tehty opinnäytetyönä Vaasan ammattikorkeakoulun ympäristötekniikan koulutusohjelmassa Vaasan kaupungin Kaupunkisuunnittelun osastolle. Opinnäytetyötäni on koulun puolelta ollut valvojana lehtori Vesa-Matti Honkanen sekä lehtori Riitta Niemelä, joka on avustanut ilmastonmuutoksen luonnontieteelliseen taustaan liittyvissä asioissa. Vaasan kaupungin puolesta ohjaajana on toiminut kaavoitusarkkitehti Harri Nieminen.

Kiitän Vaasan kaupungin kaupunkisuunnittelun osastoa erittäin mielenkiintoisesta ja ajankohtaisesta opinnäytetyömahdollisuudesta sekä kannustamisesta ja tukemisesta valtavan materiaalmäärän hallitsemiseksi. Erityiset kiitokset Harri Niemiselle, jonka alaisuudessa olen saanut mahdollisuuden tehdä tätä työtä Vaasan kaupungille sekä Vesa-Matti Honkaselle ja Riitta Niemelälle neuvoista ja ohjauksesta opinnäytetyöprosessin aikana.

Kiitokset myös kaikille muille henkilöille, jotka ovat omalta osaltaan olleet mukana suunnittelemassa opinnäytetyön sisältöä sekä auttaneet, neuvoneet, ideoineet tai kannustaneet tämän työn tekemisessä.

Tämän työn tekeminen on ollut pitkälinen prosessi; ei pelkästään valtavan materiaalmäärän läpikäymisen vuoksi, vaan myös itse työn rajauksen, sisällön ja ideoiden osalta. Olen tehnyt työtä etätöinä Vaasan kaupungille kotoa käsin, ja työn etenemistä on seurattu säännöllisin väliajoin pidettävissä kokouksissa. Etätöskentely on antanut paljon vapautta, mutta tuonut myös suuren vastuun, jonka pohjalta olen joutunut kyseenalaistamaan omat työskentelytapani useasti. Kokonaisuudessaan työn tekeminen on avannut minulle aivan uudenlaisen tavan tarkastella sekä itseäni, että ympäröivää maailmaa (ilmastonmuutoksen kautta). Uskon, etten tämän tutkimustyön jälkeen ole enää entiseni.

Seinäjoella 7.10.2009

Riikka Salo

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
Ympäristötekniikan koulutusohjelma

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Riikka Salo
Opinnäytetyön nimi	Esiselvitys ilmastonmuutoksen huomioimiseksi Vaasan yleiskaavassa 2030
Vuosi	2009
Kieli	suomi
Sivumäärä	81
Ohjaajat	Vesa-Matti Honkanen, Riitta Niemelä

Työn tarkoituksena oli selvittää ilmastonmuutoksen mahdollisia vaikutuksia Vaasassa sekä niitä keinoja, joilla ilmastonmuutos voidaan huomioida kaavoitustyössä. Tällaisia vaikutuksia ovat mm. mahdollisten tulvien, myrskyjen, tuulien ja kasvihuonekaasupäästöjen aiheuttamat ongelmat sekä keinot niiden estämiseksi ja vähentämiseksi. Lähtökohdat kaavoitustyöhön määräytyvät lainsäädännöstä, erityisesti maankäyttö- ja rakennuslaista (132/1999) sekä 1.3.2009 tarkistetusta valtakunnallisista alueidenkäyttötavoitteista, jossa ilmastonmuutos on otettu huomioon.

Tutkimusaineistona tässä selvityksessä on pääasiallisesti käytetty kirjallisuutta sekä sähköisiä julkaisuja. Niiden pohjalta on pohdittu ilmastonmuutosta ja sen vaikutuksia yhdyskuntasuunnitteluun ennakoinnin, estämisen, varautumisen, hillitsemisen ja sopeutumisen näkökulmista. Lisäksi on arvioitu sitä, miten Vaasan yleiskaava 2030 vaikuttaa ilmastonmuutokseen ja miten ilmastonmuutos voi puolestaan vaikuttaa yleiskaavaan. Lopuksi on pohdittu myös ilmastonmuutokseen liittyviä epävarmuustekijöitä ja ongelmia kaavoituksen näkökulmasta.

Tuloksena tutkimustyössä on kerätty yhteen perustietoa ilmastonmuutoksesta, sen historiasta, kansainvälisestä ja kansallisesta lainsäädännöstä sekä ilmastonmuutoksen keskeisimmistä vaikutuksista. Työ ei paneudu yksityiskohtaisesti ilmastonmuutoksen ja yleiskaavan keskinäisiin vaikutuksiin, vaan antaa hyvän pohjan ja lähtökohdan mahdollisten lisäselvitysten sekä vaihtoehtojen tekemiselle suunnittelutyössä.

Asiasanat	ilmastonmuutos, kaavoituslainsäädäntö, kaavoitus, maankäyttö ja rakentaminen, yleiskaava, Vaasa yleiskaava 2030
-----------	---

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
Ympäristötekniikan koulutusohjelma

ABSTRACT

Author	Riikka Salo
Title	Climate Change in General Plan 2030 of Vaasa – a Preliminary Study
Year	2009
Language	Finnish
Pages	81
Name of Supervisors	Vesa-Matti Honkanen, Riitta Niemelä

The purpose of this thesis was to examine the contingency effects of global warming and how those effects may appear in land use planning for the City of Vaasa. Such effects include, for example, possible floods, storms, winds and problems caused by greenhouse gases and the means to prevent and diminish them. The basis for the thesis is determined by legislation, especially with the Land Use and Building Act (132/1999) and The Revised National Land Use Guidelines of Finland (1.3.2009) which has taken global warming into consideration.

The research of this thesis was based on literature and electronic publications. The research material was used to evaluate climate change and its effect on urban planning and also observe the different viewpoints of anticipating, preventing, restraining and adapting. Additionally, it was estimated how the General Plan 2030 of Vaasa will affect on climate change and vice versa. Also contingency effects and problems that relate to global warming were also considered from the point of view of land use planning.

In this thesis all the basic information about global warming, history of the climate policy, international and national legislation and the central effects of global warming were gathered. As a result this thesis is a useable information source and instrument for further researches that may be necessary even though it is not a particular study of interactions between global warming and land use planning.

Keywords	Climate Change, Planning Legislation, Land Use Planning, General Planning, General Plan 2030 of Vaasa
----------	---

SISÄLLYS

ALKUSANAT	2
1 JOHDANTO	7
2 TYÖN TAVOITE	8
2.1 Vaasan kaupunki	9
2.1.1 Vaasan kaupungin visio ja strategia kaavoituksesta	10
2.2 Maankäyttö- ja rakennuslaki sekä -asetus kaavoituksessa.....	10
2.2.1 Alueiden käytön suunnittelun tavoitteet	11
2.2.2 Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet	12
2.2.3 Maakuntakaava	14
2.2.4 Vaasan yleiskaava 2030	17
2.2.5 Liikenneselvitykset	19
3 ILMASTONMUUTOKSEN TAUSTAA	21
3.1 Yleistä taustaa	21
3.2 Kasvihuoneilmiö ja -kaasut.....	21
3.3 Ilmastonmuutos	23
3.3.1 Ilmastonmuutoksen tiedostaminen.....	25
3.3.2 Ilmastonmuutostutkimuksen organisoituminen	27
3.3.3 Ilmastonmuutos nyt.....	28
3.4 Ilmastonmuutoksen torjuminen ja ilmastopolitiikka.....	28
3.4.1 Kansainvälinen ilmastopolitiikka.....	29
3.4.2 Kansallinen ilmastopolitiikka ja kuntien rooli	33
3.5 Suomen ilmasto	37
3.5.1 Nykyinen ilmasto	37
3.5.2 Ilmastonmuutoksen havaitseminen Suomessa	38

3.5.3 Tuleva ilmastonmuutos Suomessa	39
4 ILMASTO JA SEN MUUTTUMISEN VAIKUTUKSET MAANKÄYTTÖÖN JA RAKENTAMISEEN VAASASSA	41
4.1 Ennakoitu ilmastonmuutos Vaasassa	41
4.2 Merenpinnan muutokset.....	42
4.2.1 Ilmastonmuutoksen vaikutus vedenkorkeuteen Vaasassa.....	44
4.2.2 Alin korkeusasema ja aallonkorkeus.....	45
4.3 Vaasan kaupungin kasvihuonepäästöt.....	46
4.4 Ilmastonmuutoksen aiheuttamia muutoksia Vaasassa	47
4.5 Rakennettu ympäristö.....	48
5 YLEISKAAVOITUKSEN VAIKUTUKSET ILMASTONMUUTOKSEEN ..	51
5.1 Tiivis vai hajautettu yhdyskuntarakenne?	51
5.2 Ilmastopolitiikka avainasemassa seutu- ja kuntapolitiikassa?	54
5.3 Kaavojen kehittäminen ilmastonmuutos huomioiden.....	55
6 VAASAN YLEISKAAVA 2030 JA ILMASTONMUUTOS	59
6.1 Maisemarakenne ja viheraluejärjestelmä lähtökohtana	60
6.2 Maisemarakenteen hyödyntäminen.....	64
6.3 Viheraluejärjestelmän hyödyntäminen.....	65
6.4 Ongelmat ja epävarmuustekijät yleiskaavan ilmastonmuutostarkastelussa	67
7 YHTEENVETO	71
LÄHDELUETTELO	74

1 JOHDANTO

Vuonna 2007 arktinen merijää Pohjoisnavalla on vähimmillään vuoden 1970-luvun satelliittimittausten aloittamisen jälkeen ja Luoteisväylä avautuu ensimmäistä kertaa jäistään historiallisena aikana. Joulukuussa 2007 tutkimus paljasti, että jopa 150 miljoonaa ihmistä maailman suurimmissa rannikkokaupungeissa uhkaavat tulvat vuoteen 2070 mennessä ja luku on kolme kertaa suurempi kuin mitä vaarassa olevien ihmisten määrä vuonna 2007 on. Vuosi 2008 ei tuonut poikkeusta uutisvirtaan. Tammikuussa kerrottiin, että Grönlannin jäätiköt sulavat nopeammin kuin milloinkaan aiemmin 50 vuoteen ja syynä tähän olivat aiempien vuosien lämpimät kesät. Yhdistyneet Kansakunnat (YK) tiedotti, että maailman jäätiköt jatkavat sulamistaan ja se on ollut ennätyksellistä vuosien 2004-2005 ja 2005-2006 aikana, lisäksi keskimääräinen nopeus sulamisessa ja jäätiköiden ohentumisessa on enemmän kuin kaksinkertaistunut. Tutkijat osoittivat myös Yhdysvaltojen länsiosien lämpenevän kaksi kertaa nopeammin kuin muu maailma. (Worldwatch-instituutti 2009, 18-23) Kaikkia näitä uutisia yhdistää ilmastonmuutos, joka välittyy maailmanlaajuisiin uutisiin lähes päivittäin.

Ilmastonmuutos aiheena on niin ajankohtainen, että Worldwatch-insituutin koama ja julkaisema sarja ”Maailman Tila” käsittelee vuonna 2009 pelkästään ilmastonmuutosta. Yhdistyneet Kansakunnat (YK) järjestävät joulukuussa 2009 ilmastokonferenssin ja yksittäisilläkin ihmisillä on jonkinlainen näkemys siitä, mitä ilmastonmuutos on.

Globaali ilmastonmuutos koskettaa jokaista, valtioita, kansakuntia, yrityksiä, yhteisöjä, kaupunkeja, yksilöitä eli meitä ihmisiä ja tämän takia ilmastonmuutoksesta on olemassa useita erilaisia näkemyksiä, osa puolesta, osa vastaan ja loput näiden väliltä. Tärkeintä on muistaa, että maailmanlaajuinen ilmasto on meille kaikille yhteinen, eikä se ole kenenkään omistuksessa. Täten myös vastuu ilmastosta, sen mahdollisesta muuttumisesta tai toiminnasta sen pysäyttämiseksi, kuuluu meille kaikille, tasapuolisesti.

2 TYÖN TAVOITE

Maailmanlaajuinen yhteistyö on avainasemassa ohjaamassa toimia ilmastonmuutoksen osalta, selvitystyö on tehtävä valtion tasolla sekä edelleen kuntatasolla. Tämä selvitystyö on tehty Vaasan kaupungin Kaupunkisuunnittelun osastolla ja sen tavoitteena on ennakoida ja arvioida miten Vaasan yleiskaava 2030 vaikuttaa ilmastonmuutokseen sekä miten ilmastonmuutos voisi vaikuttaa yleiskaavaan. Selvityksen avulla saadaan suunnittelutyön avuksi tietoa ilmastonmuutoksen mahdollisista vaikutuksista Vaasassa sekä keinoja näiden vaikutusten huomioimiseen. Tällaisia keinoja ovat mm. mahdollisten tulvien, myrskyjen ja tuulien sekä kasvihuonekaasupäästöjen aiheuttamat ongelmat sekä keinot niiden estämiseksi ja vähentämiseksi. Työn lähtökohdat määräytyvät lainsäädännöstä, erityisesti maankäyttö- ja rakennuslaista. Lisäksi selvitystä ohjaavat valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet ja niille alisteinen Pohjanmaan maakuntakaava, joissa molemmissa myös ilmastonmuutos on otettu huomioon. Edellä mainitut ohjaavat maankäyttöä ja maankäytön suunnittelua, joten ilmastonmuutostarkastelu on valtiotasollakin koettu tärkeäksi. Tätä tukee myös esim. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisu vuodelta 2005 ”Ilmastonmuutoksen kansallinen sopeutumisstrategia”.

Selvityksessä pohditaan ilmastonmuutosta ja sen vaikutuksia yhdyskuntasuunnitteluun ennakoinnin, estämisen, varautumisen, hillitsemisen ja sopeutumisen näkökulmista. Tulisiko meidän ihmistoimin ennakoida ilmastonmuutosta ja pyrkiä estämään sen vaikutuksia vai tulisiko ilmastonmuutosta vain hillitä ja sopeutua siihen? Toisaalta, onko ihmistoimin mahdollista edes estää ilmasto muuttumasta? Mikä on siis riittävää ja tarpeellista toimintaa ilmaston muuttuessa? Entä voidaan yhdyskuntasuunnittelussa ottaa samanaikaisesti huomioon useita erilaisia ilmastonmuutokseen liittyviä näkökohtia ja tuottaa sen pohjalta laadukasta suunnittelutyötä?

Tämä työ ei paneudu yksityiskohtaisesti ilmastonmuutoksen ja yleiskaavan keskinäisiin vaikutuksiin, vaan kokoaa ne keskeisimmät ilmastonmuutoksen vaikutukset, joiden pohjalta voidaan mahdollisuuksien mukaan tehdä lisäselvityksiä ja

vaihtoehtoja suunnittelutyön avuksi. Tutkimusaineistona tämän selvitystyön tekemisessä käytettiin pääasiallisesti kirjallisuutta sekä sähköisiä julkaisuja.

2.1 Vaasan kaupunki

Vaasan kaupunki sijaitsee Suomen länsirannikolla Länsi-Suomen läänissä Pohjanmaan maakunnassa. Vaasa sijaitsee Merenkurkun kapeimmalla kohdalla, josta vuonna 2006 Suomenpuoleinen rannikko-osa nimettiin Suomen ensimmäisenä luontokohteena Unescon maailmanperintökohteeksi. Kaakko-luoteissuuntainen merenlahti – Eteläinen Kaupunginselkä, jonne laskevat Laihianjoki-Tuovilanjoki sekä Sulvanjoki – jakaa kaupungin kahteen osaan. Keskusta-alueet, sekä suurin osa muusta kaupunkirakenteesta, sijaitsevat Eteläisen Kaupunginselän koillispuoleisella rannalla.

Erityispiirteenä alueella on maankohoaminen ja Pohjanmaan sanotaankin sananmukaisesti nousevan merestä. Maankohoaminen alkoi, kun viimeisimmän jääkauden jäätikköjen sulaessa maanpinta vapautui jäämassojen painosta. Osin maankohoamisen vuoksi on kaupungin keskusta siirretty 7 kilometrin päästä nykyiselle paikalleen Vanhan Vaasan palon jälkeen vuonna 1852. Kohoamista tapahtuu edelleen, noin vajaa 1 senttimetriä vuodessa, ja merenranta pakenee yhä kauemmaksi kaupungista. Suurimmat ongelmat ovat Eteläisellä Kaupunginselällä, kun delta-alue kasvaa jokien mukanaan tuoman lietteen takia hiljalleen umpeen kohti keskustaa keskimäärin 10 metriä vuodessa. (Vaasan kaupunki, 2009a)

Toinen geologinen erityispiirre alueella on Söderfjärdenin meteoriittikraatteri Vaasan ja Mustasaaren rajalla, noin 10 kilometrin päässä Vaasan keskustasta etelään. Yli 520 miljoonaa vuotta sitten meteoriitin törmäyksessä syntyneen kraatterin läpimitta on lähes 6 kilometriä ja syvyyttä yli 300 metriä. Meteoriitin törmäyksessä syntyneet kallio- ja harjurenkaat reunustavat kraatterin reunoja ja ne nousevat paikoin jopa yli 50 metrin korkeuteen. Aikaisemmin Söderfjärden on palvelut kalastusalueena, sillä kraatterin pohja on merenpinnan alapuolella ja siellä oli vettä. Nykypäivänä Söderfjärden on kuivatettu ja se toimii kuusikulmaisena maanviljelysalueena, jolla on pinta-alaa 2 300 hehtaaria. (Center för lokal utveckling, 2001)

Vaasan kaupungin läheisimmät kunnat ovat Laihia, Maalahti, Mustasaari ja Vähäkylä, joista Maalahden ja Mustasaaren kuntien kanssa on yhteistä kantarajaa.

Suomen ilmasto jaetaan viiteen eri pääluokkaan, joista Vaasa kuuluu eteläboreaaliseen vyöhykkeeseen, joka ulottuu Pohjanlahden rannikoilla Kokkolan seudulle ja kattaa koko Järvisuomen alueen. Eteläboreaalilla alueella suot esiintyvät vain laaksopainanteissa, sillä kesän ollessa tarpeeksi pitkä ja lämmin, ehtii maa kuivua ja lämmitä melko hyvin. Vaasassa soita esiintyy erikoislaatusesta myös selännealueilla. Eteläboreaalilla alueella esiintyy lisäksi runsaasti puustoa, joka vaikuttaa voimakkaasti ilmastoon. (Ilmatieteen laitos 2008d)

2.1.1 Vaasan kaupungin visio ja strategia kaavoituksesta

Vaasan kaupungilla on kaupunginvaltuuston marraskuussa 2006 hyväksymä visio ”Vaasassa hyvä elämä 2020” sekä siihen liittyvät strategiat. Niiden tarkoituksena on toteuttaa ja edistää kaupungin strategisten tavoitteiden ja kestävän kehityksen mukaista yhdyskuntarakennetta. Kaavoitusohjelman, jonka kaupunginhallitus on hyväksynyt, tavoitteena on taloudellinen ja turvallinen kaupunkirakenne. Tarkoituksena on luoda Vaasa, joka on lähiympäristöltään virikkeinen, omaleimainen, historialliset ominaispiirteensä säilyttävä sekä mittakaavaltaan inhimillinen. Strategisena ajatuksena kaavoituksessa on, että suunnittelun avulla vertaillaan erilaisia maankäyttövaihtoehtoja sekä tiivistetään ja kehitetään kaupunkirakennetta. Myös kaupunkiympäristön laadun parantaminen sekä yhteistyö ja vuorovaikutteisuus eri toimintakenttien kanssa on sisällytetty kaavoituksen strategiaan. (Vaasan kaupunki 2008b, 11)

2.2 Maankäyttö- ja rakennuslaki sekä -asetus kaavoituksessa

Maankäyttö- ja rakennuslain (MRL132/1999) yleisiä tavoitteita ovat 1. pykälän mukaan alueiden käyttö ja rakentaminen siten, että ne luovat edellytykset hyvälle elinympäristölle; ekologisen, taloudellisen, sosiaalisen ja kulttuurisen kestävän kehityksen edistäminen, sekä jokaisen osallistumismahdollisuuksien turvaaminen asioiden valmisteluun, suunnittelun laatuun ja vuorovaikutteisuuteen. Lisäksi laki pyrkii edistämään asiantuntemuksen monipuolisuutta ja avointa tiedottamista käsiteltävinä olevissa asioissa. Lain yleisiä tavoitteita täydentävät alueiden käytön

suunnittelun tavoitteet (5 §) ja rakentamisen ohjauksen tavoitteet (12 §), joille on yhteistä pyrkimys luoda terveellinen, turvallinen ja viihtyisä elinympäristö, joka on sosiaalisesti toimiva ja jossa eri väestöryhmien tarpeet on otettu huomioon (Ympäristöministeriö 2008a).

Maankäyttö- ja rakennusasetuksen (MRA895/1999) yleisissä sääöksissä 1. pykälässä säädetään vaikutusten selvittämisestä kaavoja laadittaessa, jotta voidaan arvioida suunnitelman toteuttamisen merkittävät välittömät ja välilliset vaikutukset. Riittävät tiedot selvityksessä on annettava vaikutuksista

- ihmisten elinoloihin ja elinympäristöön
- maa- ja kallioperään, veteen, ilmaan ja ilmastoon
- kasvi- ja eläinlajeihin, luonnon monimuotoisuuteen ja luonnonvaroihin
- alue- ja yhdyskuntarakenteeseen, yhdyskunta- ja energiatalouteen sekä liikenteeseen
- kaupunkikuvaan, maisemaan, kulttuuriperintöön ja rakennettuun ympäristöön.

Maankäyttö- ja rakennuslaissa on myös määritelty viranomaiset ja kaavatasot tehtävineen. Kaikilla kaavoilla on oma tarkoituksensa ja niiden avulla määrätään valtakunnallisista tavoitteista aina yksityiskohtaiseen rakentamiseen jopa rakennusten sijoittamisen tarkkuudella. Kaavamerkinnot on määriteltyä Suomen rakentamismääräyskokoelmassa.

2.2.1 Alueiden käytön suunnittelun tavoitteet

Alueiden käytön suunnittelun tavoitteena on vuorovaikutteiseen suunnitteluun ja riittävään vaikutusten arviointiin perustuen edistää

- turvallisen, terveellisen, viihtyisän, sosiaalisesti toimivan ja eri väestöryhmien kuten lasten, vanhusten ja vammaisten, tarpeet tyydyttävän elin- ja toimintaympäristön luomista
- yhdyskuntarakenteen ja alueiden käytön taloudellisuutta
- rakennetun ympäristön kauneutta ja kulttuuriarvojen vaalimista
- luonnon monimuotoisuuden ja muiden luonnonarvojen säilymistä

- ympäristönsuojelua ja ympäristöhaittojen ehkäisemistä
- luonnonvarojen säästeliästä käyttöä
- yhdyskuntien toimivuutta ja hyvää rakentamista
- yhdyskuntarakentamisen taloudellisuutta
- elinkeinoelämän toimintaedellytyksiä
- palvelujen saatavuutta sekä
- liikenteen tarkoituksenmukaista järjestämistä sekä erityisesti joukko-
liikenteen ja kevyen liikenteen toimintaedellytyksiä (MRL 132/1999,
5§).

2.2.2 Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet

Valtakunnallisista alueidenkäyttötavoitteista (VAT) on päättänyt Valtioneuvosto 30.11.2000 ja ne ovat osa maankäyttö- ja rakennuslain mukaista alueidenkäytön suunnittelujärjestelmää, johon kuuluvat lisäksi maakuntakaava, yleiskaava ja asemakaava. Niiden tavoitteena on turvata kestävä kehitys ja hyvä elinympäristö sekä tukea ja edistää maankäyttö- ja rakennuslain yleisten tavoitteiden saavuttamista. Tarkoituksena on varmistaa valtakunnallisesti merkittävien seikkojen huomioonottaminen, auttaa saavuttamaan alueidenkäytön suunnittelun tavoitteet, toimia valtakunnallisesti kaavoituksen ennako-ohjauksen välineenä, edistää ennako-ohjausta sekä kansainvälisten sopimusten täytäntöönpanoa ja luoda alueidenkäyttöllisiä edellytyksiä. (Ympäristöministeriö 2000, 8; Ympäristöministeriö 2009b)

Tavoitteiden tarkoituksena on ensisijaisesti varmistaa maakuntien ja kuntien kaavoituksessa sekä valtion viranomaisten toiminnassa valtakunnallisesti merkittävien asioiden huomioon ottaminen. Niiden pohjalta on syntynyt perusta kaavoituksen ennako-ohjaukselle valtakunnallisesti merkittävässä alueidenkäytön kysymyksissä. Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet siis täsmentävät ja syventävät Maankäyttö- ja rakennuslain yleisiä tavoitteita sekä niiden pohjalta tehtyjen kaavojen sisältövaatimuksia valtakunnallisesta näkökulmasta. Yhdyskuntarakenteiden kehittämisellä voidaan alueidenkäytön näkökulmasta tarttua ympäristökysymysten haasteisiin, kuten luonnon monimuotoisuuden vähenemiseen ja ilmaston-

muutokseen. Suomessa oleellisessa osassa ovat mm. asutuksen sijoittuminen ja liikenteen päästöjen vähentäminen. (Ympäristöministeriö 2000, 8-9, 12)

Päätöksenteko alueiden käytöstä on täysin kansallista, mutta alueiden käyttöön vaikuttavat kotoisten tavoitteiden ja lakien lisäksi myös kansainväliset sopimukset, joihin Suomi on sitoutunut. Ne on otettu huomioon myös valtakunnallisissa alueidenkäyttötavoitteissa, koska useat kansainväliset sopimukset aiheuttavat velvoitteita myös alueidenkäytölle. Suomen lainsäädännön valtakunnallisiin alueidenkäyttötavoitteisiin liittyvät tärkeimmät lait ovat luonnonsuojelulaki, metsälaki, vesilaki, maa-aineslaki, laki ympäristövaikutusten arvioinnista ja ympäristönsuojelulaki, sillä kyseisissä laeissa säädetään oleellisesti alueiden käyttöön liittyvistä asioista, kuten ympäristön muuttamiselle asetetuista rajoituksista.

Suomessa alue- ja yhdyskuntarakenteella on merkittävä vaikutus ilmastonmuutokseen, johon voidaan vaikuttaa alueidenkäytön suunnittelun ratkaisuilla. Alueiden käyttöä koskevat sopimukset ovat yleensä kansainvälisiä ja tällaisia sopimuksia ovat esimerkiksi Yhdistyneiden kansakuntien ilmastonmuutosta koskeva puitesopimus (SopS 61/1994) ja biologista monimuotoisuutta koskeva yleissopimus (SopS 78/1994). Lisäksi Suomi – Euroopan Unionin jäsenmaana – on hyväksynyt vuonna 1999 Euroopan aluesuunnittelun ja aluekehityksen suuntaviivat (European Spatial Development Perspective, ESDP) eli niin kutsutun ESDP-asiakirjan, jolla on merkittävä rooli Euroopan Unionin aluesuunnittelutyössä. ESDP-asiakirjan pääasiat on luokiteltu neljään ryhmään:

- tasapainoisen ja monikeskuksisen kaupunkijärjestelmän luominen
- kaupungin ja maaseudun välisen suhteen uudistaminen
- infrastruktuurin ja tiedon yhdenmukaisen saatavuuden varmistaminen
- luonnon- ja kulttuuriperinnön järkevä hoito ja suojeleminen.

Euroopan neuvoston jäsenmaana Suomi on hyväksynyt vuonna 2000 Euroopan kestäväää aluesuunnittelua ja aluekehitystä edistävät periaatteet (Guiding Principles for Sustainable Spatial Development of the European Continent, GPSDE), joka sisältää samansuuntaisia asioita kuin ESDP-asiakirja. (Ympäristöministeriö 2000, 13, 15-16)

13.11.2008 Valtioneuvosto päätti valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden tarkistamisesta, jonka jälkeen tarkistetut tavoitteet tulivat voimaan 1.3.2009. Tarkistuksen pääasiana on ollut ilmastonmuutos sekä sen aiheuttamat haasteet, joihin on tavoitteissa puututtu tavoitemuotoiluja täsmentämällä sekä vahvistamalla niiden velvoittavuutta siten, että alueidenkäytössä luodaan edellytykset ilmastonmuutokseen sopeutumiselle. Keinoina ovat esimerkiksi yhdyskuntarakenteen eheyttäminen tai varmistaminen niin, että henkilöautoliikenteen tarve vähenee sekä vastaavasti edistetään joukkoliikenteen käytön, kävelyn ja pyöräilyn lisääntymistä. (Valtioneuvosto 2008b; Valtioneuvosto 2009a; Ympäristöministeriö 2009b)

Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet ohjaavat kaavahierarkiassa pääasiassa maakuntakaavoitusta, jonka pohjalta tavoitteet välittyvät myös yleiskaavatasolle. Tavoitteiden toteutumista kaavoituksessa valvoo laissa (MRL132/1999, 18 §) määrätty viranomais eli alueellinen ympäristökeskus. Viranomaisen tehtävänä on edistää ja ohjata kunnan alueiden käytön suunnittelun ja rakennustoimen järjestämistä sekä erityisesti valvoa, että kaavoituksessa, rakentamisessa ja muussa alueiden käytössä otetaan huomioon valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet jne.

2.2.3 Maakuntakaava

Valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden lisäksi maankäyttö- ja rakennuslaki asettaa maakuntakaavalle laadullisia vaatimuksia, ja huomiota on kiinnitettävä muun muassa alue- ja yhdyskuntarakenteen tarkoituksenmukaisuuteen, alueiden käytön ekologiseen kestävyYTEEN, maakunnan elinkeinoelämän toimintaedellytyksiin sekä alueidenkäytön taloudellisuuteen. Maakuntakaava on tärkeä osa maakunnan kehittämistä ja sen toimintojen suunnittelua, mutta se on varsin yleispiirteinen ja vaikutusalue ulottuu useamman kunnan alueelle. Maakuntakaavalla pyritään ohjaamaan maakunnan yhdyskuntarakennetta ja alueiden käyttöä keskipitkällä ja pitkällä aikavälillä. Maakuntakaavan laatii ja hyväksyy maakunnan liitto, Vaasan alueella Pohjanmaan liitto. Maakuntakaavan vahvistamisesta vastaa ympäristöministeriö.

Maakuntakaavassa esitetään maakunnan kehittämisstrategian mukaista maankäyttöä kaavakartan ja kaavamääräysten avulla. Tällaisia ovat esimerkiksi tielinjaukset

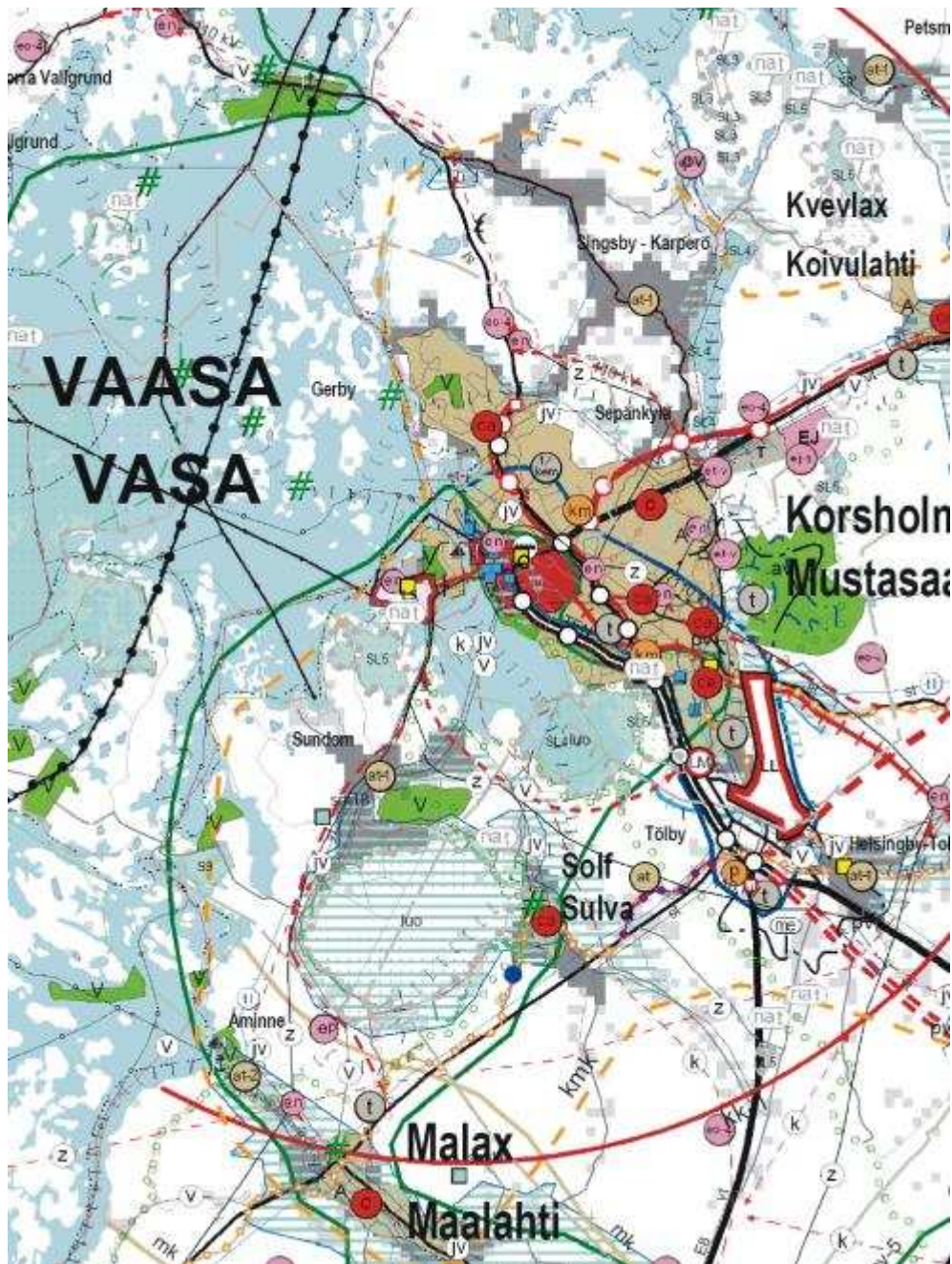
tai muut liikenneyhteydet sekä maiseman- tai luonnonsuojelualueet. Aluevaraukset toimivat perustana kuntien omalle kaavoitukselle alkaen yleiskaavoituksesta. Maakuntakaavassa esitettyihin aluevarauksiin ei voida kuntatason maankäyttöä ohjaavassa kavasuunnittelussa tehdä poikkeuksia. Esimerkiksi valtakunnallisten tieverkkojen linjausvaraukset ovat suunnittelua ja päätöksentekoa sitovia. Maakuntakaava yleispiirteisyydessään jättää kunnille varsin suuren liikkumavaran yksityiskohtaisemman yhdyskuntasuunnittelun tasolla.

Pohjanmaan liiton laatima Vaasan rannikkoseudun seutukaava (1995) on parhailaan tarkistettavana sekä täydennettävänä maankäyttö- ja rakennuslain mukaiseksi Pohjanmaan maakuntakaavaksi. Kuvassa 1 on ote Pohjanmaan maakuntakaavasta Vaasan kaupungin alueella. (Vaasan kaupunkisuunnittelu 2008b, 8)

Uuden maakuntakaavan pyrkimyksenä on tehdä pitkän aikavälin suunnitelma alueen kehittämiseksi. Kaavassa esitetyillä ratkaisulla edistetään merkittävästi mm. ekologisesti, taloudellisesti, sosiaalisesti ja kulttuurisesti kestävä kehitystä sekä luodaan edellytykset hyvälle elinympäristölle Pohjanmaalla. (Pohjanmaan liitto 2008, 4) Näiden tavoitteiden toteutumiseksi on Pohjanmaasta tehty myös suurmaisemarakenneselvitys, jonka pohjalta on selvitetty perusrungon muodostavat maakuntarajojen ulkopuolelle ulottuvat ja vedenjakajaselänteiden erottamat jokilaaksot, rannikon jokisuistoalueet sekä laaja saaristo. (Pohjanmaan liitto 2008, 31) Selvitystä voidaan käyttää apuna alueen kehittämisessä mm. liikenteen ja asumiseen soveltuvien alueiden suunnittelussa ja ympäristönäkökohtien miettimisessä.

Maakuntakaavoituksessa pääasiana on maakunnan kehittäminen ja tavoitteena on laatia kokonaisvaltainen koko maakuntaa koskeva maakuntakaava. Pohjana työlle on toiminut nykyinen vahvistettu ja vaiheittain laadittu seutukaava, jossa on käsitelty luonnonsuojelua ja virkistystä, asutusrakennetta ja liikennettä, luonnonvaroja ja kulttuurimaisemia, rantojenkäyttöä sekä puolustusvoimien alueita. Näiden lisäksi maakuntakaavassa on tarkasteltu myös yhdyskuntateknistä huoltoa, kuten jäte-, energia- ja vesihuoltoa. Painotus maakuntakaavassa on yhdyskuntarakenteessa, liikenteessä, energianhuollossa sekä rantojenkäytössä. (Pohjanmaan liitto 2008, 57)

Uuden maakuntakaavan yhtenä lähtökohtana on tehdä Vaasan seudusta Merenkurkun pääkeskus, joka toimisi Merenkurkun alueen yhteistyön keskipisteenä. Alueella jo olemassa olevat korkeatasoiset ja monipuoliset koulutusmahdollisuudet, elinkeinorakenne, kansainvälinen yhteistyö sekä maatalous antavat hyvän pohjan Vaasan kehittämiseksi valtakunnan osakeskukseksi. Maakuntakaavan avulla alueen kehitys ja kasvaminen pyritään kohdistamaan erityisesti kaupunki- ja kuntakeskuksiin sekä alakeskuksiin, joissa kaupunki- ja taajamarakennetta täydennetään ja eheytetään. Myös kuntarajat ylittävää yhteistyötä sekä kuntien yhteistä yleiskaavaa tulee kehittää. (Vaasan kaupunkisuunnittelu 2008b, 8)



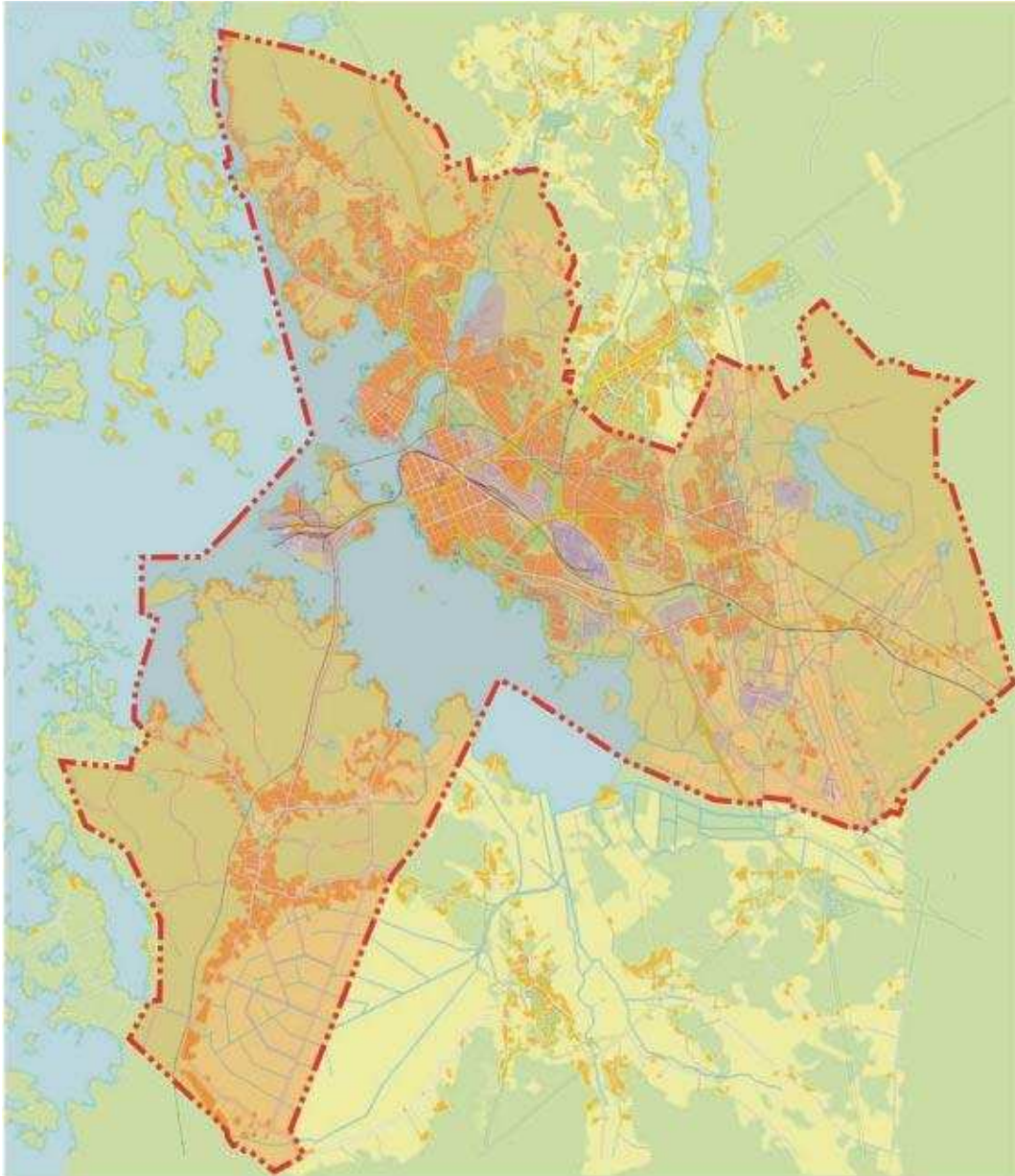
Kuva 1. Ote Pohjanmaan maakuntakaavasta (Kaupunkisuunnittelu 2008b, 9).

2.2.4 Vaasan yleiskaava 2030

Vaasan yleiskaavan 2030 suunnittelualue käsittää koko Vaasan kaupungin alueen, joka on esitettyä kuvassa 2. Suunnittelualueeseen ei kuitenkaan sisälly saaristo, jonka maankäytön suunnittelussa määrätään erikseen Saariston osayleiskaavassa. Yleiskaava 2030 sisältää selostuksen sekä kaavakartan määräyksineen ja sen hyväksyy kaupunginvaltuusto. Hyväksymisen jälkeen Vaasan yleiskaava 2030 kor-

vaa aiemmin laaditut, nyt voimassa olevat, osayleiskaavat. Yleiskaavaa on laadittu vaiheittain vuodesta 1976 lähtien ja sen rakennemallin lähtökohtina olivat silloisen nykytilanteen arviointi, väestö-, työpaikka- ja väljyyyslukuennusteet sekä rakentamismahdollisuuksien vertailu eri kasvusuunnilla. Vuosien saatossa on rakennemallin pohjalta laadittu yksityiskohtaisia osayleiskaavoja, yleissuunnitelmia ja eri toimialoja koskevia selvityksiä, joihin perustuen uusi yleiskaavaluonnos on laadittu. Yleiskaavan laatimisen edellyttämät osallistumis- ja arviointisuunnitelmat ovat olleet nähtävillä vuoden 2000 aikana. Vuonna 2005 järjestettiin myös kaavaluonnosalueen asukkaille ja osallisille suunnatut esittely- ja yleisötilaisuudet alueittain. Näin saatujen palautteiden pohjalta tarkistettu osallistumis- ja arviointisuunnitelma oli uudelleen nähtävillä vuoden 2006 aikana. Saman vuoden aikana oli nähtävillä myös yleiskaavaluonnos, josta annettujen lausuntojen, mielipiteiden sekä käytyjen neuvottelujen perusteella on laadittu yleiskaavaehdotus vuoden 2007 syksyllä ja vuoden 2008 talvella. (Vaasan kaupunkisuunnittelu 2008b, 4-5)

Maankäytön suunnittelu tukeutuu aina paikan luontoperustaan ja yleiskaavan yhtenä tavoitteista on luontoperustan säilyminen monimuotoisena, terveenä ja tuotokkyisenä huolimatta kaupunkirakenteen laajenemisesta. Vaasan luontoperustan kokonaisuudesta eli maisemarakenteesta on laadittu selvitys Vaasan yleiskaavan 2030 pohjaksi. Maisemarakenteeseen liittyy kiinteästi myös viheraluejärjestelmä, joka on kaupungin erilaisten viheralueiden, virkistysalueiden, puistojen ja ulkoilu-reittien muodostama kokonaisuus. Viheraluejärjestelmä on sitoutunut maisemarakenteeseen sekä muuhun luontoperustaan. Maisemarakenteen ja viheraluejärjestelmän selvitysten pohjalta rakentamiseen hyvin soveltuvat alueet ovat ensisijaisesti selänteiden loivat rinteet, jolloin rakenteen äärialueet, selänteiden lakiosat ja laaksojen pohjat jäävät rakentamisen ulkopuolelle. Näiden alueiden lisäksi rakentamatta jätetään myös mm. arvokkaat luontotyyppit, kosteikot ja kivikkoiset rinteet. (Vaasan kaupunkisuunnittelu 2008b, 16, 35)



Kuva 2. Yleiskaava-alue (Vaasan kaupunkisuunnittelu 2008b, 4).

2.2.5 Liikenneselvitykset

Vaasan ja Mustasaaren kunnan alueille on laadittu tie- ja katuverkkoselvitys, jossa on tutkittu alueiden liikenneverkkojen nykytilaa, ongelmia ja kehittämistarpeita sekä laadittu esitys liikenneverkkojen kehittämisestä lyhyellä ja pitkällä aikavälillä. Samalla on laadittu liikenteellisten vaikutusten arviointi Vaasan kokonaisyleiskaavasta. Lähtöaineistona tie- ja katuverkkoselvitykselle on käytetty vuonna 1992 valmistunutta tieverkkosuunnitelmaa sekä vuonna 2001 valmistunutta Vaasan

seudun liikennejärjestelmäsuunnitelmaa (VASELI). Vaasan yleiskaavan laadinnan aikana tehtyjä taustaselvityksiä, kuten nyky- ja ennustetilanteiden maankäyttöä koskevat selvitykset, ovat olleet myös tie- ja katuverkkoselvityksen lähtöaineistona, sillä maankäyttö on keskeisin liikenteeseen vaikuttava tekijä. (Tiehallinto, Vaasan kaupunki, Mustasaaren kunta 2007, 9, 102)

3 ILMASTONMUUTOKSEN TAUSTAA

3.1 Yleistä taustaa

Sää, ja sen myötä ilmasto, ovat ihmisten jokapäiväisessä elämässä eräs keskeisimpiä ja vaikuttavimpia tekijöitä. Ne vaikuttavat suurella osin myös siihen, miten ihmiset kokevat arkipäiväisen elämänsä. *Sää* tarkoittaa ilmakehän hetkellistä tilaa pienellä alueella, ja useimmiten säästä keskusteltaessa nousee esiin lämpötila, joka on yksi *säaelementeistä* (Ilmatieteen laitos 2009e). Sanalla *ilmasto* taas tarkoitetaan yleisesti säiden yleispiirteistä luonnetta ja vaihtelua eri seuduilla. Sen määrittelyssä käytetään samoja määritelmiä kuin säälle eli sen tilaa kuvaavia ominaisuuksia kuten lämpötilaa ja painetta, tuulisuhteista, kosteutta, sademäärää ja sateiden esiintymistapaa. (Kakkuri 2003, 11)

Maapallon ilmasto riippuu useista vaikuttavista tekijöistä. Niitä ovat muun muassa auringon säteilyteho, säteilyn jakautuminen eri leveysasteille eri vuodenaikoina, merien ja mannerten sijainti napoihin nähden, suurimpien vuoristojen sijainti, kasvillisuuden ja eläimistön määrä ja levinneisyys, vulkaaninen toiminta, jäätiköt ja lumipeitteet sekä niiden levinneisyys. Pitkän aikavälin muutoksia ilmastoon aiheuttavat maapallon kiertoradan ja akselikaltevuuden muutokset sekä miljoonien vuosien aikana myös mannerlaattojen liikkeet. Näiden kaikkien luonnollisten tekijöiden lisäksi muutosta aiheuttaa myös ihmiskunta.

Ilmastoja tutkitaan erilaisten *ilmastomallien* avulla, joiden avulla saadaan tietoa ilmakehän käyttäytymisestä, vuorovaikutussuhteista ja perusprosesseista sekä kemiallisesta koostumuksesta ja fysikaalisesta tilasta. Nykyään kehittyneimpien ilmastomallien ja -stimulaatioiden avulla ilmakehän ja ilmaston tilaa voidaan tarkastella jopa etukäteen eli laatimalla ennusteita tulevasta kehityksestä. Ennusteiden tekeminen on kuitenkin epävarmaa, sillä mallit eivät ole tarkkoja ja erilaiset mallit antavat erilaisia tuloksia. (Ilmatieteen laitos 2008b)

3.2 Kasvihuoneilmiö ja -kaasut

Ilmastonmuutoksesta puhuttaessa käytetään yleensä harhaanjohtavasti sekä termiä kasvihuoneilmiö että ilmastonmuutos tarkoittamassa samaa asiaa. Kasvihuo-

neilmiö kyllä liittyy olennaisesti ilmastonmuutokseen, mutta kyseessä on luonnollinen ilmiö, jota ilman eläminen maapallolla olisi mahdotonta. Yksinkertaisuudessaan *kasvihuoneilmiö* tarkoittaa sitä, että maapallon ilmakehässä olevat kasvihuonekaasut pidättävät avaruudesta tulevan lämpösäteilyn pääsyä maapallolta takaisin avaruuteen. (Tekniikan Sanastokeskus ry 1998, 58-59)

Kasvihuoneilmiö toimii siis ilmakehän suhteen saman periaatteen mukaisesti kuin tavallinen kasvihuone. Sisälämpötila nousee auringon säteilyn vaikutuksesta kasvihuoneessa, jonka lasiseinät ylläpitävät lämpimiä olosuhteita kasvihuoneen sisällä pidättämällä lämpösäteilyn pääsyä pois kasvihuoneesta. Ilmakehässä lasiseinien tilalla toimivat *kasvihuonekaasut*. Niistä tärkeimpiä ovat luonnossakin esiintyvät vesihöyry (H_2O), hiilidioksidi (CO_2), metaani (CH_4), otsoni (O_3) ja dityppioksidi (N_2O). Myös useat ihmisten valmistamat synteettiset kemikaalit, kuten kloorifluoriradut hiilivedyt (CFC:t ja HCFC:t), fluoriyhdisteet (HFC:t, PFC:t ja SF_6) sekä bromiyhdisteet (halonit), toimivat kasvihuonekaasuina ja vieläpä erittäin voimakaina sellaisina. Kaikki päästöt eivät silti kiihdytä lämpenemistä, vaan esimerkiksi rikkipäästöt viilentävät ilmastoa. (Ilmasto.org 2009h)

Tärkeimmän kasvihuonekaasun, hiilidioksidin, pitoisuuksista ilmakehässä puhuttaessa käytetään ppm-yksikköjä, mikä tarkoittaa miljoonasosaa kokonaiskaasutilavuudesta (parts per million) (Keskitalo 17). Teollistumista edeltävänä aikana hiilidioksidipitoisuus on ollut 280 ppm, jonka jälkeen pitoisuus on tasaisesti kasvanut keskimäärin noin 2 ppm:n verran vuodessa. Suurin osa ihmisten tuottamasta hiilidioksidista on peräisin fossiilisten polttoaineiden, kuten öljyn, kivihiilen ja maakaasun, käytöstä. Fossiilisten polttoaineiden lisäksi päästöjä syntyy runsaasti trooppisten metsien hävittämisestä. (Ilmatieteen laitos 2008a)

Avaruudesta tulevasta auringonsäteilystä osa heijastuu suoraan takaisin avaruuteen, osa säteilystä imeytyy ilmakehään, maanpintaan ja meriin muuttuen lämmöksi. Ilman luonnollista kasvihuoneilmiötä kaikki tämä maapallolle imeytyvä lämpö karkaisi takaisin avaruuteen ja maapallolla olisi paljon kylmempää, keskilämpötila olisi noin -18 astetta. Kasvihuoneilmiön ansiosta keskilämpötila lähellä maanpintaa on noin +15 astetta, joka antaa edellytykset nykyisenkaltaiselle elämälle maapallolla. (Keskitalo 2005, 16)

Kasvihuonekaasujen synnyttämä kasvihuoneilmiö ei siis ole ongelma, vaan nykyisenkaltaisen elämän elinehto. Ongelma syntyykin ihmisten aiheuttamista muutoksista ilmakehässä, kuten sen koostumuksessa ja kasvihuoneilmiön voimistumisessa kasvihuonekaasujen pitoisuuksien kasvun seurauksena. Kasvihuoneilmiön voimistumisen seurauksena ilmakehän lämpötila nousee nopeammin kuin verrattuna tilanteeseen ilman ihmistoiminnan vaikutusta. Lämpenemistä ja siitä seuraavia häiriöitä ilmastossa kutsutaan *ilmastonmuutokseksi*.

3.3 Ilmastonmuutos

Yksinkertaisimmillaan ilmastonmuutos on siis ihmistoiminnan tehostamaa kasvihuoneilmiötä, mutta todellisuudessa sen syiden ja seurauksien ymmärtäminen vaatii monialaista tuntemusta. Tämän vuoksi maailmanlaajuisen ilmastonmuutoksen ymmärtäminen onkin joskus ihmisille vaikeaa. Myös ristiriitaisuudet aiheuttavat sekaannusta, kuten se, että puhuttaessa ilmastonmuutoksen aiheuttaman keskilämpötilan noususta ja ilmaston lämpenemisestä, seuraukset näkyvät joillain alueilla mahdollisena kylmenemisenä. Vaikka ilmastonmuutokseen sekä sen tutkimiseen liittyy useita epävarmuustekijöitä ja sen vaikutukset vaihtelevat alueittain, on ilmiön kokonaisvaikutuksen arvioitu olevan selkeästi kielteinen. (Ilmasto.org 2009b)

Luonnollisen kasvihuoneilmiön ja muiden luonnollisten tekijöiden vaikutuksesta maapallon lämpötilat ovat vaihdelleet aiemminkin ja aiheuttaneet pitkäjäksoisia ilmastollisia muutoksia jääkausista lämpimiin kausiin. Esimerkiksi auringon säteilyn voimakkuus maan pinnalla muuttuu useiden erilaisten syklien mukaan, kuten säteilyvoimakkuuden muuttumisena aurinkopilkkujaksojen perusteella. Myös maan kiertoradan muutokset (ns. Milankovichin syklit) vaikuttavat auringon säteilyn voimakkuuteen. Muita luonnollisia vaikuttavia tekijöitä voivat olla tulivuorten purkaukset, maan ja meren jakautuminen maanpinnalla, topografia sekä lumen ja jään peittämien maa-alojen määrä. (Ilmasto.org 2009g; Kuusisto 2005).

Kasvihuoneilmiö ja siihen liittyvä hiilidioksidipitoisuus ilmakehässä on tärkein tekijä ilmaston muuttumisessa. Hiilidioksidi ei rajoita maanpinnalle saapuvaa auringon säteilyn määrää, mutta se pidättää maapallon lämpösäteilyä karkaamasta takaisin avaruuteen. Kun ilmakehässä on vähän hiilidioksidia, on lämmön ulossä-

teily avaruuteen voimakkaampaa, jonka seurauksena ilmasto kylmenee yleisesti ja siitä seuraa mahdollisesti jääkausi. Hiilidioksidin lisääntyminen ilmakehässä toimii päinvastoin. Näiden luonnollisten ilmastovaihteluiden perusteella on usein selitetty myös nykyistä ilmastonmuutosta ja hiilidioksidipitoisuuksien kasvua.

Hiilidioksidipitoisuuksien kasvu ilmakehässä ja siitä seuraava lämpeneminen on kuitenkin ollut niin nopeaa, ettei sitä voida selittää pelkästään luonnollisten tekijöiden avulla, sillä päästöjen aiheuttama ilmakehän lämpeneminen eroaa auringon säteilyvoimakkuuden kasvun aiheuttamasta lämpenemisestä. Lisääntyneet kasvihuonekaasut lämmittävät alailmakehää päästämällä vähemmän lämpösäteilyä lävitseen yläilmakehään. Samalla yläilmakehä jäähtyy. Mikäli auringon säteilyvoimakkuus kasvaisi, lämmittäisi se koko ilmakehää.

Yläilmakehän havaittu jäähtyminen onkin yksi selvimmistä todisteista siitä, että ihminen aiheuttaa ilmastonmuutosta. Maapallon keskilämpötila nousee ihmistoi-
mien seurauksena vielä pitkään, jopa vuosisatojen ajan. Tämä johtuu siitä, että ilmasto on hidas järjestelmä, nykyiset päästöt lisäävät ilmaston lämpenemistä vielä pitkään. Niiden vaikutukset eivät heti katoa, vaikka päästöt lopetettaisiin. Viimeisen sadan vuoden aikana lämpötila on noussut 0,74 °C ja lämpenemisnopeus kiihtynyt. Euroopassakin keskilämpötila on noussut melkein yhden celsiusasteen. Mikäli lämpötila tulisi tämän vuosisadan loppuun mennessä nousemaan 3,5 °C, jatkaisi lämpötila edelleen nousuaan, kunnes se vakiintunee lähes 9 °C nykyistä lämpimämmälle tasolle. Muutos saattaa kuulostaa vähäiseltä, mutta 20 000 vuotta sitten Suomen ilmasto oli edellisen jääkauden huipun aikana noin 9 °C kylmempi kuin nykyisin, ja peittyynyt kahden kilometrin paksuiseen mannerjäähän. (Ilmasto.org 2009g)

Ilmastonmuutokseen liittyy myös kasvihuonekaasuja sitovat prosessit, joita kutsutaan *nieluiksi*. Tällaisia kasvihuonekaasuja sitovia nieluja ovat mm. valtameret ja maaperä sekä kasvillisuus yhteyttäessään. On arvioitu, että jopa kolmannes ihmisen aiheuttamista hiilidioksidipäästöistä on imeytynyt maailman meriin. Lämpötilan noustessa tilanne saattaa kuitenkin muuttua ja aiemmin nieluna toiminut tekijä muuttuukin kasvihuonekaasujen lähteeksi. Esimerkiksi valtamerien kyky imeä

hiiltä itseensä heikkenee meren lämpötilan noustessa. Tällaista ilmiötä kutsutaan *takaisinkytkennäksi*. (Ilmasto.org 2009j)

Ilmaston lämpenemisellä on seurauksensa. Ja arvioidaan, että niiden seurausten johdosta merenpinta nousee, luonnon monimuotoisuus pienenee, sadot heikkenevät, äärimmäiset sääilmiöt, kuten mm. rankkasateet, tulvat, kuivuudet ja pyörremyrskyt, lisääntyvät. Lämpenemisen seurauksena uudet kasvi- ja eläinlajit myös tuhoeläimet, liikkuvat uusille alueille ja niiden mukana esimerkiksi malaria ja muut trooppiset sairaudet. Edellä mainittujen ilmiöiden syyt ovat globaaleja, mutta esiintyminen paikallista ja siksi niiden vaikutuksia sekä voimakkuutta on vaikea ennakoita. (Ilmatieteen laitos 2009b)

Rakennetulle ympäristölle suurimmat ongelmat ilmastonmuutoksen seurauksena aiheutuvat ääri-ilmiöistä, kuten myrkyistä, tuulista ja tulvista sekä Suomessa myös voimakkaista lumimyrskyistä. Siksi yhdyskunnat on suunniteltava kestävästi kohtuullisesti näitä ilmastonmuutoksen mukanaan tuomia rasituksia. Kaikkiin muutoksiin on mahdotonta varautua; tietoa ei aina ole tarpeeksi ja haittoihin varautuminen vaatii myös suuria taloudellisia resursseja. Tulevaisuudessa suunnittelun suurimpana ongelmana ei olekaan varautuminen kaikkeen vaan se millaisten lähtökohtien ja tietojen pohjalta suunnittelutyötä on tehtävä. Voidaanko suunnittelua perustaa sellaisten tietojen varaan, jotka ovat menneiden vuosikymmenten aikana hankittuja, jos jo lähitulevaisuudessa on odotettavissa merkittäviä muutoksia? (Ala-Outinen, Harmaajärvi, Kivikoski, Kouhia, Makkonen, Saarelainen, Tuhola & Törnqvist 2004, 3-4)

3.3.1 Ilmastonmuutoksen tiedostaminen

Ilmastonmuutoksen tieteellisen tiedon historia on pitkä, sillä jo vuonna 1827 ranskalainen luonnontieteilijä Joseph Fourier pystyi matemaattisesti osoittamaan ilmakehän kasvihuoneilmiön (Kakkuri 2003, 17; Toiviainen 2007, 245). Vuonna 1896 ruotsalainen luonnontieteilijä Svante Arrhenius esitti teorian ihmistoiminnan vahvistamasta kasvihuoneilmiöstä ja laski, että hiilidioksidipitoisuuden nousu ilmakehässä noin 560 miljoonasosaan (ppm) lämmittäisi maapallon keskilämpötilaa vähän yli viidellä asteella (Toiviainen 2007, 246). Tämä tulos on ollut yllättävän tarkka ja oikeaa suuruusluokkaa nykyisiin arvioihin verrattaessa. Ihmiskun-

nan aiheuttamien hiilidioksidipäästöjen vaikutusta ilmastoon pidettiin merkityksettömänä aina 1950-luvulle asti, sillä hiilidioksidin määrä ilmakehässä oli vähäinen vesihöyryyn verrattuna ja tiedettiin, että vesihöyry estää lämpösäteilyä samalla aallonpituudella. Lisäksi arveltiin valtamerien eliminoivan ihmisten aiheuttamat päästöt sillä tiedettiin, että ne sisältävät 50-kertaisen määrän hiilidioksidia. (Ilmasto.org 2009e)

Tarkempien mittausten tekeminen onnistui infrapunaspektroskopian kehittymisen avulla ja se mahdollisti lämpösäteilyn havaitsemisen. Vuonna 1955 Gilbert Plaas osoitti, että pienikin hiilidioksidin lisääntyminen ilmakehässä voimistaa kasvihuoneilmiötä. Syy tähän oli, että vesihöyry absorboi (eli sitoo itseensä) vain heikosti sillä aallonpituusalueella, jolla hiilidioksidi puolestaan vaikuttaa voimakkaasti. Tällä aallonpituusalueella vesihöyry on lähes läpinäkyvää ja se vastaa maapallon lähettämän säteilyn maksimia. Saman vuoden aikana tutkija Hans Suess ilmoitti havainnoistaan ihmisten tuottamasta hiilidioksidista ilmakehässä käyttäen menetelmänä radiohiiliajoitusta. Tutkimuksesta selvisi, etteivät valtameret pysty toimimaan välittömänä hiilinieluinä ihmisten aiheuttamille hiilidioksidipäästöille. (Ilmasto.org 2009e)

Vuonna 1957 tutkija Roger Revelle esitti teoriansa merien kyvystä sitoa hiilidioksidia ja vahvisti sitoutumisen olevan niin hidasta, että päästöjen aiheuttamien molekyylien elinikä ilmakehässä on noin 100 vuotta. Hiilidioksidin pitoisuuksien mittaustekniikat kehittyivät ja 1960-luvulla Charles Keelingin mittaustulosten perusteella voitiin luotettavasti osoittaa, että ihmiskunnan päästöt lisäävät ilmakehän hiilidioksidipitoisuutta. 1960-luvun loppuun mennessä hiilidioksidin pitoisuus oli noussut noin 0,032 prosenttiin (320 ppm:aan) eli lisääntynyt runsaat 10 % esteelliseen aikaan verrattuna (Ilmasto.org 2009e). Kuusikymmentäluvulta tähän päivään mennessä hiilidioksidipitoisuus on noussut noin 385 ppm:aan (Carbon Dioxide Information Analysis Center 2009).

Tutkimukset olivat perustana syntyneeseen huoleen ilmaston muuttumisesta ja ympäristöherätyksen seurauksena 1960-1970-luvulla myös ilmastonmuutos *politiisoitui*. Politisoituminen tarkoittaa tapahtuman, käytännön tai paikan päätymistä uudessa tilanteessa kiistanalaiseksi, jossa eri toimijoiden valtapyrkimykset ovat

törmäyskurssilla. Keskeistä politisoitumisessa on näiden toimijoiden pyrkimys määrittellä kiistan kohde eli ilmastonmuutos omien pyrkimystensä mukaisesti. (Lähde 2001)

3.3.2 Ilmastonmuutostutkimuksen organisoituminen

Todisteet ihmisten aiheuttamasta hiilidioksidipitoisuuden lisääntymisestä ilmakehässä synnyttivät huolen toiminnasta aiheutuvista seurauksista ja maailman ensimmäinen ilmastokonferenssi – World Climate Conference – pidettiin Genevessä vuonna 1979. Järjestäjinä konferenssille toimi Maailman ilmatieteen järjestö (World Meteorological Organization, WMO) sekä Yhdistyneet kansakunnat ja varsinkin sen erityiselin Yhdistyneiden kansakuntien ympäristöohjelma (United Nations Environment Programme, UNEP). Ilmastokonferenssissa todettiin, että hiilidioksidipitoisuus oli noussut jo 15 %:a ja syynä tähän pidettiin fossiilisten energialähteiden polttamista sekä metsien hävittämistä. Johtopäätöksenä tästä todettiin, että päästöjen lisäys saattaa lämmittää ilmastoa, joten ilmastonmuutoksesta huolestumisen seurauksena perustettiin kansainvälisiä tutkimusohjelmia keräämään ilmastotieteen alan tutkimuksia yhteen. Ilmastonmuutosta luonnontieteellisesti tutkivien ohjelmien lisäksi syntyi yhteiskuntatieteellisiä ohjelmia, joiden tutkimus kohdistui ihmisen vaikutuksesta elolliseen ja elottomaan luontoon. (Ilmasto.org 2009f)

Käänteentekevää oli, kun vuonna 1987 UNEPin ja WMO:n järjestämän kokousarjan seurauksena suuri osa maailman ilmastotutkijoista piti ihmisen aiheuttamaa ilmastonmuutosta mahdollisena ja lämpenemisen arvioitiin kiihtyvän 0,3 astetta Celsiusta vuosikymmenessä. Sen seurauksena syntyi ehdotuksia kansainvälisistä sopimuksista ja toimista päästöjen vähentämiseksi, sillä hiilidioksidipäästöjen ohella tutkijat olivat havainneet myös useita muita kasvihuoneilmiöön vaikuttavia kaasuja kuten metaania, freoneja sekä rikin ja typen oksideja. Pelkona oli, että ”karkuun päässyt” kasvihuoneilmiö saattaisi johtaa nopeisiin ja erittäin tuhoisiin muutoksiin varsin lyhyessä ajassa. (Ilmasto.org 2009f)

Päätösten teon tueksi perustettiin vuonna 1988 YK:n työryhmä Hallitustenvälinen ilmastonmuutospaneeli (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC), joka koostui ilmastotieteen asiantuntijoista. Sen tehtävänä oli sekä arvioida monitie-

teellisesti että esittää ja raportoida ilmastotieteen tutkimusten tuloksia päätöksentekijöille. IPCC ei tee itse tutkimusta, vaan se kokoaa ja yhdistää ilmastonmuutoksesta saatavilla olevia tieteellisiä tutkimustuloksia ja julkaisee niistä koottuja arviointiraportteja, joita tähän mennessä on julkaistu neljä kappaletta. Ensimmäinen laaja arviointiraportti ilmestyi vuonna 1990 ja viimeisin – the IPCC Fourth Assessment Report (AR4): ”Climate Change 2007” – vuonna 2007. Kaikkien näiden neljän arviointiraportin sanoma on ollut samansuuntainen; ihmiskunnan vaikutukset näkyvät ilmastossa. (Ilmasto.org 2009f)

3.3.3 Ilmastonmuutos nyt

Tällä hetkellä ilmastonmuutosta pidetään tieteilijöiden ja tutkijoiden parissa yleisesti yhtenä vakavimmista ympäristöriskeistä, jopa vakavimpana. Vuosikymmenten takaisten tutkimusten alusta saakka on ilmastotieteen ala laajentunut ja nyt ilmastonmuutostutkimukseen ei sisälly pelkästään ilmatieteet vaan syitä, seurauksia ja ratkaisuja etsitään kaikilta tieteenaloilta. Ilmastonmuutos ei pelkästään kosketa ilmaa, vaan kyseessä on maailmanlaajuinen, monitahoinen ilmiö. Jopa taloustieteissä tutkitaan ilmastonmuutosta sekä sen mahdollisia vaikutuksia ja ehdotetaan toimenpiteitä ilmastonmuutoksen mukanaan tuomiin ongelmiin.

Ilmastonmuutos on kaikkea muuta kuin yksiselitteinen ja siihen liittyy paljon epävarmuuksia, minkä vuoksi on tiedemiehiä, jotka eivät ole huolestuneita, eivät ota kantaa tai vastustavat koko ilmastonsuojelua ja siihen liittyviä toimia. Keskustelu ilmastonmuutoksesta on siirtynyt tieteelliseltä tasolta myös poliittisiin ja eettisiin keskusteluihin, eikä tieteellistä yhteisymmärrystä asiasta ole välttämättä mahdollista saada koskaan. Epävarmuuden olemassaolon tiedostaminen on tärkeää, mutta siitä huolimatta usean asiantuntijan näkemys ilmastonmuutoksesta vakavana uhkana riittää syyksi kehittää toimenpiteitä. Tämä perustuu kansainvälisessä ympäristöoikeudessakin huomioitun ennalta varautumisen periaatteeseen ns. *varovaisuusperiaatteeseen*.

3.4 Ilmastonmuutoksen torjuminen ja ilmastopolitiikka

Politiikka on julkisen yhteisön päätöksentekoa – vaikuttamista. *Ilmastopolitiikka* on siis ilmastonmuutosta koskevaa päätöksentekoa. Se pyrkii vaikuttamaan ilmas-

ton lämpenemisen estämiseen ja siihen sopeutumiseen. Tähän liittyy paljon yhteiskunnallisia kysymyksiä, joihin poliittisten päättäjien on etsittävä ratkaisuja. Ratkaisuja tulee etsiä esimerkiksi siihen millaisia riskejä ilmastonmuutoksen kanssa ollaan valmiita ottamaan. Lisäksi on selvitettävä, paljonko päästöjä voidaan vähentää ja millaisella aikataululla, sekä millaisia ohjauskeinoja tai teknologioita torjumisessa voidaan käyttää. On myös otettava kantaa tulisiko uhka torjua vai sittenkin sopeutua uhkaan. Myös se, kenellä ja missä, ylipäättään on oikeus näistä asioista päättää, on otettava pohdittavaksi. Ilmastopoliittiseen keskusteluun osallistuvat muun muassa valtiot, tiedeyhteisöt, yritykset ja ympäristöjärjestöt. Suppeammassa merkityksessä ilmastopoliitikalla tarkoitetaan tiettyä toimenpidekokonaisuutta tai määriteltyä poliittista prosessia, jotka koostuvat tietyistä tavoitteista ja toimenpiteistä.

Kansainvälistä ilmastopoliitikkaa tarvitaan, koska ilmastonmuutos on globaali ongelma. Yksittäisten valtioiden toimenpiteet ilmastonmuutoksen torjumiseksi eivät olisi ilman yhtenäistä linjaa mahdollisia. Elleivät muut sitoudu päästövähennyksiin, ei omienkaan päästöjen vähentäminen vaikuta järkevältä toiminnalta, ainakaan kustannusnäkökulmasta. Kansainväliselle ilmastopoliitikalle ei edes olisi tarvetta, mikäli ilmastonmuutoksen vaikutukset kohdistuisivat yksittäisten valtioiden rajojen sisäpuolelle. Yhteisiä toimintatapoja ja sopimuksia pyritään löytämään neuvottelemalla ja ilman neuvotteluja kukaan ei vähentäisi päästöjä ja seuraukset olisivat kaikille vahingollisia. Neuvotteluiden avulla pyritään korjaamaan tätä ongelmaa ja muuttamaan valtioiden toimintaa siten, että päästöjen vähentäminen on kaikille kannattavaa. Tällöin kukaan ei hyödy toista enemmän ja lopputulos on kaikille tasapuolinen. (Ilmasto.org 2009c)

3.4.1 Kansainvälinen ilmastopoliitikka

Tieteellisen tutkimuksen seurauksena huoli ympäristön tilasta nousi yleiseen tietoisuuteen 1960-luvun aikana, jonka seurauksena Yhdistyneet Kansakunnat järjesti vuonna 1972 Tukholmassa ensimmäisen ympäristökonferenssin (UN Conference on the Human Environment in Stockholm). Siellä käsiteltiin ensimmäisen kerran ihmisten aiheuttamaa ilmastonmuutosta ja samalla se oli myös ensimmäinen teemakonferenssi. Konferenssin tavoitteena oli huomioida teollisuus- ja kehitys-

maat osana kansainvälistä ympäristökeskustelua sekä ratkaista, miten kansainvälisiä ympäristöasioita voitaisiin hoitaa YK:n alaisuudessa. Tämän päämäärän seurauksena syntyi YK:n ympäristöohjelma (UNEP).

Vuonna 1979 YK:n Euroopan talouskomissiossa tehtiin valtiosta toiseen tapahtuvaa ilman epäpuhtauksien kaukokulkeutumista koskeva yleissopimus. Epäpuhtauksien kaukokulkeutumista ei muutamaa vuotta aiemmin Tukholman konferenssissa juurikaan käsitelty, sillä se oli uusi ilmiö ja melko tutkimaton. Ilmansaasteista saatiin tutkimusten avulla lisää tietoa ja havaittiin, että kaukokulkeutumisen ja happamoitumisen välillä oli yhteys. Sen seurauksena Euroopan turvallisuus- ja yhteistyökonferenssin (RTYK) päätösasiakirjaan kirjattiin vuonna 1975 ilmansaasteiden torjunta osaksi ympäristönsuojelutyötä. Kaukokulkeutumissopimus oli osaltaan historiallinen, sillä se oli ensimmäinen alueellinen ilmansuojelusopimus ja sen mukainen puitesopimussääntely on toiminut esimerkkinä mm. ilmastonmuutossopimukselle ja otsonikerroksen suojelusopimukselle. (Kuokkanen & Parkkari 2004, 549; Ympäristöministeriö 2009a).

Kaukokulkeutumissopimus pöytäkirjoineen oli ensimmäinen ilmaan ja ilmastoon liittyvä sopimus ja sitä seurasi otsonikerroksen suojelua koskevat Wienin yleissopimus ja Montrealin pöytäkirja. Vuonna 1974 julkaistiin tutkimus joka osoitti, että kloorifluorihiili- eli CFC-yhdisteiden käytöllä on yhteys otsonikerroksen oheneamiseen. Sen seurauksena YK:n ympäristöohjelma (UNEP) valmisteli yleissopimuksen otsonikerroksen suojelusta vuonna 1981. Neuvotteluiden jälkeen sopimus allekirjoitettiin vuonna 1985 Wienissä. Wienin sopimus loi pohjan yhteistyölle, jonka seurauksena hyväksyttiin vuonna 1987 Montrealin pöytäkirja otsonikerrosta heikentävistä aineista, jotka edellyttivät CFC-yhdisteiden ja halonien käytön vähentämistä. (Kuokkanen ym. 2004, 551) Montrealin pöytäkirjan kanssa samana vuonna julkaistiin myös YK:n ympäristön ja kehityksen maailmankomission raportti eli Bruntlandin komission raportti. Siinä korostettiin, että myös ilmastonmuutoksen torjumiseksi on tärkeää korostaa varovaisuusperiaatteen mukaista ennakkoivaa toimintaa (Ilmasto.org 2009d).

Sekä Wienin yleissopimus, että Montrealin pöytäkirja pyrkivät vain ilmakehän tilaa heikentävien toimien ja konkreettisen pilaantumisen ehkäisemiseen, eivät

ilmastonmuutokseen. Aiemmin päätöksenteon ongelmana oli ollut epävarmuus, mutta otsonikerroksen suojelusopimuksen neuvotteluprosessit osoittivat, että kansainvälisten ympäristönsuojelusopimusten syntyminen on mahdollista nopeastikin, mikäli riskien olemassaolo on yleisesti hyväksytty neuvotteluosapuolien kesken.

Tarve kansainvälisen ilmaston suojelusopimuksen saamiseksi oli selkeä, ja vuonna 1988 Kanadan hallitus kutsui kokoon kansainvälisen kokouksen, jossa asetettiin tavoitteeksi ns. *Toronton protokolla*. Sen tavoitteena oli aluksi pudottaa hiilidioksidipäästöjä 20 %:lla vuoden 1988 tasosta vuoteen 2005 mennessä ja lopulta 50 %:a (World Conference on the Changing Atmosphere, 1998).

Toinen maailman ilmastokonferenssi järjestettiin vuonna 1990 Genevessä, jonka pohjalta alkoi suunnittelu ilmastonsuojelun puitesopimuksesta. Tieteellisen edustuksen lisäksi mukana oli myös ministeritason poliittinen edustus ja konferenssissa 137 valtiota sopivat aloittavansa neuvottelut ilmastopimuksen valmistelusta. Sopimusta valmistelemaan perustettiin YK:n yleiskokouksessa suunnitelluun INC (Intergovernmental Negotiating Committee on Climate Change), jonka tehtävänä oli luonnostella puitesopimus.

Ilmastonmuutosneuvottelukomitean INC:n luonnostelema puitesopimus hyväksyttiin vuonna 1992 Rio de Janeirossa, Brasiliassa järjestetyssä YK:n ympäristö- ja kehityskonferenssissa (United Nations Conference on Environment and Development, UNCED). Ilmastonmuutosta koskeva Yhdistyneiden Kansakuntien puitesopimus (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) tunnetaan paremmin nimellä *Rion sopimus*. Sen tavoitteena on 2. artiklan (61/1994) mukaan ”saada kasvihuonekaasujen pitoisuuksien vakiintuminen ilmakehässä sellaiselle tasolle, ettei ihmisen toiminnasta aiheudu vaarallista häiriötä ilmastojärjestelmässä”. Tämä taso tulisi saavuttaa sellaisella aikavälillä, että ekosysteemit ehtivät sopeutua ilmastonmuutokseen luonnollisella tavalla, eikä ruoan tuotanto vaarannu. Lisäksi kestävä taloudellisen kehityksen olisi oltava mahdollista. Näiden tavoitteiden lisäksi teollisuusmaille asetettiin erityistavoitteita, joiden mukaan *teollisuusmaiden tulisi palauttaa kasvihuonekaasupäästöt vuoden 1990 tasolle vuoteen 2000 mennessä*. Tavoite ei ollut sitova, mutta se velvoitti

teollisuusmaita johtamaan toimia ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi. Rion sopimus astui voimaan vuonna 1994 ja 192 osapuolta on ratifioinut sopimuksen 22.8.2007 mennessä, Suomi vuonna 1994 (Ympäristöministeriö 2008c).

Rion ilmastopimetus toimi lähtökohtana tuleville ilmastopimuksille ja neuvotteluille, joista tärkeimpänä saavutuksena voidaan pitää vuonna 1997 laadittua Kioton ilmastopimusta. Ennen Kioton sopimuksen syntymistä tarvittiin pitkäjänteistä työtä, jota tehtiin ilmastonsuojelun puitesopimuksen seurantakokouksissa, joissa ylimmän elimen päättävää valtaa käyttää osapuolten konferenssi eli Conference of the Parties, (COP). Ensimmäinen osapuolten konferenssin istunto eli seurantakokous järjestettiin vuonna 1995 Berliinissä ja se oli nimeltään COP1. Kyseisessä seurantakokouksessa päätettiin, että Rion sitoumuksia kiristettäisiin teollisuusmaiden osalta ja niistä tehtäisiin laillisesti sitovia kahden vuoden päästä olevassa osapuolikokouksessa COP3:ssa.

Ilmastopimuksista tärkeimmäksi voidaan nostaa vuonna 1997 Japanissa, Kiotosa solmittu ilmastopimetus, koska sen pöytäkirja oli ensimmäinen laillisesti sitova ja määrälliset päästövähennystavoitteet sisältävä kansainvälinen sopimus. *Kioton pöytäkirjassa* asetettiin tavoite, jonka mukaan *teollisuusmaiden tulisi vähentää kasvihuonekaasupäästöjään yhteensä 5,2 prosentilla vuoteen 1990 vuoteen verrattuna* ja se täydentää samalla YK:n ilmastopimusta (Ilmasto.org 2009i). Pöytäkirja koskee kuutta kasvihuonekaasua: hiilidioksidia, metaania ja dityppioksidia, sekä niiden lisäksi kolmea teollista yhdistettä tai niiden ryhmää, (HFC:tä, PFC:tä ja SF6:tta). Päästövähennykset olisi saavutettava vuoteen 2008-2012 mennessä ja aikaa siihen asti kutsutaan *tavoitekaudeksi*. Mikäli tavoitteet eivät jonkin yksittäisen valtion toimesta täyty, on kyseisen valtion hyvitetävä puuttuvat vähennykset *sekä tehtävä 30 %:n lisävähennys*. Vähennysten lisäksi valtiolta kielletään mahdollisuus osallistua päästökauppaan. Näiden tavoitteiden takia Kioton pöytäkirjaa pidetään kaikkien aikojen vaativimpana ympäristösopimuksena sen laillisen sitovuutensa takia. Sopimuksen yksityiskohdista ja asteittain tiukentuvista päästörajoista jatkettiin keskustelua tulevissa jatkoneuvotteluissa, erityisesti Buenos Airesin COP4-kokouksessa marraskuussa 1998.

Osapuolikokouksia on järjestetty vuosittain vuodesta 1995 alkaen ja viimeisimmät seurantakokoukset on pidetty vuonna 2008 Puolassa, Poznańissa ja COP15 järjestettiin Tanskassa, Kööpenhaminassa 7.-18.12.2009.

3.4.2 Kansallinen ilmastopolitiikka ja kuntien rooli

Suomen ilmastomuutokseen liittyvää lainsäädäntöä ohjaa kansainvälinen lainsäädäntö. Tärkeimpänä kansainvälisenä sopimuksena ilmastopolitiikan perusteita sanelee Kioton pöytäkirja ja sen tavoitteiden toteuttaminen. Pöytäkirjassa asetettu kahdeksan prosentin päästövähennys vuoteen 1990 verrattuna tarkoittaa Suomen osalta sitä, että päästöt tulisi vakiinnuttaa noin 70,5 miljoonan hiilidioksidiekvivalenttonniin. Hiilidioksidiekvivalentista käytetään lyhennystä CO₂ eqv. Se on verrannaisyksikkö, joka suhteutuu yhteen tonniin hiilidioksidia (tCO₂). Muiden kasvihuonekaasujen päästöt voidaan suhteuttaa hiilidioksidiekvivalenteiksi, jolloin niitä voidaan vertailla. Kioton pöytäkirjan ohella myös EU:n omat direktiivit säätelevät sekä Suomen, että muiden unionin jäsenmaiden ilmastopolitiikkaa. EU:n kautta Suomi kuuluu *päästökauppajärjestelmään*, jonka tarkoittaa kaupankäyntiä päästöoikeuksilla. Käytännössä päästökauppa tarkoittaa sitä, että päästöjä vähennetään siellä, missä se on kustannustehokkainta eli halvinta, ja tarkoituksena on vähentää kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisestä aiheutuvia kustannuksia. Valtiot ja muut toimijat, kuten suuret tuotantolaitokset, voivat ostaa päästöoikeuksia muilta, jolloin omia päästöjä ei tarvitse vähentää. Päästöoikeuksia ostamalla voidaan siis korvata vähäiset mahdollisuudet taloudellisesti järkevien päästörajoitusten tekemiseen. (Ilmasto.org 2009k)

Euroopan Unionin jäsenvaltiot ovat osoittaneet kiinnostuksensa vähentää päästöjä Kioton sopimusta tiukemmin, minkä seurauksena Eurooppa-neuvosto (epävirallisesti EU:n huippukokous) päätti maaliskuussa 2007 uusista EU:n ilmastopoliittisista tavoitteista. Päätöksessä Euroopan Unioni sitoutuu vähentämään päästöjään 20 % vuoden 1990 tasosta. Tavoitetta nostetaan automaattisesti 30 %, mikäli tulevaisuudessa saavutettaisiin sellainen kansainvälinen ilmastosopimus, jossa myös EU:n ulkopuoliset teollisuusvaltiot sekä taloudellisesti edistyneimmät kehitysmaat sitoutuvat päästöjen vähennyksiin. Eurooppa-neuvoston päätösten mukaisesti EU:n alueella tulee myös lisätä uusiutuvien energianlähteiden osuutta yhteisestä

energiankulutuksesta. Päästöjen vähentämiseksi uusiutuvan energian osuus tulisi olla 20 %:a. (Ilmasto.org 2009a) EU:n uusiutuvan energian lainsäädännön perusteella myös Suomi on ottanut tavoitteekseen saavuttaa 31,5 % osuuden sähköntuotannossa uusiutuvien energiamuotojen avulla, sekä kattaa liikenteen polttoaineista 5,75 % biopolttoaineilla vuoteen 2010 mennessä. (Ilmasto.org 2009k)

6.11.2008 Suomen Valtioneuvosto hyväksyi pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategian, joka määrittelee ilmasto- ja energiapolitiikan keskeiset tavoitteet ja toimet näiden tavoitteiden saavuttamiseksi. Toimenpiteitä edellytetään esimerkiksi energiankäytön tehostamisessa ja uusiutuvan energian käytön lisäämisessä. Strategiat ilmasto- ja energiapolitiikan toimiin ulottuvat vuoteen 2020 asti ja se sisältää visioita vuoteen 2050 saakka. (Ympäristöministeriö 2008b) 15.10.2009 Valtioneuvosto hyväksyi istunnossaan tulevaisuusselonteon ilmasto- ja energiapolitiikasta. Selonteko pyrkii arvioimaan ilmasto- ja energiapolitiikan haasteita pitkällä aikavälillä ja siinä on esitelty neljä erilaista malliskenaariota, joilla kuvataan mahdolliset polut kohti vähäpäästöistä Suomea. Skenaariot eivät ole suosituksia, vaan ne toimivat esimerkkeinä tulevaisuuksista sekä erittelee niiden vahvuuksia ja haasteita. (Valtioneuvosto 2009b, 7)

Suomen ilmasto- ja energiastrategiaan kuuluu useita taustaselvityksiä, jotka sisältävät arvioita päästökehityksestä, mahdollisista päästövähennyksistä sekä pitkän aikavälin ilmastopolitiikasta, mutta strategia ei esitä uusia toimia päästövähennyksen saavuttamiseen. Päästökehitysten arvioiden mukaan esimerkiksi sähkön ja energian kulutus tulee kasvamaan, vaikka toimenpiteet päästövähennyksiin otetaan huomioon. Strategia jakaa päästövähennykset kahteen osaan: päästökauppaan kuuluviin, kuten suuri osa energiantuotannosta ja sen ulkopuolelle jääviin päästöihin mm. liikenteeseen ja maatalouteen. Päästökauppaa painotetaankin tärkeimpänä ohjauskeinona, sillä päästökauppa on päästökauppajärjestelmän mukaisesti halvin keino päästä vähennystavoitteisiin. Päästökaupan ulkopuolisten päästöjen vähentämiseksi strategiassa on esitelty keinoja esimerkiksi uusiutuvan energian (erityisesti biopolttoaineiden) sekä investointi- ja verotukien avulla toteutettavaan energiansäästöön. (Ilmasto.org 2009k) Valtioneuvoston päätöksellä on käynnistetty Finnder-ohjelma, joka hankkii päästöyksiköitä puhtaan kehityksen mekanismin

ja yhteistoteutuksen puitteissa Kioton pöytäkirjanmukaisten päästövähennysten mukaisesti (Ympäristöministeriö 2008b).

Ilmastonmuutos- ja energiastrategian pohjalta on ilmastonmuutokseen sopeutuminen tärkeä osa ilmastopolitiikkaa. Vuonna 2005 Maa- ja metsätalousministeriö julkaisi ”Ilmastonmuutoksen kansallinen sopeutumisstrategia” -raportin, jonka tavoitteena on vahvistaa ja lisätä sopeutumiskykyä ilmastonmuutokseen Suomessa. Sopeutumiseen pyritään

- kuvaamalla ilmastonmuutosta ja sen vaikutuksia, sekä arvioimalla toimialojen herkkyyttä
- arvioimalla nykyistä sopeutumiskykyä, haavoittuvuutta sekä ilmastonmuutokseen liittyviä mahdollisuuksia
- esittämällä toimenpiteitä, joihin on syytä ryhtyä välittömästi (esim. tutkimus ja kehittämistoiminta) sekä toimenpidelinjauksia tulevaa toimintaa varten (Maa- ja metsätalousministeriö 2005, 14).

Sopeutumisstrategian mukaan sopeutumisella tarkoitetaan luonnon ja ihmisen mukautumista odotettuihin ja jo tapahtuneisiin ilmastollisiin muutoksiin. Mukautuminen tapahtuu hyödyntämällä ilmastonmuutoksesta johtuvia etuja tai minimoimalla siitä syntyviä haittoja. Tärkeimpänä keinona ilmastonmuutoksen vaikutusten vähentämiseen nähdään kasvihuonekaasujen päästöjen hillitseminen, mutta näiden hillitsemistoimien merkitystä erilaisiin skenaarioihin, tuleviin ilmastonmuutoksen vaikutuksiin tai tarvittaviin sopeutumistoimiin ei ole arvioitu. (Maa- ja metsätalousministeriö 2005, 11)

Kansallinen sopeutumisstrategia määrittelee tärkeimmät ilmastonmuutokseen liittyvät termit, joita myös strategiassa on käytetty. Näitä termejä ovat seuraavat:

Vaikutus tarkoittaa ilmastonmuutoksen aiheuttamaa vaikutusta ihmis- ja luonnonjärjestelmiin ja ne voidaan jakaa potentiaalsiin vaikutuksiin sekä jäännösvaikutuksiin. Jäännösvaikutukset ottavat sopeutumisen huomioon, mutta potentiaaliset vaikutukset eivät. Vaikutukset voivat olla joko suoria tai epäsuoria sekä etuja tai haittoja. (Maa- ja metsätalousministeriö 2005, 12)

Herkkyyys tarkoittaa mittaa, jolla ilmasto vaikuttaa johonkin asiaan suotuisasti tai epäsuotuisasti. Yleensä puhutaan esimerkiksi ekosysteemien herkkyydestä, jolloin

tarkoitetaan ilmastonmuutoksen aiheuttamia vaikutuksia ekosysteemille. (Maa- ja metsätalousministeriö 2005, 12)

Sopeutumiskyky on sananmukaisesti kykyä sopeutua ilmastonmuutokseen. Sopeutuminen voi tapahtua minimoimalla ilmastonmuutoksen haittoja tai hyödyntämällä siitä aiheutuvia etuja. Myös ilmastonmuutoksen aiheuttamista seurauksista selviytymisestä puhuttaessa käytetään ilmaisua sopeutua. (Maa- ja metsätalousministeriö 2005, 12)

Haavoittuvuus tarkoittaa esimerkiksi ekosysteemien ominaisuutta olla alttiita ilmastonmuutoksen vaikutuksille tai kykenemättömyyttä selviytyä niistä. Haavoittuvuus riippuu ilmastonmuutoksen laadusta, suuruusluokasta ja nopeudesta sekä systeemien herkkyydestä ja sopeutumiskyvystä. (Maa- ja metsätalousministeriö 2005, 12)

Sopeutuminen on luonnon ja ihmisten mukautumista ilmastonmuutokseen, joko etukäteen odotettuihin tai jo tapahtuneisiin muutoksiin. Sopeutuminen tapahtuu hyödyntämällä ilmastonmuutoksesta aiheutuvia etuja tai minimoimalla siitä aiheutuvia haittoja ja se voi olla ennakoivaa, omaehtoista, suunniteltua tai reaktiivista. Muissa yhteyksissä käytetään joskus termejä *varautuminen* tai *mukautuminen* tarkoittamassa samaa asiaa kuin sopeutuminen. (Maa- ja metsätalousministeriö 2005, 12)

Hillitseminen on ihmisten toimintaa, jonka tarkoituksena on hidastaa tapahtuvaa ilmastonmuutosta vähentämällä kasvihuonekaasujen päästöjä tai lisäämällä niiden nieluja. Joskus käytetään myös termiä *ilmastonmuutoksen rajoittaminen* tarkoittamassa samaa asiaa. (Maa- ja metsätalousministeriö 2005, 12)

Yleisen näkemyksen mukaan kuntien osalta ilmastonmuutostoimintaan voidaan vaikuttaa konkreettisimmin vähentämällä kunnan alueella syntyviä kasvihuonekaasupäästöjä. Valtakunnallisesti merkittävät ilmastonmuutosta aiheuttavat toimet syntyvät kuntien alueella, joten niiden ehkäiseminen tulisi tapahtua kuntatasolla. Tällaisia toimia ovat mm. yhdyskuntarakenteen, liikennetarpeiden ja jätteidenkäsittelyyn vaikuttaminen sekä energiantuotanto ja energian säästäminen. (Savikko 2008)

Suomessa Kuntaliitto liittyi vuonna 1997 ICLEI:n (Local Governments for Sustainability) ilmastokampanjaan. ICLEI on organisaatio ja sen tarkoituksena on ehkäistä ja ratkaista paikallisia, alueellisia ja globaaleja ympäristöongelmia sekä edistää kestävästä kehitystä. Näihin tavoitteisiin pyritään vaikuttamaan paikallisen toiminnan kautta eli kuntien avulla. ICLEI:n ilmastokampanjassa kukin kunta määrittelee itse omien päästöjensä vähentämistavoitteet, mutta pääasiallinen tavoite on Toronton protokollan mukainen 20 % vähennys. Osa ilmastokampanjassa mukana olevista kaupungeista on asettanut jopa tiukempia vähentämistavoitteita. (Local Governments for Sustainability 2008)

ICLEI:n ilmastokampanjan pohjalta Kuntaliitto käynnisti Kuntien ilmastonsuojelukampanjan, jota täydennettiin vuonna 2006 varautumis- ja sopeutumisstrategioilla. Kampanjaan voi liittyä lautakunnan tai kunnanhallituksen päätöksellä sekä valitsemalla kunnalle oma yhteyshenkilö ja ilmoittamalla tästä Kuntaliittoon. Liittymisen jälkeen kunnassa tulee kartoittaa syntyvät kasvihuonepäästöt esim. energian tuotannosta ja käytöstä, liikenteestä, jätehuollosta sekä tehdä niistä kehitysennusteet ja asettaa omat vähentämistavoitteet. Lisäksi voidaan tehdä ilmastonmuutokseen varautumis- ja sopeutumissuunnitelma. Kasvihuonekaasujen vähentäminen kunnassa

- parantaa ilmanlaatua, energiataloutta ja energiaomavaraisuutta
- voi kehittää uusiutuvien energianlähteiden käyttöä
- työllistää ja edistää uusia teknologioita. (Kuntaliitto 2008)

3.5 Suomen ilmasto

3.5.1 Nykyinen ilmasto

Suomen sijainti 60. ja 70. leveysasteen välillä Euraasian mantereen luoteisreunalla vaikuttaa ilmastoon siten, että alueella on sekä meri- että mannerilmaston piirteitä. Ilmastoa kutsutaan ns. *väli-ilmastoksi*. Ilmastoon vaikuttavat ilmavirtauksien suuntaukset sekä matala- tai korkeapaineen saapumissuunta. (Ilmatieteen laitos 2009c)

Suomen keskilämpötilaan vaikuttavat Itämeri lahtineen ja sisävesistöt, mutta erityisesti Golf-virran lämmittämältä Atlantilta ja Barentsin mereltä tulevat ilmavir-

taukset. Niistä johtuen Suomessa nautitaan huomattavasti korkeammasta keskilämpötilasta kuin muilla samalla leveyspiirivyöhykkeellä sijaitsevilla manneralueilla. Eroa syntyy talvisaikaan jopa 20-30 astetta Celsiusta verrattuna Siperiaan, Kanadan itäosiin tai Grönlantiin. (Ilmatieteen laitos 2009c)

Talvisin Suomessa vallitsevat lounaistuulet ja säätyypit voivat vaihdella nopeasti. Tämä johtuu Suomen sijainnista länsituulten vyöhykkeellä ilmassojen raja-alueella. Sääoloihin vaikuttavat Islannin tienoilla sijaitseva matalapaineen keskus sekä Siperian ja Azorien korkeapaineet, jotka voivat määrittellä päivittäisen sään pitkäänkin. (Ilmatieteen laitos 2009c)

Länsituulen vallitessa on sää Suomessa usein lämmintä ja selkeää, sillä föhn-ilmiöstä johtuen sateet jäävät Norjan vuoristoihin ja vuoristojen itäpuolella ilma on kuivaa ja esiintyvät sateet ovat yleensä vähäisempiä tai sää on jopa poutaista. Suomessa tämä näkyy siten, että sademäärät kasvavat pääsääntöisesti kohti kaakkoa. Myöskin Aasian mannerilmaston vaikutukset ulottuvat Suomeen, ja se näkyy lähinnä pitkinä pakkasjaksoina talvisin tai kesän hellekausina. (Ilmatieteen laitos 2009c)

Köppenin ilmastoluokittelun mukaan Suomi kuuluu kokonaisuudessaan lumi- ja metsäilmaston kostea- ja kylmätalviseen tyyppiin. Tällaisessa ilmastotyyppissä keskilämpötila on lämpimimpänä kuukautena vähintään 10 °C ja kylmimpänä enintään +3 °C, ja sateita ilmenee keskimäärin kohtuullisesti kaikkina vuodenaikoina. (Ilmatieteen laitos 2009c)

3.5.2 Ilmastonmuutoksen havaitseminen Suomessa

Suomessa on aloitettu järjestelmällinen säähavaintojen teko vuonna 1864 Ilmatieteen laitoksen ja Suomen tiedeseuran toimesta. Säähavaintojen perusteella voidaan keskilämpötilan muutoksia Suomessa tutkia melko tarkasti aina 1840-luvulta lähtien ja vuosikeskilämpötila on kohonnut 150 vuoden aikana reilun yhden asteen verran. Lämpeneminen näkyy voimakkaimmin keväisin, kevätkuukausien lämpötilat (maalis-toukokuu) ovat nousseet noin 2 astetta. Vastaavasti talvisin lämpeneminen on noin asteen sekä kesäisin ja syksyisin noin puolen asteen verran. Lämpeneminen ei ole kuitenkaan ollut tasaista ja jaksoon on mahtunut myös

erittäin kylmiäkin aikoja, kuten kylmät talvet vuosina 1985 ja 1987. (Ilmatieteen laitos 2009a)

Ilmaston lämpenemisen maailmanlaajuisuus voidaan todentaa parhaiten tarkastelemalla laajojen alueiden keskilämpötiloja. Suomessa yhdeltä havaintoasemalta saatavat tiedot kertovat lähinnä ilmaston suuresta luonnollisesta vaihtelusta paikakuntakohtaisesti, jolloin luonnollisten tekijöiden aiheuttamaa satunnaista vaihtelua ei voida suhteuttaa maailmanlaajuisen ilmiön tarkasteluun. Kun tarkastelussa otetaan huomioon laajemmat alueet, tämä luonnollisten tekijöiden aiheuttama satunnainen vaihtelu tasoittuu ja taustalla vaikuttavan ilmaston lämpenemisen vaikutukset näkyvät selkeämmin. (Ilmatieteen laitos 2009a)

3.5.3 Tuleva ilmastonmuutos Suomessa

Suomessa ilmaston tulevia muutosten tutkimisesta ja ilmastonmuutosennusteiden laatimisesta vastaa Ilmatieteen laitos. Ilmastonmuutosennusteet pohjautuvat maailmanlaajuisiin ilmastomalleihin ja niillä tehtyihin kokeisiin. Skenaarioiden tuloksia esitetään pääsääntöisesti kahdelle erilaiselle ääri vaihtoehdon kasvihuonekaasuskenaarioille, joissa toisessa päästöjen kasvu jatkuu tulevaisuudessa nopeana ja toisessa päästöjä oletetaan rajoitettavan tehokkaasti. Myös näiden kahden skenaarioiden pohjalta on syntynyt niiden ennustus, joka edustaa näiden kahden ääri vaihtoehdon välimuotoa. (Ilmatieteen laitos 2009d) Skenaarioiden välillä on eroja siinä, miten ilmastonmuutos Suomeen vaikuttaa, mutta yhteenvetona näistä kaikista on yleisesti arvioitu, että todennäköisiä muutoksia tulee tapahtumaan seuraavasti:

Lämpötilan on arvioitu kohoavan Suomessa ilmastonmuutoksen seurauksena voimakkaammin kuin koko maapallon keskimääräinen lämpötila. Lisäksi on arvioitu, että lämpötilat etenkin talvisin tulevat kohoamaan, erittäin alhaiset lämpötilat harvinaistuvat, kesäiset hellejaksot yleistyvät ja todennäköisesti kaikkein korkeimmat lämpötilat kohoavat. (Ilmatieteen laitos 2008c) Lämpötilan muutosten seurauksena *ilmastovyöhykkeet* voivat siirtyä kohti pohjoista mahdollisesti jopa 500 kilometriä tämän vuosisadan loppuun mennessä. Ilmastovyöhykkeiden siirtymisen seurauksena monimuotoisuus Suomen luonnossa saattaa päinvastoin

lisääntyä, kun se muualla maailmassa todennäköisesti tulee vähentymään. (Saukkonen 2008, 161)

Sademäärät lisääntyvät varsinkin talvisin ja yhä useimmin sateet tulevat vetenä. Lisäksi oletetaan, että rankkasateet voimistuvat enemmän kuin keskimääräiset vesisateet. (Ilmatieteen laitos 2008c)

Arviot *tuulen nopeudesta* vaihtelevat eri ilmastomallien välillä. On arvioitu, että merijään väheneminen merialueilla voi lisätä talviaikaan tuulisuutta rannikoilla. Lisäksi on todettu, että mahdollista matalapaineiden reittien muuttumista on tutkittava vielä lisää, sillä nämä muutokset saattavat vaikuttaa tuulisuuteen ja myrskyisyyteen. (Ilmatieteen laitos 2008c)

Lumipeiteaika lyhenee, joten lumen vesiarvo vähenee. Tällä on myös vaikutusta *routaan*, jota tulee olemaan nykyistä vähemmän. Aluksi runsaat lumisateet voivat yleistyä varsinkin sisämaassa ja Pohjois-Suomessa, mutta lauhoja ja sateisia talvia on odotettavissa, jonka seurauksena maaperä on märkää ja sen kantavuus huononee. (Ilmatieteen laitos 2008c) Vaikutukset routaan ovat lähinnä muutoksia routaajan pituudessa ja sen syvyydessä. Routakauden pituus saattaa lyhentyä, mutta keskitalvisin routasyvyys taas saattaa kasvaa, mikäli lumipeite ohenee. (Saukkonen 2008, 162-163)

4 ILMASTO JA SEN MUUTTUMISEN VAIKUTUKSET MAANKÄYT- TÖÖN JA RAKENTAMISEEN VAASASSA

4.1 Ennakoitu ilmastonmuutos Vaasassa

Ilmastonmuutoksen vaikutuksia Vaasassa on vaikea arvioida ilman tarkempia tutkimuksia aiheesta. Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT) on tehnyt osana Ympäristöklusterin tutkimusohjelman neljättä vaihetta (2006-2009) ”Ilmastonmuutoksen huomioiminen kaavoituksessa” –tutkimushankkeen. Yksi tutkimushankkeen kohteista oli Vanhansatamanlahden yleiskaava Kokkolassa, jonka tuloksia voidaan osittain myös soveltaa arvioitaessa ilmastonmuutosta Vaasassa. Tutkimuksen tavoitteena on edistää ilmastonmuutokseen sopeutumista sekä sen hillitsemistä kaavoituksessa ja sen pohjalta mm. vähentää tulva- ja myrskytuhoja. Tutkimuksen mukaan yhdyskuntien suunnitteluperiaatteita tulisi kehittää siten, että ilmastonmuutoksen hillitsemiseen ja sopeutumiseen liittyvät tavoitteet voitaisiin ottaa huomioon samanaikaisesti. Suunnitteluperiaatteita on tarkasteltu molempien tavoitteiden kannalta. (Wahlgren, Kuismanen & Makkonen 2008b, 3)

Kokkolassa ennakoidun ilmastonmuutoksen arviointi perustuu Ruotsin ilmatieteen laitoksen maa-meri-alueilmastomallin RCAO simulointeihin. *Extreemit* eli maksimit ja minimiit kuvaavat keskimäärin kerran 50 vuodessa ylittyvää tai alittuvaa arvoa, ja niiden analyysit on tehty Helsingin yliopiston ja VTT:n yhteistyönä. Kokkolan alueelle tehdyt ilmastosimuloinnit perustuvat kahden globaalimallin reunaehtojen mukaan sekä kahden eri Kansainvälisen Ilmastopaneelin (IPCC) määrittelemän päästöskenaarioiden avulla. Muutosten osalta on tuloksista kunkin neljän simulointimallin perusteella tehty keskiarvot laskentapisteessä, joka vastaa mallissa (50 x 50) km aluetta. (Wahlgren ym. 2008c, 18)

Vertailujaksona toimii vuosien 1961-1990 simulointijakso, joka vastaa ”nykytilaa”. Skenaariojaksona toimii simulointijakso vuosilta 2071-2100, joka vastaa ”ennustetta”. Simulointien perusteella arvioidut muutokset Kokkolassa on esitetty taulukossa 1:

Taulukko 1. Arvioitu ilmastonmuutos Kokkolassa. (Wahlgren ym. 2008c, 18)

KOKKOLA	Muutos
Vuoden keskilämpötila	+4 °C
Maksimilämpötila	+5 °C
Minimilämpötila	+12 °C
Sulamis-jäätymissyklit	-25 %
Vuoden keskituulennopeus	+0 %
Maksimituulennopeus	-5 %
Vuoden sademäärä	+25 %
6 tunnin sademaksimi	+40 %
5 vuorokauden sademaksimi	+55 %
6 tunnin lumisademaksimi	+30 %
Lumipeitteen maksimivesiarvo	-35 %
Lumipeitteen kesto aika	-60 vrk
Meren jääpeitteen kesto aika	-80 vrk

Maksimituulennopeus ei ääri-ilmionä kasva 50 vuoden toistuvuusjaksolla, mutta kovat tuulet lisääntyvät ja niitä on useammin. (Wahlgren ym. 2008c, 18)

Näiden tulosten perusteella voidaan siis arvioida mahdollista ilmastonmuutosta Vaasassa. Huomioon on otettava se, että tulokset ovat viitteellisiä, sillä vaikka tulevaisuuden ennustaminen on jossain määrin mahdollista, on ennustusten osuminen oikeaan epävarmaa. Lisäksi sitä, miten esimerkiksi luonto reagoi muutokseen, on mahdotonta arvioida. Se on hyvin haavoittuvainen, mutta toisaalta joissakin tilanteissa luonto sopeutuu yllättäviin ja nopeisiin muutoksiin huomattavasti helpommin kuin ihmiset. Lisäksi paikallisissa erityispiirteissä ja olosuhteissa voi Vaasassa olla eroja verrattuna Kokkolaan ja näin ollen ilmastonmuutoksen seuraukset voivat olla hieman erilaiset.

4.2 Merenpinnan muutokset

Vaasan alueella tapahtuva maankohoaminen on erityisilmiö, jonka vaikutuksia yhdessä ilmastonmuutoksen kanssa on vaikea arvioida, sillä ilmastonmuutoksen seurauksena tapahtuvan merenpinnan nousunopeutta ei voida tarkalleen arvioida.

Normaalisti merenpinnan korkeuteen Itämerellä vaikuttavia tekijöitä ovat ilmanpaine, tuulet, virtaukset Tanskan salmien läpi sekä talvisin merijään kattavuus sekä sen tuomat vaikutukset. Itämeren merenkorkeus vaikuttaa jossain määrin myös Perämeren kautta Merenkurkun alueella ja aina Perämerelle saakka. Suomen alueen rannikoilla vuoroveden vaikutukset ovat vain muutamia senttimetrejä. (Itämeriportaali 2008)

Tuulet kasaavat vettä tietyille alueille riippuen tuulien suunnasta ja sen vaikutukset ovat hyvin paikallisia. Tämä kasaantumisvaikutuksena tunnettu ilmiö näkyy erityisen selvästi lahtien pohjukissa. Näin ollen myös suurimmat ääriarvot saavutetaan tällaisilla alueilla. (Itämeriportaali 2008)

Ilmanpaineen ollessa korkea, painaa se vedenpintaa alaspäin. Tämä näkyy siten, että yhden millibaarin paine-ero vastaa noin yhtä senttimetriä vedenkorkeudessa, joten ilmanpaineen vaihtelu voi normaalioloissakin aiheuttaa useiden kymmenien senttien vedenkorkeusvaihtelun. (Itämeriportaali 2008)

Veden virtaus Tanskan salmissa aiheutuu vedenpinnan korkeuseroista Itämeren ja Pohjanmeren välillä sekä tuuliolosuhteista alueella. Sisään ja ulosvirtaus vaikuttavat Itämeren kokonaisvesimäärään ja sen kautta vedenkorkeuteen kaikilla meri-alueilla ja niiden mittauspaikeilla. (Itämeriportaali 2008)

Yhtenäisen jääpeitteen vaikutukset vedenkorkeuden lyhytaikaisvaihteluihin johtuvat sen tuulten vaikutusten estämisestä, jolloin tuulet eivät pääse kasaamaan vettä rannikkoja vasten. Tällöin korkeimmat ääriarvot jäävät saavuttamatta, sillä niitä ei synny yhtä helposti kuin avoveden aikaan. (Itämeriportaali 2008)

Vuodenaikojen vaihtelu aiheuttaa vedenkorkeuksiin jaksollisuutta, kun tuulen käyttäytyminen ja ilmanpaineen vuotuinen kierto seuraavat vuodenaikoja. Korkeimmillaan vedenkorkeus on joulukuussa ja matalimmillaan huhti-toukokuussa ja vedenkorkeuden hajonta vaihtelee vuodenajoittain. Voimakkaimmillaan hajonta on talvella marras-tammikuun aikaan ja heikoimmillaan se on kesällä toukoheinäkuussa. Keskimääräinen vuodenaikaiskierto ei tapahdu kuitenkaan joka vuosi ja yksittäiset vuodet saattavat poiketa suurestikin toisistaan. (Itämeriportaali 2008)

Havaintoja vedenkorkeudesta on tehty Vaasassa vuodesta 1922 lähtien ja vedenkorkeuden ääriarvot (teoreettisen keskiveden suhteen) on esitetty seuraavassa taulukossa 2 (Itämeriportaali 2008).

Taulukko 2. Vedenkorkeuden ääriarvot (Itämeriportaali 2008).

Maksimi	Minimi
+144 cm (14.1.1984)	-100 cm (14.1.1929)

4.2.1 Ilmastonmuutoksen vaikutus vedenkorkeuteen Vaasassa

Vaikka ilmastonmuutos nostaa merenpintaa, on odotettavissa, että merenpinnan nousu vain hidastaa maankohoamisen vaikutuksia. Merentutkimuslaitos on ennustanut, että meren pinta tulee laskemaan Vaasassa vielä 100 vuoden jälkeenkin. (Vaasan kaupunkisuunnittelu 2008a, 11-12) Ääritapauksessa merenpinnan taso pysyisi suurin piirtein samassa kuin nykyään (Wahlgren ym. 2008c, 20), sillä maan- ja merenkohoamisen vaikutukset kumoaisivat toisensa. Ilmastonmuutoksen varautumisen kannalta arviot tulevasta merenpinnan tasosta tulisi selvittää ja erityisesti myrskytulvien vaikutukset yhdistettyinä vedenkorkeuteen, sillä yhteisvaikutukset voivat olla arvaamattomia. Lisäksi paikallisten olosuhteiden vaikutukset vedenkorkeuteen ja sen poikkeamiin yleisestä arvosta tulisi selvittää, sillä esimerkiksi tuuliolosuhteet voivat aiheuttaa veden pakkaantumista alueille, joille siitä syntyy huomattavia ongelmia. (Wahlgren ym. 2008c, 206)

Merenpinnan korkeudessa ei siis Merentutkimuslaitoksen mukaan tulla Vaasassa näkemään muutosta vielä seuraavaan 100 vuoteen. Tärkeää on kartoittaa riskit, mikäli vedenpinnan taso yllättäen nousisikin arvioitua enemmän. Vaasassa on pyritty jättämään ranta-alueet rakentamatta, mikä omalta osaltaan vähentää joitain merenpinnan korkeuteen liittyviä riskejä. Luonto toimii jossain määrin hyvänä puskurina ja suojavyöhykkeenä rakennetulle ympäristölle.

Vaasassa erityisesti Eteläisen Kaupunginselän alue voi ilmastonmuutoksen seurauksena olla ongelmallinen alue. Merenpinnan korkeudella ei todennäköisesti ole jokien ja delta-alueen kannalta suurta vaikutusta, vaan oleellisempaa onkin maankohoaminen ja sen seuraukset. On selvitettävä ja arvioitava sitä, miten rannikolle

laskeville joille tulevaisuudessa tulee käymään maankohoamisen seurauksena. Kun delta-alueet hiljalleen nousevat merestä yhä ylemmäksi, veden virtaukset merta kohden hidastuvat ja mahdollisesti jossain kohdassa kääntyvät vastakkaiseen suuntaan. Millaisia seurauksia jokien suunnan muuttumisesta voisi olla? Esimerkiksi olisi syytä selvittää minne vesi kulkeutuisi ja kerääntyisi eli syntyisikö jonnekin sisämaahan uusi järviolue ja mitä tämän mahdollisesti syntyvän järven alueella on.

4.2.2 Alin korkeusasema ja aallonkorkeus

Alimman rakennuskorkeuden määrittelyyn vaikuttavat

- aallokko ja roiskeet
- hyväksyttävä ylityksen todennäköisyys, joka riippuu tulvimisen aiheuttaman vahingon laadusta ja laajuudesta
- rakennuskorkeuden noston kustannukset ja korkeudesta riippuva käyttöarvo
- sekä käyttöikä (Wahlgren ym. 2008c, 26).

Itämeren rannoilla alimpien rakennuskorkeuksien suositukset perustuvat useisiin erilaisiin tekijöihin ja alimmaksi rakentamiskorkeudeksi, eli tulvavaraksi, on paikasta riippuen saatu 150-295 cm, kun on käytetty n. 30 cm:n minimiaaltoiluvараа. Pienimmillään (150 cm) tulvavara on Vaasan seudulla. Tulvavarasta suurin osa muodostuu ennakoitun ilmastonmuutoksen aiheuttamasta valtamerien pintojen noususta. (Ollila 2002, 39) Vaasassa alin suositeltava rakennuskorkeus eli keskimäärin kerran seuraavien 200 vuoden aikana saavutettava tulvataso on (vesi & aalto) 150 cm ja (vesi) 119 cm (Kahma, Pettersson, Boman & Seinä, 1998).

Vaasan tilanteessa on meren lisäksi otettava huomioon myös Eteläisen Kaupunginselän delta-alue ja jokien mahdollinen tulviminen. Ilmastonmuutos lisää mahdollisesti talvitulvia, sillä talvella sateen ja sulannan yhdessä aiheuttamat tulvat eivät välttämättä jää pienemmiksi kuin nykyiset kevättulvat, koska talvella puuttuvan haihdunnan ja siitä seuraavan maaperän vetisyys lisäävät sadannan ja sulannan vaikutuksia (Ollila 2002, 20).

Koko joen valuma-alueella kasautuvat ongelmat (veden viiveen väheneminen, ravinteiden runsas huuhtoutuminen yms.) näkyvät Eteläisellä Kaupunginselällä mm. avointen vesipintojen umpeenkasvuna, rehevöitymisenä, happamuuden lisääntymisenä. Lisäksi oikeanlainen tuulen suunta saattaa pakata vettä lahden pohjukkaan ja näin ollen esim. keväisin tulva-aikaan hidastaa veden valumaa Kaupunginselän alueelle. On arvioitu, että noin kerran kymmenessä vuodessa kevät-tulvien aikaan Laihianjoen vesi tulvii moottoritien yli katkaisten liikenteen sekä nousee lentokentälle saakka peittäen lyhyemmän kiitoradan (Pohjanmaan liitto, Länsi-Suomen ympäristökeskus, Vaasan kaupunki, Mustasaaren kunta, Laihian kunta 1999, 37).

Maankäytölle merkitystä on merenkorkeuden lisäksi aallonkorkeudella, sillä rannikolle kohdistuvan aallokon korkeuteen vaikuttavat saaristot, rannan muodot ja rantavesien mataluus. Myös tuulten suunnilla on merkitystä aaltojen synnyssä sekä siihen minne aallokko kohdistuu, varsinkin myrskyjen aikaan, mutta matala ranta hillitsee aaltojen korkeutta. Aaltojen lisäksi on huomioitava syntyvät pärskeet. (Wahlgren ym. 2008c, 27) Rakentamattomat ranta-alueet (Vaasassa rantapuistot) suojaavat aallokolta ja pärskeiltä, joten niiden tärkeys tulee huomioida tulevissa suunnitelmissa. On myös syytä selvittää, ovatko rakentamattomat ranta-alueet riittäviä esimerkiksi estämään pärskeiden haittavaikutuksia sekä mahdollisia korkeita aaltoja.

4.3 Vaasan kaupungin kasvihuonepäästöt

Vaasassa kasvihuonepäästöt ovat henkeä kohden noin 3,9 tonnia vuodessa, josta puolet syntyy liikenteestä ja toinen puoli lähinnä energiantuotannosta, joka tapahtuu kivihiilen poltosta (Vaasan kaupunki 2008b). Liikenteen ja energiantuotannon lisäksi yksittäisiä päästöjä aiheuttavia toimintoja ovat mm. jätehuolto ja teollisuuden suuret yksiköt sekä lentokenttätoiminta. Pienempiä yksittäisiä päästöjä syntyy esimerkiksi Vaasan alueella sijaitsevista vapaa-ajan asunnoista. Kasvihuonepäästöjä tarkasteltaessa on tärkeää huomioida myös työssäkäyntialueen liikenne, sillä iso osa lähikuntien työmatkaliikenteestä suuntautuu Vaasan kaupungin alueelle.

Henkilöautotiheyden (henkilöautoa/1000 asukasta) avulla voidaan arvioida auton käyttömahdollisuuksia tai autonkäyttöä liikkumisessa yleensä. Koko maan henki-

löautotiheys on keskimäärin 445 ja Vaasassa se on noin 494 autoa. Tiivis kaupunkirakenne tekee päivittäisten palvelujen saavuttamisesta helpompaa jalan tai pyörällä, joten henkilöauton tarve vähenee. Esimerkiksi Mustasaarella, jossa henkilöautotiheys on peräti 572 autoa, ovat palvelutkin kauempana. Vaasassa yhdyskuntarakenteen ja liikennejärjestelmien toimivuutta on selvitetty tie- ja katuverkokeselvityksessä. Maankäyttö ja liikenneverkot tulisi selvityksen mukaan kytkeä toisiinsa sekä parantaa ja edistää mm. kevyen liikenteen mahdollisuuksia, liikenneturvallisuutta sekä ympäristöhaittojen minimointia. Liikennejärjestelmien kehittäminen ja maankäytön tiivistäminen vähentää mahdollista liikennetarvetta sekä kasvihuonekaasupäästöjä ja sen kautta hillitsee ilmastonmuutosta. (Tiehallinto ym. 2007)

4.4 Ilmastonmuutoksen aiheuttamia muutoksia Vaasassa

Ilmastomallien simulointien seurauksena ilmastossa tulee tapahtumaan muutoksia, kuten

- lämpötilojen nousua
- vesisateiden ja sateen rajuuden lisääntymistä
- lumimäärän vähenemistä, mutta lumimyrskyt voivat olla ankarampia
- meren jäätyminen on lyhyempi aika, jolloin aallokko, kosteus ja roiskeet lisääntyvät (Wahlgren ym. 2008c, 33).

Tapahtuvista muutoksista ei ole tarkkaa tietoa, mutta suunniteltaessa uusia maankäytön ratkaisuja ovat nämä muutokset otettava huomioon. Myös jo olemassa olevia maankäytöllisiä ratkaisuja on jälkikäteen tarkasteltava ilmastonmuutoksen kannalta. Muutokset voivat olla positiivisia tai negatiivisia ja yhden asian kannalta positiivinen muutos voi toisen asian kannalta olla negatiivinen. Yksittäisten asioiden kannalta on helppoa määritellä ovatko muutokset hyviä vai huonoja, mutta kun tarkastelu ulotetaan yhteisvaikutuksiin, eivät seuraukset olekaan enää tunnettuja, ainakaan pitkällä aikavälillä.

Esimerkiksi lämpötilan noususta seuraa vähentyvä lämmityksen tarve, mutta lisääntyvillä voimakkailla tuulilla on puolestaan viilentävä vaikutus. Tuulien voimakkuuden lisääntyminen taas voi vaatia rakennuksilta uudenlaista kestävyyttä ja

se vaikeuttaa myös liikkumista jalan tai pyörällä. Meren sulana pysyminen yhdessä lisääntyneiden voimakkaiden tuulien kanssa pidentää kosteaa ja tuulista väli-vuodenaikaa. Lisäksi vapaa merenpinta ja tuuli yhdessä synnyttävät terävää aallokkoa, joka rantaan iskeytyessään heittää pisaroita rannan läheisyydessä oleville kaduille sekä rakennusten julkisivuille. Myös lisääntyvä kosteus aiheuttaa aiempaa enemmän liukkaita nollalämpötilan molemmin puolin ja sateiden lisääntyminen taas kuorimittaa sadevesiviemäreitä sekä alaville alueille rakennettuja rakennuksia. Lisääntyvät sateiden aiheuttamat ongelmat onkin huomioitava sadevesiviemäreiden mitoituksessa. (Wahlgren ym. 2008c, 33)

Vaasan kaupungissa maankäytön avuksi olisi hyödyllistä tehdä selvitys alueen tarkoista tuulisuusoloista esimerkiksi tekemällä yleisluonteiset tuulisuuskartat. Tuulisuuskarttojen tietojen avulla saadaan selville paljon tietoa tuulen suunnista, niiden kulkeutumisesta kaupungin alueella. Esimerkiksi alavat, tuulille ja myrskytulville alttiit rantakaistat sekä pärskeherkät alueet selviävät tuulisuuskartoista. Myös liikenteen päästöt kulkeutuvat tuulten mukana, joten tuulen kuluille suotuisat isot katu- ja tiealueet ovat tärkeitä selvittämisen kohteita, jollaisista esimerkkinä Vaasassa on mm. moottoritie sekä keskustassa pitkät suorat puistikot. Kaava-suunnittelussa voidaan tuulisuuskarttojen tietojen perusteella esimerkiksi hyödyntää mahdollisten viheralueiden sijoittamista siten, että ne ottavat vastaan tuulia ja siten suojaavat kaupunkiympäristöä. Jo olemassa olevat rantapuistot suojaavat hyvin mereltä tulevaa tuulta vastaan.

4.5 Rakennettu ympäristö

Nykyisellään kaikki rakentamamme infrastruktuuri on tehty kestämään tämän hetkistä ilmastoamme. Tulevaisuudessa ongelmat syntyvät juuri siitä, että nykyisenkaltainen rakennettu ympäristömme ei kestä ilmastossa tapahtuvia muutoksia niin hyvin kuin toivoisimme, joten tulevaisuuden rakentamisen mitoitukset joudutaan miettimään uudelleen. Olemassa olevaa infrastruktuuria joudutaan korjaamaan ja muokkaamaan tuleviin haasteisiin. Uutta rakennettaessa on taas otettava huomioon sellaisia asioita, joihin ei aiemmin ole tarvinnut kiinnittää huomiota. Esimerkiksi vesihuollon ja jätevesien käsittelyn osalta saattaa syntyä uudenlaisia ongelmatilanteita, sillä olemme Suomessa totuneet suhteellisen tasaisiin vesioloi-

suhteisiin, mutta tulevaisuudessa sekä liiallinen vedentulo ja vakavat kuivuudet uhkaavat myös meitä. (Saukkonen 2008, 168)

Nykyisten tie- ja katuysteysien parantaminen ja uusien rakentaminen on tulevaisuudessa tärkeää ja maankäytön kehittäminen onkin keskeisin liikenteeseen vaikuttava tekijä. Liikenne on huomattava kasvihuonekaasupäästöjen lähde, mikä pitäisi huomioida ilmastonmuutosta tarkasteltaessa. Asia on otettu huomioon laadittaessa yleiskaavaa 2030.

Erilaisten liikenteeseen liittyvien selvitysten pohjalta on tehty laskelmia, joiden mukaan on arvioitu, että vuonna 2030 yleiskaavan tavoitetilanteessa hiilidioksidipäästöt asukasta kohden säilyvät nykyisellä tasollaan. Suunnitellut toimenpiteet eivät riitä täyttämään kansallisten ja kansainvälisten ilmastotavoitteiden veloituksia. Pelkkiä liikennejärjestelmiä kehittämällä ei saada aikaiseksi toivotunlaista vaikutusta, vaan maankäytön suunnittelu on avainasemassa ilmastonmuutosnäkökohtia tarkasteltaessa. Suunnittelun avulla luodaan edellytyksiä kevyen liikenteen ja joukkoliikenteen käytölle päivittäisessä liikkumisessa. Liikkumista ajoneuvoilla voidaan vähentää sijoittamalla erilaisia toimintoja joukkoliikenteen reittien läheisyyteen, jolloin tarve yksityisautoiluun vähenee ja näin myös päästöt vähenevät. (Tiehallinto, Vaasan kaupunki, Mustasaaren kunta 2007, 9, 102)

Myös liikenneverkostojen huolto- ja korjaustarpeet tulevat lisääntymään ääri-ilmiöiden lisääntymisen myötä. Kaupungin katualueilla varsinkin tiiviisti rakennetuilla alueilla ongelmana ovat rankkasateiden myötä lisääntyvät hulevesimäärät, joiden poistossa sekä silta- ja rumpurakenteissa joudutaan mitoituksia suurentamaan. Pohjavesien korkeuden muutokset aiheuttavat ongelmia pohja- ja perusrakenteille sekä pengerryksille. Talvisin suolauksen tarve lisääntyy nollan lähellä olevien lämpötilojen lisääntyessä, ja vaikka alku- ja lopputalvesta teiden kunnossapidon tarve tuleeikin vähenemään, ei kunnossapitokustannuksista synny säästöjä. (Saukkonen 2008, 168-169)

Rakennettuun ympäristöön kuuluvat myös rakennukset, joiden lämmityksen tarve on energiantuotannon kautta oleellisesti sidoksissa ilmastonmuutokseen. Lämmitystarpeen väheneminen lämpötilojen kohoamisen seurauksena sekä energiahukan syntyminen voimistuvien tuulten seurauksena aiheuttaa uudenlaisia ongelmia rat-

kaistavaksi rakentamisessa. Lämmitystarpeessa ei itsessään välttämättä tapahdu suuria muutoksia, ainakaan talvisin, mutta kesäisin mahdollisesti lisääntyvän jäähdystarpeen myötä on löydettävä ratkaisuja rakentamiseen. Tärkeämmäksi nouseekin energiantuotantoon tarvittaviin rakenteisiin ja sähkönjakelujärjestelmiin kohdistuvat mahdolliset riskit, joita ilmastonmuutos voi tuoda tullessaan. Yhteiskuntamme on erittäin herkkä sähkökatkoksille, joita esimerkiksi myrskytuulilla sähköverkkoihin kaatuneet puut aiheuttavat. (Saukkonen 2008, 169-170) Tällaisiin riskeihin on siis syytä varautua ja niiden huomioiminen voitaisiin ottaa esiin mm. kaavoituksessa.

Vastataksemme ilmastonmuutoksen aiheuttamiin ongelmiin rakennetussa ympäristössä, tulisi nykyiset rakennusalueet analysoida. Esimerkiksi yleiskaavoituksen kannalta rakennusalueet tulisi selvittää ilmastonmuutoksen näkökulmasta ja asettaa sen pohjalta myös uusia ilmastonmuutoksen huomioonottavia tavoitteita. Tällaisia yleisluonteisia tavoitteita voivat olla mm. kaupungin kehittäminen toimivaksi merenrantakaupungiksi myös tulevaisuudessa tai kaupunki-ilmaston parantaminen tuulettamalla pakokaasuja avaamalla pääliikenneväylät tuulille (Wahlgren ym. 2008c, 35). Lisäksi voidaan tehdä tarkemmat analyysit pienemmiltä rakennusalueilta esimerkiksi kaupunginosittain tai kaava-alueittain.

5 YLEISKAAVOITUKSEN VAIKUTUKSET ILMASTONMUUTOKSEEN

Yleiskaava pitää sisällään alueen, joka on tarkoin rajattu, mutta ilmastonmuutoksen vaikutukset eivät jää rajojen sisäpuolelle. Näin ollen ilmastonmuutosta huomioitaessa olisi syytä ulottaa tarkastelu laajemmalle alueelle. Tällainen laaja-alainen lähestyminen vaatii kuntien välistä yhteistyötä ja vielä laajemmin jopa maakuntatasolla. Se, millaista yhteistyötä ilmastonmuutoksen ehkäisemiseksi tai sopeutumisen kannalta olisi tehtävä, on ongelmallista, sillä yhteistyön ja rajojen määrittely useiden kuntien alueella voi olla vaikeaa. Lisäksi ilmastonmuutoksen näkökulmasta tarkasteltavien alueiden kokoon tulee kiinnittää huomiota, sillä laajoja alueita ei voida käsitellä yksityiskohtaisesti.

Yleiskaava-aluetta tarkasteltaessa voidaan tehdä yksityiskohtaisempia suunnitelmia, mutta alue on niin suuri, ettei kaikkea ole silti mahdollista tehdä. Onkin päätettävä mihin halutaan panostaa, sillä kaikkeen ei ole varaa. Mihin resurssit sitten tulisi käyttää esimerkiksi asumisen tai liikenteen suhteen? Varsinkin asumisessa yhtenä näkökulmana ehdotettu tiivistäminen voidaan toteuttaa usealla eri tavalla juuri resursseista riippuen kuten lisäämällä kerrosrakennusoikeuksia tai lisäämällä rakennuksien määrää olemassa olevaan maankäyttöön. Ilmastonmuutoksen kannalta edullisempaa olisi todennäköisesti lisätä kerrosmääriä, mikäli rakentamattomasta maanpinnasta suurin osa ei olisi kovia pintoja, kuten asfalttia yms. Näin luonnolliset viherpinnat edesauttaisivat vesien imeytymistä, ehkäisivät auringsäteilyä johtuvaa lämpenemistä, ja riippuen alueen kasvillisuudesta, varjostaisivat sekä suojaisivat rakennuksia.

Näkökulmia suunnitteluun voi olla useita ja varsinkin puuttuvan tiedon muodossa ilmenevät näkökohdat ovat niitä vaikeimpia. Siksi suunnittelijoiden ja kaavanlaattijoiden on tärkeää tiedostaa se, mitä ilmastonmuutos on sekä pysyä perillä siitä, millaisia tutkimuksia ja tuloksia ilmastonmuutoksesta julkaistaan.

5.1 Tiivis vai hajautettu yhdyskuntarakenne?

Yksi suunnittelussa huomioon otettavista asioista on tiiviin ja hajautetun yhdyskuntarakenteen ongelma, jossa erilaisten näkökulmien pyrkimyksenä on löytää ratkaisuja yhdyskuntarakenteen suunnitteluun, kuten liikenteeseen, energiantuo-

tantoon ja asumispreferensseihin. Ilmastonmuutoksen näkökulmasta voidaan yhdyskuntasuunnitteluun löytää mahdollisia ratkaisuja näiden kahden ääripäitä edustavien näkökulmien välistä.

Hajanainen rakenne lisää infrastruktuurin rakentamisen ja ylläpidon kuormitusta asukasta kohden ja myös kaukolämmön järjestäminen alueille voi olla vaikeaa. Hajaantunut rakenne kasvattaa myös palveluiden järjestämisen kustannuksia sekä lisää liikenteessä kuluvaa aikaa. Pitkät etäisyydet kodin, työpaikan ja palvelujen välillä lisäävät liikkumisen pakkoa, jolloin kevyt liikenne ei ole todellinen vaihtoehto. Myöskään toimivalle joukkoliikenteelle ei alueilla yleensä riitä asiakaspohjaa. (Valtioneuvosto 2009b, 102)

Muutokset yhdyskuntarakenteessa tapahtuvat hitaasti ja jo olemassa oleva yhdyskuntarakenne sekä ohjaa että pakottaa niin suunnittelua kuin toimimista, vielä useiden kymmenienkin vuosien päästä. Vanhan yhdyskuntarakenteen muuttaminen myöhemmin on erittäin vaikeaa ja tulevaisuudessa ilmastonmuutoksesta johtuvat ongelmat pitäisi pyrkiä ratkaisemaan ja suunnittelemaan jo nykyään välttääksemme toimimattomat ratkaisut. (Valtioneuvosto 2009b, 102)

Eheä yhteiskuntarakenne ei edellytä asutuksen keskittämistä suuriin kaupunkeihin, sillä sisäisen liikenteen kannalta optimaalinen yhdyskunnan koko voi olla myös pienen tai keskisuuren kaupunginkin luokkaa. Tällöin lähes koko kaupunki on saavutettavissa kevyen liikenteen avulla. Erään mallin – yhdyskuntien helminauhamalla – mukaan voidaan yhdistää sekä luonnonläheisen asumisen tavoitteita ja eheyttää rakennetta. Tällöin tiiviiden ja verrattain pienien, mutta toisistaan hajallaan sijaitsevien yhdyskuntien yhdistämisessä hyödynnetään radanvarsia ja joukkoliikennekäytäviä. Edellytyksenä on, että joukkoliikenneyhteydet toimivat sekä pitkittäis- että poikittaissuunnissa. (Valtioneuvosto 2009b, 103)

Lisäksi kotien, palveluiden ja työpaikkojen tulisi olla mahdollisimman hyvin saavutettavissa joukko- ja kevyen liikenteen avulla kaupunkiseuduilla. Toiminnot, jotka vaativat runsaasti henkilöliikennettä, tulisi ohjata jo olemassa olevan yhdyskuntarakenteen sisään tai muutoin toimivan joukkoliikenteen ääreen. Sellaisilla alueilla, joista työhön matkustetaan muualle, tulisi lisätä työpaikkaomavaraisuutta. (Valtioneuvosto 2009b, 103) Esimerkiksi Vaasassa sijaitsee useiden naapurikunta-

laisten työpaikat ja työmatkaliikenne on sen mukainen. Useimmat työmatkalaiset saapuvat töihin omilla autoillaan, yksin, sillä julkinen paikallis- ja seutuliikenne ei tarjoa mahdollisuuksia tehdä sujuvasti työmatkoja. Tällaisen työmatkaliikenteen vähentämiseksi tarvitaan joko toimivat vaihtoehdot yksityisautoilun tilalle tai mahdollisuus tehdä etätöitä kotoa käsin.

Ilmastopoliittisesti hajautunut yhdyskuntarakenne voi olla hyvä harvaan asutuilla alueilla, mikäli se mahdollistaa mm. uusiutuvan energian hyödyntämisen paremmin ja kestävämmiin kuin kaupunkialueilla. Olemassa olevan sekä uuden asutuksen energiankäyttöä tulisi ohjata entistä enemmän lähialueisiin tukeutuvaan, uusiutuvan energian käyttöön ja etätömahdollisuuksien hyödyntämiseen. (Valtioneuvosto 2009b, 103) Esimerkiksi Vaasan asuntomessualueella käytössä oleva ainoalaatuinen ratkaisu on ollut siirtää lämpöä merenpohjasta asuntojen lämmitykseen. Tällaisten ekologisten ja innovatiivisten energiankäyttömuotojen toteuttamista tulisi selvittää laajemminkin.

Kestävän kehityksen tavoitteiden kannalta pidetäänkin useissa tutkimuksissa hyvänä ratkaisuna helminauhamaista tai säteittäistä, raideliikenteen ja tehokkaan syöttöliikenteen yhdistelmään tukeutuvaa kaupunkirakennetta. Mikäli tällaiseen yhdistyy vielä matala, tiiviisti rakennettu pientalovaltaisuus, tulevat myös asukkaiden asumispreferenssit huomioon otetuiksi. Näin saadaan aluerakennekin kestävämmäksi. (Valtioneuvosto 2008c, 51)

Hajallaan olevat väestökatoalueet eivät ole tulevaisuudessa merkittävä liikenteen lisääjä, vaikka yleisesti näin luullaan. Tällaisilla alueilla joukkoliikenne on jo niin harvaa, että liikkuminen paikallisesti edellyttää henkilöauton käyttömahdollisuutta. Lisäksi vähentyvän ja ikääntyvän väestön takia autojen määrä laskee ja vanhusten ajokilometrit ovat keskimääräistä pienempiä. Yhdyskuntarakenne eheytyykin haja-asutusalueilla sitä kautta, kun syrjäkylät autioituvat ja asumattomia neliökilometrejä tulee lisää. Tämän vuoksi liikennemäärät voivat väestökatoalueilla jopa vähentyä. Ikääntymisellä saattaa olla muitakin vaikutuksia yhdyskuntarakenteen suunnittelun näkökulmaan kuin pelkästään liikennekäyttäytyminen. Esimerkiksi liikkuminen ja kulutusikäytyminen vähenevät ja vaikeutuvat, kun taas

halukkuus ja taloudelliset mahdollisuudet energiansäästöinvestointeihin voivat olla vähäisempiä. (Valtioneuvosto 2008c, 52)

Muutokset yhdyskuntarakenteessa ja liikenteen infrastruktuurissa sekä sitä kautta elämäntavoissa tapahtuvat hitaasti. Yhdyskuntarakenteen eheyttämiseksi vaaditaan kuntien välisten asukkaiden houkuttelukilpailun lopettamista, seutukuntatasaista yhdyskuntarakenteen ja liikenteen suunnittelua sekä päätöksentekoa. (Valtioneuvosto 2008c, 52-53)

Nähtävästi siis pelkän yhdyskuntarakenteen avulla ei voida vähentää ilmastonmuutoksen uhkaa; tarvitaan muutosta myös ihmisten elintavoissa ja tottumuksissa. Miten tällaiset muutokset sitten tapahtuvat ja millaiset syyt vaikuttavat siihen, etteivät ihmiset muuta käyttäytymistään ja tapojaan? Yleisesti ajatellaan, että muutosta ei tapahdu, ellei se ole tehty ihmisille helpoksi. Näin ollen voitaisiin siis ajatella, että yhdyskuntarakenteen hyvä suunnittelu ohjaisi ihmisiä tekemään uusia valintoja elintavoissaan ja tottumuksissaan.

5.2 Ilmastopoliittika avainasemassa seutu- ja kuntapolitiikassa?

Kunnalle rahallisia säästöjä voi syntyä energiankäytön ja infrastruktuurin tehostamisesta. Lisäksi kestävä teknologian sekä palvelujen avulla voidaan luoda jopa uusia työpaikkoja tai verotuloja, ja joukko- sekä kevyen liikenteen kehittämisellä voidaan kohentaa kuntalaisten terveyttä ja parantaa viihtyvyyttä. Ilmastopoliittisten ratkaisujen seurauksena voi syntyä myös muita, vaikeammin mitattavia hyötyjä, kuten ihmisten sitoutumista omaan kuntaansa, koska he kokevat sen toimivan vastuullisesti ja kestävästi. Tällaiset ilmastopoliittiset tavoitteet eivät voi kuitenkaan toteutua, ellei niitä jalkauteta kaupunkiseutujen, alueiden ja kuntien tasolle. Ilmasto- ja energiastrategia velvoittaakin sekä maakunnat, että kaupunkiseudut laatimaan omat ilmasto-ohjelmansa. (Valtioneuvosto 2009b, 144) Yhteistyö alueellisesti nähdään siis kannattavana, eikä ilmastotyötä pitäisi sisällyttää vain kuntarajojen sisäpuolelle. Ilmasto- ja energiastrategiassa keskitytään pääsääntöisesti uusiutuvien energioiden edistämiseen, energiankäytön tehostamiseen sekä kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen (Valtioneuvosto 2008a, 2). Ilmastonmuutoksen ehkäisemiseksi ja siihen sopeutumiseksi on kiinnitettävä huomiota myös muihinkin asioihin kuin päästöihin ja niiden vähentämiseen.

5.3 Kaavojen kehittäminen ilmastonmuutos huomioiden

Arvioidulla ilmastonmuutoksen aiheuttamilla muutoksilla on merkitystä alueiden suunnittelussa aina kaavoituksesta toteutukseen, minkä vuoksi toteutussuunnittelun mitoitustarpeita joudutaan todennäköisesti uudistamaan. Kokkolan Vanhansatamanlahden kohdalla pienilmastoanalyysien perusteella on esitetty päälinjat kaavojen kehittämiseksi. Näiden päälinjojen mukaisesti tulisi

- suosia matala-tiivis-rakennetta
- välttää suoria päätuulien suuntaisia katutiloja
- suunnata korttelit aurinkoon
- suojata pihat tuulelta rakennusmassoin
- sekä lisätä kaavoihin määräykset tuulensuojaistutuksista ja rakenteista.

(Wahlgren ym. 2008c, 57)

Lisäksi raportissa on todettu, että suurimmat haasteet ilmastonmuutokseen sopeutumisessa liittyvät rantojen ja alavien alueiden rakentamiseen, tuulisuuden huomioon ottamiseen sekä sadannan lisääntymiseen (Wahlgren ym. 2008c, 58).

Myös VTT:n raportissa ”Ilmastonmuutoksen vaikutukset rakennettuun ympäristöön” on annettu keinoja, miten ilmastonmuutos voitaisiin ottaa huomioon kaavoituksessa. Tällaisia keinoja voivat olla mm.:

- ohjeet ja suositukset toimintojen sijoittamiseen
- aluevaraukset eri käyttötarkoituksiin, kuten tulva-, sortuma- ym. riskialueiden rajaaminen rakentamisen ulkopuolelle
- kaavamerkinnot ja määräykset, kuten rakentamisrajoitukset tulva- ym. riskialueilla
- rakennusten, verkostojen ja muiden rakenteiden sijoittaminen
- asemakaavataso suunnitteluperiaatteet, joita voivat olla esim. pienilmaston, maaston ja maaperän erityishuomioiminen, lisäselvitykset, maaperätutkimukset, tuulitunneli- ym. selvitykset sekä kuivatuksen suunnittelu, sadevesiviemärit ja päällystetyt pinnat (Ala-Outinen ym. 2004, 69).

Yleispiirteisessä kaavoituksessa, kuten yleiskaavoituksessa, keskeisimpänä ohjauskeinona nähdään tulva-, sortuma- tai muiden riskialueiden määrittely ja rajausten rakentamisen ulkopuolelle. Näiden alueiden huomioon ottamiseksi tulisi kehittää paikkatietopohjaisia suunnittelu- ja tietojärjestelmiä kaavoituksen tueksi. Myös pienilmastoa, maastoa ja maaperää koskevia kaavojen suunnittelu- ja arviointimenetelmiä tulisi edelleen kehittää. (Ala-Outinen ym. 2004, 72)

Vaasan osalta kaavoitusta varten ei rakennusalueita ole ilmastonmuutoksen näkökulmasta analysoitu yksityiskohtaisesti, joten tarkkaa ohjeistusta ei voida tehdä. Päälinjat voidaan määrittellä esimerkiksi tämän selvityksen kautta esille tulleiden asioiden pohjalta.

Ohjeistus ja päälinjat voidaan tehdä, vaikkei ilmastonmuutoksen näkökulmaa ole suoranaisesti huomioitu. Erilaiset analyysit rakennusalueilta antavat hyvän pohjan kaavoituksen ohjeistuksen tekemiseen. Lisäksi apuna voidaan käyttää esimerkiksi Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen tutkimusraporttiin – Ilmastonmuutoksen huomioiminen kaavoituksessa – kirjattuja kaavoituksen yleisohjeita. Näiden kaavoituksen yleisohjeiden mukaan kaavoituksessa tulisi ottaa huomioon mm.:

- paikalliset ilmasto-olosuhteet
- tulvavaara-alueet ja alimmat rakennuskorkeudet
- yhdyskuntarakenteen täydentäminen ja haja-asutuksen muodostumisen välttäminen
- rakentamisalueet, viheralueet ja -verkot
- mikroilmasto
- sadevesien ohjaus ja pintavesien valumat
- suhteellisen tiivis rakenne, mm. rivi-, pienkerros- ja kerrostalojen yhdistelminä
- kauko- ja aluelämmityksen edistäminen sekä uusiutuvien energioiden käyttö
- joukkoliikenne
- vaikutukset kasvihuonepäästöihin sekä kestävä kehityksen näkökulmat (Wahlgren ym. 2008a, 144).

Nämä kaavoitusohjeet ovat yleispiirteisiä ja niiden pohjalta tapahtuva suunnittelu ehkäisee ja hillitsee ilmastonmuutosta, mutta ne eivät varaudu ääritilanteisiin. Ääritilanteita varten olisi syytä kartoittaa mahdolliset riskit kuten

- sähkökatkot ja sähköverkkojen suojaus
- vesihuollon osalta pohjavesivarat ja niiden laadun turvaaminen sekä kuivuuskaudet
- jätevesihuollon osalta verkostojen riittävyys ja mahdolliset haitta-aineet sekä esimerkiksi Vaasassa vedenpuhdistamon sijainti lähellä merenrantaa
- rakennustekniikalle aiheutuvat haitat eroosiosta, kantavuudesta, vetymisestä, sortuvuudesta, lumikuomista ja kosteusvaurioista
- lisäksi paikalliset erityispiirteet ja niille syntyvät ongelmat, kuten Vaasassa Sjöderfjärden ja sen kuivana pitäminen sekä Eteläinen Kaupunginselkä.

Edellä mainitut kaavoitusohjeet on kerätty useasta lähteestä, jotka on käyty läpi tätä työtä varten. Näissä materiaaleissa ei ole missään käsitelty luonnon omia mekanismeja erilaisten ongelmien ratkaisussa ilmastonmuutoksen näkökulmasta. Materiaaleissa olevat ohjeistukset koskevat lähinnä esimerkiksi istutusten tekoa siten, että lehtipuut tulisi istuttaa eteläpuolelle ja havupuut pohjoiseen. Näiden pienimuotoisten istutusten vaikutuksista esimerkiksi tuulensuojina on mainintaa, mutta missään ei ole mainittu rantojen jättämisestä rakentamisen ulkopuolelle ja niiden säilyttämisestä luonnontilaisena tai maisemarakenteeseen sitoutuneista viheralueista. Rantojen ja alavien alueiden rakentaminen asettaa erityisiä haasteita, kuten kylmän ilman tai vesien kerääntymistä laaksoihin.

Ainoana poikkeuksena on Vaasan yleiskaavan 2030 selostus, jossa maisemarakenne ja luontoperusta on selvitetty sekä otettu yhdeksi lähtökohdaksi yleiskaavaa suunniteltaessa. Maisemarakenteen ja siihen sitoutuneen viheraluejärjestelmän katsotaan kaavaselostuksessa toimivan ekologisen monimuotoisuuden ylläpitäjänä niin elämistön kuin kasvillisuudenkin kannalta. Esimerkiksi laaksoainanteet mahdollistavat pintavesien ekologisen puhdistamisen, viiveen ja imeytymisen. (Vaasan kaupunkisuunnittelu 2008b, 42) Yleiskaavaselostuksen mukaan viher-

aluejärjestelmä sitoutuu maisemarakenteeseen ja muuhun luontoperustaan sekä se pyrkii turvaamaan luonnon säilymisen monimuotoisena, terveenä ja tuottokykyisenä (Vaasan kaupunkisuunnittelu 2008b, 35), mutta viheralueiden yhteydessä ei ole mainintaa ilmastonmuutoksesta sekä maisemarakenteen ja viheraluejärjestelmän keinoista torjua tai ehkäistä ilmastonmuutosta. Maisemarakennetta ja siihen sitoutunutta viheraluejärjestelmään voitaisiin käyttää välineenä ilmastonmuutoksen torjunnassa ja ehkäisyssä.

6 VAASAN YLEISKAAVA 2030 JA ILMASTONMUUTOS

Ilmastonmuutoksella on todettu olevan vaikutusta kaavoitukseen. Vaikutus tapahtuu lähinnä huomioimisen kautta siten, että ilmastonmuutoksen mahdolliset vaikutukset arvioidaan ja ennakoitaan kaavoitustyössä. Jos ilmastonmuutos on selkeästi huomionarvoista ja se vaikuttaa kaavoitukseen, voidaan olettaa, että puolestaan kaavoituksella on vaikutusta ilmastonmuutokseen.

Näiden vaikutusten huomioimisessa korostuu siis sopeutumiskyky ja sopeutuminen. Kaavoituksen vaikutukset ilmastonmuutokseen taas voidaan nähdä pikemminkin hillitsevänä toimintana, parhaimmassa mahdollisessa tilanteessa myös ilmastonmuutosta estävänä toimintana. Ennakointia tapahtuu silloin, kun tarkastellaan ilmastonmuutoksen vaikutuksia kaavoitukseen sekä toisinpäin, kun tutkitaan kaavoituksen vaikutuksia ilmastonmuutokseen. Tämä ennakointi – tai varautuminen tulevaan – on varovaisuusperiaatteen mukaista ja tulisi ottaa aina huomioon kummassakin lähestymistavassa.

Kun lähestytään suunnittelutyötä sekä maankäyttöä ja rakentamista ilmastonmuutoksen näkökulmasta, ei arvioita muutoksista voida antaa kovinkaan tarkasti. Tämä johtuu erilaisista epävarmuustekijöistä kuten esimerkiksi riittämättömistä tiedoista ja sitä kautta muutosten ennustamisen vaikeudesta. Epävarmuustekijöistä johtuen joudutaankin siis määrittelemään vain suuntaa-antavia ohjeita ja keinoja ilmastonmuutoksen huomioimiseksi.

Ilmastonmuutosta kaavoituksen näkökulmasta tarkasteltaessa voidaan keskittyä huomattavasti konkreettisempiin keinoihin ja ohjeisiin. On selvää, että esimerkiksi hiilidioksidipäästöjen vähentämiseen johtavat keinot ovat selkeästi rajattavissa ja mahdollisuuksien mukaan myös toteutettavissa. Päästöjen vähentämiseksi voidaan kerätä tarkkoja tietoja olemassa olevasta tilanteesta, sekä pystytään melko varmasti arvioimaan myös tulevia muutoksia päästöjen määrissä. Kaavoituksen näkökulma ilmastonmuutokseen onkin siis huomattavasti selkeämpää ja konkreettisempää kuin toisinpäin tarkasteltaessa.

Konkreettisen toiminnan suurimpana ongelmana on kuitenkin usein tietämättömyys ilmastonmuutoksesta sekä siihen liittyvistä ongelmista. Ilman oikeanlaista tietoutta on melkein mahdotonta tehdä esimerkiksi suunnitteluohjeita varaudut-

taessa ilmastonmuutokseen. Näin ollen kummankin näkökulman ja lähestymistavan yhtäaikainen tietämys ja hallinta ovat erittäin tärkeitä, eikä näitä kahta erilaista näkökulmaa saisi erottaa toisistaan.

Vaasan yleiskaavan 2030 osalta vaikutuksia ilmastonmuutokseen ei tässä työssä voida arvioida kuin yleispiirteisesti. Tarkempien selvitysten tekemistä varten vaaditaan yksityiskohtaisempaa tietoa ja tutkimusta, jota ei tässä työssä ole lähdetty tekemään. Yleiskaavaa varten tehdyistä selvityksistä maisemarakenneselvitys antaa erittäin hyvän pohjan suunnittelutyölle, sillä se on lähtökohtana kaikelle ja sen pohjalta kaikki muu ympäristössämme syntyy. Tämän vuoksi työssä tarkastellaan maisemarakenteen vaikutusta ilmastonmuutoksen vaikutusten ehkäisemiseksi tai sen torjumiseksi.

6.1 Maisemarakenne ja viheraluejärjestelmä lähtökohtana

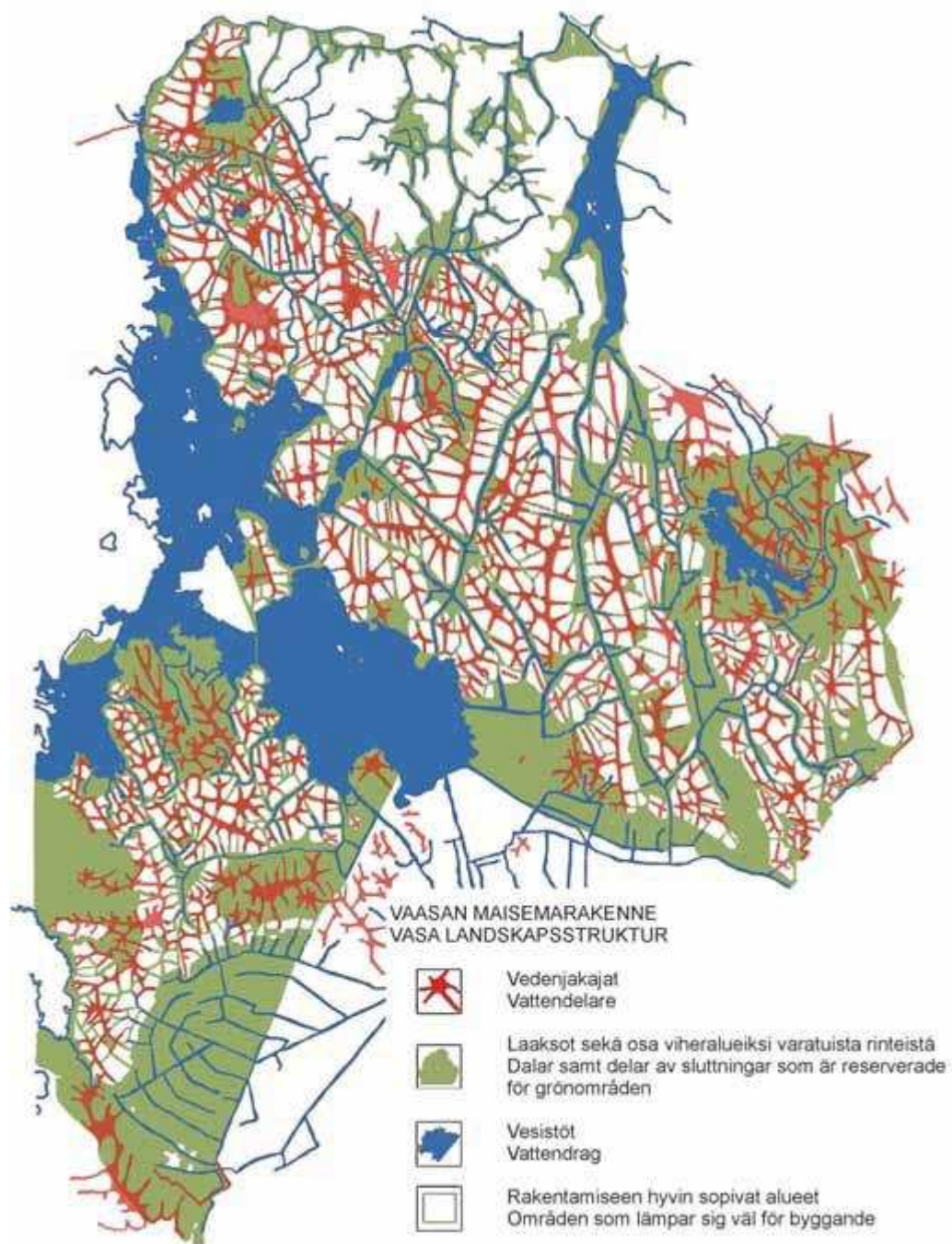
Maisemarakenne tarkoittaa maiseman muutosprosessin aiheuttavien luontotekijöiden rakenteellista kokonaisuutta. Sen perusosia ovat maasto, eloton luonto ja elollinen luonto. Elotonta luontoa ovat maa- ja kallioperä sekä vesi ja ilmasto. Elolliseen luontoon kuuluvat eläimet ja kasvit, sekä ihmisten kehittämät ympäristöt. (Panu 1998, 10)

Viheraluejärjestelmällä taas tarkoitetaan maisema ja kaupunkirakenteeseen pohjautuvaa viheralueiden ja -elementtien ekologista, tilallista ja toiminnallista kokonaisuutta (Merivuori 1985).

Kun maisemarakenne otetaan lähtökohdaksi suunnittelussa, voidaan maiseman ekologinen tuottokyky turvata. Tämä tapahtuu siten, että rakentaminen sijoitetaan maisemarakenteen korjautuvimmille ja rakentamisen aiheuttamia muutoksia parhaiten sietäville alueille. Rakentaminen tulisi sijoittaa maisemarakenteessa selänteen rinnealueille elimelliseksi osaksi selännettä, jolloin maisemarakenne ja yhdyskuntarakenne sitoutuisivat toisiinsa elimelliseksi kokonaisuudeksi. Ylimmät lakiosat, painanneosat ja suoja-alueet tulisi jättää rakentamattomiksi. (Panu 1998, 24)

Yleiskaavan 2030 pohjaksi on laadittu maisemarakenneselvitys, joka on esitetty kuvassa 3. Selvityksen pohjalta on määritelty ne rinnealueet, (kuvassa valkoisel-

la), jotka soveltuvat hyvin rakentamiseen. Tärkeimpänä kuvasta käy ilmi punaiset sekä vihreät alueet, lakiosat ja laaksopainanteet. Rakentaminen näille alueille ei ole riskitöntä ja ne haittaavat maisemarakenteen tuottokykyä estämällä veden luonnollista valuntaa ympäristössä. Ympäristövaikutuksia, jotka aiheuttavat tuottokyvylle haittaa, voidaan lieventää esimerkiksi pintavesien imeytymisjärjestelmien avulla tai ohjaamalla rakennetuilta alueilta tulevat pintavedet pidättäviin ja puhdistaviin vesialtaisiin tai kosteikkoihin (Panu 1998, 24-25).



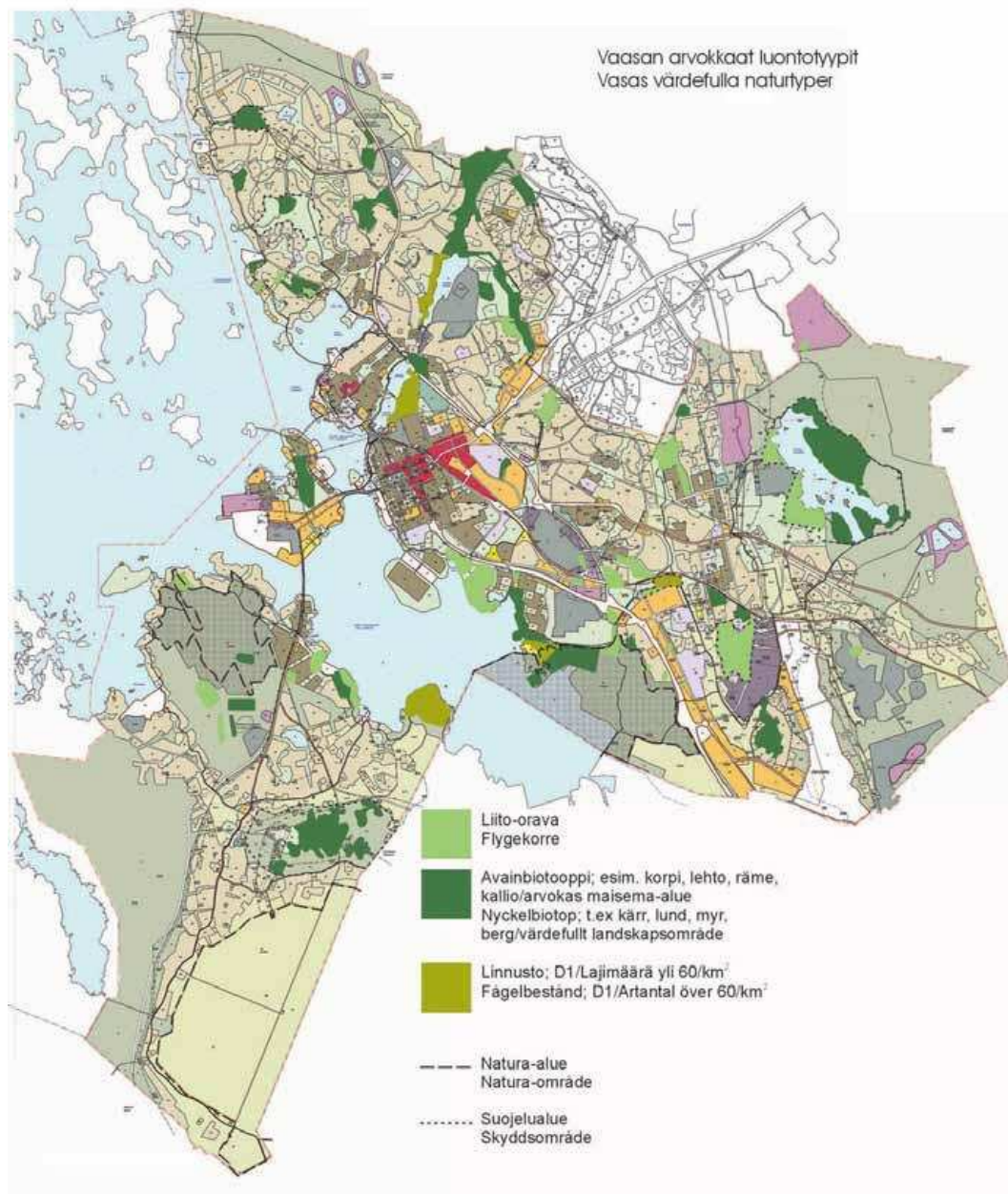
Kuva 3. Vaasan maisemarakenne (Vaasan kaupunkisuunnittelu 2008a, 15).

Viheraluejärjestelmä perustuu maisemarakenteeseen ja sen kolmeen pääelementtiin, merenrantaan ja saaristoon, merenrannasta alkaviin ja mantereelle jatkuviin laaksopainanteisiin sekä mantereella maastosta nousevien kumpareiden ja selänteiden lakiosiin ja rinteisiin. Näiden pääelementtien mukaan viheralueet on jaotel-

tu kolmeen päätyyppiin, merenrantapuistoihin, laaksopuistoihin ja selännepuistoihin. (Vaasan kaupunkisuunnittelu 2008a, 22)

Viheraluejärjestelmän sekä maisemarakenteen äärialueet eli vedenjakajat ja laaksoainanteet on jätetty rakentamisen ulkopuolelle. Viheraluejärjestelmään on sisällytetty lisäksi arvokkaita luontokohteita, jotka on jätetty rakennusalueiden ulkopuolelle, ja ne on esitetty kuvassa 4. Pyrkimyksenä ihannetilanteeseen, jossa viheraluejärjestelmä olisi yhtenäinen verkosto aina merenrantapuistoista laaksoihin ja laaksoista selännepuistoihin, tulisi rakentaminen sijoittaa selänteiden rinteisiin ja laaksojen säilyä kaikin keinoin avoimina maisematiloina. (Vaasan kaupunkisuunnittelu 2008a, 25-26)

Ilmastonmuutoksen näkökulmasta tähän ideaalitalanteeseen tulisi pyrkiä ja maisemarakenneselvitysten pohjalta saadaankin arvokasta tietoa esimerkiksi tulva-herkistä alueista, joihin vedet kerääntyvät. Ilmastonmuutoksen myötä vesisateiden määrien ja rankkuuden lisääntyessä myös tulvat tulevat yleistymään tai niiden mittakaava kasvaa.



Kuva 4. Arvokkaat luontokohteet (Vaasan kaupunkisuunnittelu 2008a, 19).

6.2 Maisemarakenteen hyödyntäminen

Maisemarakenneselvityksen pohjalta on voitu määritellä rakentamiseen soveltuvat ja soveltumattomat alueet, ja esimerkiksi rakentamisen ulkopuolelle jätetyt laaksoainanteet toimivat vesien kerääntymisalueina. Maisemarakenteen kautta voidaan siis hyödyntää tietoa siitä, millaisia ongelmia minnekin voi syntyä. Vaasan maisemarakenneselvityksen pohjalta nämä äärialueet on selvitetty, joten tietoa

voidaan hyödyntää siten suunnittelussa. Ilmastonmuutoksen kannalta nämä maiseman äärialueet ovat erittäin tärkeässä osassa. Maisemarakenteen kautta voidaan löytää ratkaisuja ilmastonmuutoksen aiheuttamiin - tai jo olemassa oleviin, mutta pahentuviin – ongelmiin. Lisäksi maisemarakenteeseen sitoutunut viheraluejärjestelmä voi edesauttaa ilmastonmuutoksen hillintää tai ehkäisyä.

Maisemarakenne tuskin tulee muuttumaan ilmastonmuutoksen myötä, mutta siihen sitoutunut viheraluejärjestelmä kokee muutoksia. Luonto pystyy sopeutumaan muutokseen, jopa nopeammin ja helpommin kuin olemme olettaneet. Luonnontilassa olevat viheralueverkoston osat todennäköisesti selviävät ilmastonmuutoksesta helpoiten sopeutumalla. Ihmisten muokkaamat alueet, kuten urheilu- ja vapaa-ajanalueet, joissa luontoa on muokattu ja mukautettu vastaamaan ihmisten tarpeita, ovat alttiimpia ilmastonmuutokselle kuin luonnontilaiset alueet. Muutos viheralueilla ei välttämättä ole negatiivinen asia, sillä uudenlaiset kasvuolosuhteet voivat muuttaa luontoa monipuolisemmaksi tai tuoda kokonaan uusia lajeja alueelle.

Vaasan tilanteessa maisemarakenteen tunteminen ja viheraluejärjestelmään panostaminen tulee varmasti vähentämään jossain määrin mahdollisia tulevia ongelmia, joten verrattuna sellaisiin kuntiin, jossa tällaiseen työhön ei ole panostettu, on Vaasa edelläkävijä ja asiantuntija.

6.3 Viheraluejärjestelmän hyödyntäminen

Maisemarakenteeseen sitoutuneen viheraluejärjestelmän merkitys ilmastonmuutoksen ehkäisemiseksi ja hillitsemiseksi on erittäin tärkeää. Rakennetuilla alueilla luonto on alistettu täyttämään ihmisten tarpeita, joka usein tarkoittaa kaiken kasvavan poistamista rakennusten tai teiden tieltä. Yhtenä näkökulmana ilmastonmuutoksen torjunnassa ja hillinnässä tulisi maankäytön ohjauksessa ja suunnittelussa ottaa lähtökohdaksi luontoperusta kokonaisuutena toiminnallisine prosesseineen. Kaupunkiympäristössä luontoperustan prosessit voidaan pyrkiä turvaamaan maisemarakenneteorian mukaisesti osoittamalla jo yleiskaavatasolla maankäyttöä suunniteltaessa maisemarakenteeseen sitoutunut viheraluejärjestelmä. Tämä muodostaa paikan maisemarakenteen äärialueita sekä kaupunkiympäristön viheralueita toisiinsa yhdistävän verkostomaisen kokonaisuuden. Tällä voidaan edistää mai-

seman vesisuhteiden parempaa hallintaa, turvata sen toimintaedellytykset, ylläpitää maiseman tuotto- ja sietokykyä sekä parantaa alueen pienilmasto-oloja.

Kun rakennamme ympäristöämme, aiheutamme muutoksia, jotka vaikuttavat elinympäristöömme. Esimerkiksi rakennetut pinnat, kuten asfaltti, seinät, katot, suuret parkkipaikat tai isot katualueet, ovat myös vettä läpäisemättömiä pintoja. Satava vesi ei pääse imeytymään ja sen viive nopeutuu. Viheraluejärjestelmän avulla voidaan veden viivettä pidentää sekä imeyttää vettä tehokkaasti takaisin maaperään. Onnistuneet viheraluejärjestelmän ratkaisut voivat vähentää tai jopa poistaa useita muitakin ongelmia. Tällaisia ovat esimerkiksi tuulisuuden ehkäiseminen, kasvillisuuden varjoaikutukset, vaikutukset pienilmastoon sitomalla epäpuhtauksia, meluntorjunta, maiseman kosteustasapainon säilyttäminen jne. Kaikki nämä ongelmat syntyvät meidän ihmisten ympäristöä muokkaavasta toiminnasta. Kärsimme itse näistä seurauksista, joita ympäristön muokkaaminen aiheuttaa, kuten tulvista, eroosiosta, yllilämmöstä sekä tuulisuudesta. Luonto pystyy sopeutumaan näihin vaikutuksiin, mutta rakennettu ympäristömme ei.

Esimerkiksi äärevöityvien sateiden tai auringonpaisteen osalta kaupunkirakenteessa ongelmakohtia ovat rakennetut pinnat. Vettä läpäisemättömien pintojen kautta vedet kulkeutuvat sellaisille alueille, minne ne eivät luonnostaan kulkeudu. Auringon lämmittävä vaikutus näkyy tiiviissä kaupunkiympäristössä siten, että kesäisin on todella lämmintä, kun pinnat varastoivat auringosta lämpöä itseensä. Tällaisia ongelmia voidaan ratkaista viheralueilla ja erilaisilla istutuksilla, sillä kasvillisuus hidastaa veden kulkeutumista ympäristössä sekä sillä on lisäksi peittävä vaikutus, joka vähentää auringolle alttiiden pintojen määrää. Pienilmastollisesti kasvillisuudella voi olla siis erittäin suuri vaikutus esimerkiksi lämpötiloihin tiiviissä kaupunkirakenteessa.

Selvityksissä ja tutkimuksissa ilmastonmuutoksen vaikutuksista kaavoitukseen ei ole juurikaan selvitetty kasvillisuuden vaikutuksia. Useissa eri selvityksissä on kasvillisuus nähty lähinnä tuulensuojaistusmerkintöinä kaavoissa, mutta laajalaisempien viheralueiden merkitystä ei ole pohdittu. Kasvillisuuden hyödyntämistä yhtenä välineenä osana kaavoittamista ei pitäisi aliarvioida, sillä sen avulla voidaan löytää usein myös taloudellisesti kannattavia ratkaisuja ongelmiin.

”Istuttamalla puita torjutaan ilmastonmuutos” ei ole lähtökohtaisesti toimiva ratkaisu ainakaan, jos on kyse maailmanlaajuisesta ilmastonmuutoksesta. Sen torjumiseksi ja ehkäisemiseksi on tehtävä paljon suurempia toimia niin kansallisesti kuin kansainvälisesti, mutta paikallinen merkitys voi olla todella suuri. Ainakin sateiden, tuulten, pienilmaston jne. yhteyksissä ja tärkeää on muistaa myös niiden luoma viihtyisyys kaupunkiympäristössä.

Yleiskaavatasolla tuleekin tarkastella näiden kolmen tason, maisemarakenteen, luonnon ja rakennetun ympäristön yhteensovittamista, sekä kiinnittää erityistä huomiota siihen, miten luonto sitoutuu näihin kahteen muuhun. Miten kaupunkirakenne laajenee ja mihin suuntaan? Miten viheralueet laajanevat vai katoavatko ne? Onko järkevää laajentaa kaupunkirakennetta vai tiivistää tai tulisiko jo ennestään tiivistä rakennetta hajottaa viheralueiden verkostolla? Miten tie- ja katuverkot nivoutuvat yhteen viheralueiden ja rakennusten kesken?

6.4 Ongelmat ja epävarmuustekijät yleiskaavan ilmastonmuutostarkastelussa

Ilmastonmuutosta tarkasteltaessa suurimmat ongelmat ja epävarmuustekijät liittyvät itse ilmastonmuutokseen. Vaikka ilmastonmuutoksesta on olemassa paljon tutkimusta ja tietoa, on olemassa vielä paljon sellaista, mitä emme ilmiöstä tiedä. Tämän takia mistään tapahtuvista muutoksista ei ole täyttä varmuutta ja sen vuoksi on syytä varautua siihen, että ilmastonmuutos voi yllättää. Jopa sellaisilla tavoilla, joita ei ole odotettu tapahtuvan. Pohdittavana onkin, miten ilmastonmuutokseen voidaan varautua, vaikkei meillä ole siitä välttämättä riittävästi tietoa.

Lisäksi emme tiedä kuinka nopeasti ilmastonmuutos tapahtuu, jos se tapahtuu ja ovatko muutokset hitaampia vai mahdollisesti nopeampia kuin on ennakoitu. Vaasan yleiskaava 2030 suunnittelu kohdistuu noin 20 vuoden päähän. Kaksikymmentä vuotta on pitkä aika ihmiselle sekä kaavoitussuunnittelulle, mutta millainen mittakaava se on luonnolle ja koko maapallolle? Emme voi tietää onko seuraavat tulevat kaksikymmentä vuotta ajanjakso, jolloin teemme ilmastonmuutosta ehkäisevää työtä oikeana ajankohtana.

Yleiskaavaa 2030 varten tehtävät selvitykset tehdään tämän hetken tiedoilla ja taidoilla. Miten tulevaisuudessa tulisi jatkaa, kun ilmastonmuutostutkimus tuottaa

koko ajan uutta tietoa tulevaisuuden muutoksista, emmekä tällä hetkellä välttämättä osaa varautua tarpeeksi laaja-alaisesti mahdollisiin tuleviin muutoksiin? Tulisiko yleiskaavaa koskevat ilmastonmuutostarkastelua ohjaavat suunnitteluohjeet päivittää joka vuosi? Entä jos yleiskaavan mukaisia maankäytännöllisiä suunnitelmia onkin jo tehty, mutta ne osoittautuvat vääriksi ratkaisuiksi, kun aiemmin tieto ja taito ovat olleet liian vähäisiä. Lisäksi on mietittävä sitä kuinka laaja-alaisesti selvityksiä voidaan yleiskaava-alueelta tehdä. Yleiskaava käsittää niin suuren alueen, ettei sitä pystytä yksityiskohtaisesti selvittämään ajan ja resurssien puutteessa, eikä se olisi todennäköisesti edes järkevää.

Onkin löydettävä jonkinlainen ratkaisu siihen, mitä koetaan tärkeäksi ja mihin halutaan panostaa myös suunnittelutyössä. Tällaisia tärkeäksi koettuja asioita voivat olla esimerkiksi taloudelliset, turvalliset tai kestävän kehityksen mukaiset näkökulmat sekä omaleimaisuus, alueen historialliset arvot tai vaikkapa inhimillinen mittakaava. Tällaiset näkökulmat yleensä sisältyvät erilaisiin visioihin, kuten esimerkiksi Maakuntakaavassa Vaasa nähdään Merenkurkun pääkeskuksena. Olisiko tällaiseen visioon ja näkemykseen liitettävissä ilmastonmuutos ja ajatus siitä, miten Vaasa voisi olla Merenkurkun pääkeskus muuttuvassa ilmastossa?

Laaja-alainen tarkastelu helposti hukuttaa alleen yksityiskohtaiset ja käytännössä tapahtuvat ehkäisevät ja ennakoivat toimet. Lisäksi suuressa mittakaavassa linjatut suunnitelmat ja visiot yleensä toimivat vain puheen tasolla, mutta käytännössä niillä ei välttämättä ole konkreettista osuutta esimerkiksi suunnittelutyössä. Tämän vuoksi Vaasan tulisikin sisällyttää ilmastonmuutos osaksi kaavoitus- ja suunnitteluohjeitaan ja liittää ilmastovaikutusten arviointi esimerkiksi osaksi ympäristövaikutusten arviointia kaavoituksessa. Ennen uusien ohjeiden tekemistä olisi tärkeää selvittää olemassa olevien ohjeiden ajantasaisuus ja päivittää ne vastaamaan nykypäivän vaatimuksia.

Suunnittelua ohjaa lainsäädäntö, jossa ilmastonmuutosta ei ole juuri lainkaan otettu huomioon. Lainsäädännön puutteiden vuoksi on kaavoitus- ja suunnitteluohjeiden nykyaikaistaminen pääasiassa suunnittelijoiden tehtävänä. Myös useat muut tutkimukset ja niiden pohjalta annettavat suositukset ovat ainakin ilmastonmuutoksen huomioimisen suhteen vanhentuneita. Esimerkiksi suositellut alimmat ra-

kennuskorkeudet ovat peräisin vuodelta 1986 ja uusimman, ajankohtaisen tiedon löytyminen voi olla vaikeaa, ellei tiedä mistä lähteä sitä selvittämään.

Suunnittelussa ei saisi myöskään pureutua vain yhteen ilmastonmuutoksen mahdolliseen seuraukseen tai ongelmaan, sillä muut näkökohdat jäävät silloin huomiotta. Näkökohdat eivät kuitenkaan poistu ja niiden huomioimatta jättäminen saattaa pitkällä aikavälillä kumuloitua paljon suuremmaksi ongelmaksi. Kapasiteetit näiden ongelmien ja näkökohtien selvittämiseksi voivat olla rajalliset tai se on taloudellisesti mahdotonta. Ilmastonmuutoksen myötä ongelmat ovat samat kaikkialla Suomessa, vaikka alueellisia eroja onkin. Näin ollen myös keinot ja ratkaisut voivat olla samanlaisia. Yhteistyön avulla voidaan saada tietoa, säästää resursseja ja toimia taloudellisemmin. Tietojen jakaminen valtakunnallisesti olisi erittäin tärkeää, jolloin tietojen pohjalta voitaisiin mahdollisesti koota myös jonkinlainen soveltava ohjeistus suunnittelijoiden tueksi ilmastonmuutoksen huomioimiseksi.

Kansainväliset sopimukset ja sitä kautta Suomen lainsäädäntö pureutuu pääsääntöisesti lähinnä hiilidioksidipäästöjen vähentämiseen ja mahdollisesti tulevaisuudessa ns. hiilineutraalin valtion luomiseen. Ongelmana onkin, että valtion suunnalta pyritään pelkästään seuraamaan päästöjä ja sitä kautta ehkäisemään ilmastonmuutosta. Päästöjen vähentäminen on tärkeää, mutta se ei ole yksistään riittävä keino. Päästöt olisi syytä selvittää, esimerkiksi Vaasassa yleiskaavaa varten, sillä tiedon avulla voidaan suunnitella ratkaisuja päästöjen vähentämiseksi, ilmanlaadun parantamiseksi ja pitkällä aikavälillä jopa taloudellisten resurssien säästämiseksi. Päästöjen vähentämistä ei kuitenkaan tehdä pelkästään vähentämällä niitä esim. päästökaupan tai teknologioiden avulla. Päästökaupan ongelmana on, ettei päästöjä silloin tarvitse rajoittaa mitenkään, jos oikeuksia on mahdollista ostaa rahalla. Näin ei pyritä vähentämään mitään. Teknologioissa taas ongelmana saattaa olla hinta, sillä vain muutaman prosentin muutos saattaa tehdä teknologian käyttämisestä kannattamatonta.

Hiilidioksidipäästöjen suurimpana lähteenä ovat liikenne sekä lämmitys, joihin molempiin voidaan vaikuttaa yhdyskuntasuunnittelun kautta, jolloin yleiskaavotuksella on varsin suuri rooli. Suunnittelussa ei kuitenkaan voida paneutua pelkäs-

tään päästöihin, sillä niiden vähentäminen ei poista ilmastonmuutoksen maankäytölle aiheuttamia muutoksia ja ongelmia. Päästöjen vähentämisellä voidaan yrittää ehkäistä ilmastonmuutosta, mutta sen avulla ei pystytä varautumaan tuleviin muutoksiin. Päästövähennyksillä onkin lähinnä imagollinen status, jonka todelliset vaikutukset eivät kosketa kaavasuunnittelua ja ilmastonmuutosta kokonaisuudessaan. Myös valtiotasolla tulisi kiinnittää enemmän huomiota siihen, miten ilmastonmuutos todellisuudessa vaikuttaa alueellisesti ja miten tavalliset ihmiset joutuvat sopeutumaan näihin muutoksiin, sen sijaan, että vain päästöille lasketaan hinta ja kannustetaan kuntia pienempiin päästöihin. Pelkkä päästöjen vähentäminen kunnassa saattaa poistaa näkyvää ”ongelmaa”, mutta se ei poista sen syntymistä, ellei ilmastonmuutosnäkökulmaa ei ole esimerkiksi sisällytetty maankäyttöön ja rakentamiseen tai liikennesuunnittelun sekä tehty tarvittavia toimia sen ehkäisemiseksi ja sopeutumiseksi.

7 YHTEENVETO

Tämä opinnäytetyö on osa Vaasan yleiskaavaa 2030 varten tehtävistä selvityksistä, ja sen tavoitteena oli selvittää, miten ilmastonmuutosta voidaan ennakoida ja arvioida yleiskaavoituksen näkökulmasta. Selvitystyön sisällön toivotaan antavan suunnittelutyöhön avuksi tietoa ilmastonmuutoksen mahdollisista vaikutuksista Vaasassa sekä keinoja näiden vaikutusten huomioimiseen. Yksi näkökulma työssä oli pohtia ilmastonmuutoksen vaikutuksia kaavoitukseen, mutta myös kaavoituksen vaikutusta ilmastonmuutokseen.

Ilmastonmuutoksen seurauksena Vaasan yleiskaavassa 2030 tulisi huomioida, että

- lämpötilat kohoavat, erityisesti talvisin
- ilmastovyöhykkeet siirtyvät
- sademäärät lisääntyvät, varsinkin talvisin
- rankkasateet voimistuvat enemmän kuin keskimääräiset sateet
- merijään väheneminen merialueilla lisää tuulisuutta talvisin, sekä lisää aallokkoa, kosteutta ja roiskeita
- lumipeiteaika vähenee, joka aiheuttaa muutoksia routaan, joko ohentamalla roudan syvyyttä lämpiminä talvina tai kylminä talvina lisäämällä roudan syvyyttä puuttuvan, eristävän lumikerroksen takia
- merenpinnan nousu vaikuttaa yhdessä maankohoamisen kanssa siten, että maankohoaminen ”hidastuu”
- tulva-alueilla ongelmat johtuvat lisääntyvistä sateista, ei merenpinnan noususta
- maisemarakenteen ja siihen sitoutuneen viheraluejärjestelmän hyödyntäminen ilmastonmuutoksen vaikutusten ennakoinnissa ja ehkäisemisessä.

Lisäksi selvitystä tehdessä on ollut selkeästi havaittavissa, että ilmastonmuutos on ajankohtainen, mutta myös ristiriitoja ruokkiva ilmiö. Ilmastonmuutoksen varmuudesta, nopeudesta ja vaikutuksista on olemassa erittäin useita mielipiteitä, jotka luonnehtivat myös siihen liittyvien tutkimuksien tuloksia. Tietoisuus ilmastonmuutoksesta ei ole syntynyt lyhyessä ajassa, vaan ilmiön taustalla on pitkä historia. Uusia näkökulmia ja tutkimuksia tehdään päivittäin ja opimme siitä lisää.

Tärkeimpänä näkökohtana korostuu huoli epävarman uhan alla ja varovaisuusperiaatteen näkökulman mukaisesti varautuminen nähdään kannattavaksi.

Kansainvälinen lainsäädäntö on pyrkinyt löytämään sopimusteitse yhteisiä toimintamalleja ja -sääntöjä ilmastonmuutoksen ehkäisemiseksi ja siihen varautumiseksi, mutta kansainvälinen yhteistyö on hidasta. Neuvottelut nähdään toimiviksi ja sitoviksi ainoastaan, mikäli kaikki valtiot sitoutuvat noudattamaan samoja sääntöjä; ongelmana ovat länsimaiden ja kehitysmaiden väliset erot sekä yksittäisten suurten valtioiden innottomuus sitoutua kansainvälisiin sopimuksiin. Näin koetaan, että kansainvälisten sopimusten kautta ei ilmastonmuutosta ehkäiseviä toimia pystytä ratkaisemaan ajoissa.

Suomen valtion lainsäädäntö nojaa kansainvälisiin sopimuksiin ja osana Euroopan Unionia myös ilmastonmuutossopimukset koskevat Suomea. Kotimainen lainsäädäntömme muuttuu hitaasti ja ilmastonmuutosta ei ole sisällytetty lainsäädäntöömme tällä hetkellä juuri mitenkään. Suomella on tavoitteena olla yksi edelläkävijöistä ilmastonmuutoksen ehkäisijänä, mutta välineitä ei ole vielä olemassa. Tällainen edelläkävijän asenne sekä tahto tulisi kohdistaa myös muihinkin näkökohtiin ilmastonmuutoksen torjumisessa kuin pelkästään päästöihin ja niiden vähennystavoitteisiin. Esimerkiksi oikein ohjatut ”kepit ja porkkanat” sekä ohjeistus kuntatason toimintaan voisi luoda hyvän pohjan ilmastonmuutoksen huomioimiseksi.

Kuntien osalle onkin tällä hetkellä jäänyt lähinnä ilmastokampanjoihin osallistuminen, päästövähennysten tekeminen ja tavoitteiden asettaminen sekä vähäpäästöisen imagon luominen. Asenne ja valmius toimia ilmastonmuutoksen ehkäisemiseksi tulisi sisällyttää muihinkin kunnan toimintoihin, joista tärkeimpänä maankäyttö ja rakentaminen. Paikallinen maankäytön suunnittelu on tärkeää, mutta toiminta täytyy laajentaa koskemaan myös aluetasoa. Ilmastonmuutos ja sen seuraukset kun eivät tapahdu vain rajoja myöden. Sellaiset kunnat, joissa ilmastonmuutos on jo huomioitu maankäytönkin näkökulmasta, voivat toimia alueellisina esimerkkeinä ja ohjata pienempiä kuntia.

Maankäyttö yleisimmillään määräytyy maakuntakaavan mukaan ja sitä kautta kunnan omaan yleiskaavaan. Vaasassa ilmastonmuutoksen uhka on tiedostettu ja

se halutaan sisällyttää uuteen yleiskaavaan 2030. Tässä opinnäytetyössä on luotu yleiskaavaa 2030 varten tietopohja siitä, mitä ilmastonmuutos on, sekä kerätty useista lähteistä aineistoa liittyen kaavoitukseen ja ilmastonmuutokseen. Lopputuloksena työssä saatiin monipuolinen, asioita esittelevä kokonaisuus, jonka lähde-
luettelon pohjalta on aiheeseen mahdollista syventyä yksityiskohtaisemmin.

LÄHDELUETTELO

61/1994. Ilmastonmuutosta koskeva Yhdistyneiden Kansakuntien puitesopimus. 1.8.1994.

Ala-Outinen, Tiina, Harmaajärvi, Irmeli, Kivikoski, Harri, Kouhia, Ilpo, Makkonen, Lasse, Saarelainen, Seppo, Tuhola, Markku & Törnqvist, Jouko 2004. Ilmastonmuutoksen vaikutukset rakennettuun ympäristöön. VTT:n tiedotteita. Saatavilla [www-muodossa: <URL:http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2004/T2227.pdf >](http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2004/T2227.pdf)

Carbon Dioxide Information Analysis Center, The (CDIAC), 2009. Atmospheric CO₂ values (ppmv) derived from in situ air samples collected at Mauna Loa, Hawaii, USA [online]. Päivitetty helmikuu 2009 [viitattu 20.8.2009]. Saatavilla [www-muodossa: <URL:http://cdiac.ornl.gov/ftp/trends/co2/maunaloa.co2>](http://cdiac.ornl.gov/ftp/trends/co2/maunaloa.co2)

Center för lokal utveckling (LUC), 2001. Söderfjärden. Meteoriiittikraaterin 520 miljoonan vuoden tarina [online]. Sivut julkaistu 2001 [viitattu 27.7.2009]. Saatavilla [www-muodossa:](http://www.vasa.abo.fi/luc/soderfjarden/default.htm)

[<URL:http://www.vasa.abo.fi/luc/soderfjarden/default.htm>](http://www.vasa.abo.fi/luc/soderfjarden/default.htm)

Ilmasto.org 2009a. Kaikki ilmastonmuutoksesta [online]. Euroopan unionin ilmastopolitiikka. Päivitetty 27.8.2009 [viitattu 28.8.2009]. Saatavilla [www-muodossa: <URL:http://www.ilmasto.org/ilmastonmuutos/torjuminen/ohjauskeinot/euroopan_unioni.html>](http://www.ilmasto.org/ilmastonmuutos/torjuminen/ohjauskeinot/euroopan_unioni.html)

Ilmasto.org 2009b. Kaikki ilmastonmuutoksesta [online]. Ilmastonmuutos lyhyesti. Päivitetty 27.8.2009 [viitattu 28.8.2009]. Saatavilla [www-muodossa:](http://www.ilmasto.org/ilmastonmuutos/lyhyesti.html)

[<URL:http://www.ilmasto.org/ilmastonmuutos/lyhyesti.html>](http://www.ilmasto.org/ilmastonmuutos/lyhyesti.html)

Ilmasto.org 2009c. Kaikki ilmastonmuutoksesta [online]. Ilmastopolitiikka. Päivitetty 27.8.2009 [viitattu 28.8.2009]. Saatavilla [www-muodossa:](http://www.ilmasto.org/ilmastonmuutos/politiikka.html)

[<URL:http://www.ilmasto.org/ilmastonmuutos/politiikka.html>](http://www.ilmasto.org/ilmastonmuutos/politiikka.html)

Ilmasto.org 2009d. Kaikki ilmastonmuutoksesta [online]. Ilmastopolitiikan historia ja YK:n ilmastopopimus. Päivitetty 27.8.2009 [viitattu 28.8.2009]. Saatavilla [www-muodossa:](http://www.ilmasto.org/ilmastonmuutos/politiikka/ykn_ilmastopopimus.html)

[<URL:http://www.ilmasto.org/ilmastonmuutos/politiikka/ykn_ilmastopopimus.html>](http://www.ilmasto.org/ilmastonmuutos/politiikka/ykn_ilmastopopimus.html)

Ilmasto.org 2009e. Kaikki ilmastonmuutoksesta [online]. Ilmastotieteen kehitys. Päivitetty 27.8.2009 [viitattu 28.8.2009]. Saatavilla www-muodossa:

<URL:<http://www.ilmasto.org/ilmastonmuutos/tutkimus.html>>

Ilmasto.org 2009f. Kaikki ilmastonmuutoksesta [online]. Ilmastotutkimuksen järjestäytyminen. Päivitetty 27.8.2009 [viitattu 28.8.2009]. Saatavilla www-muodossa:

<URL:http://www.ilmasto.org/ilmastonmuutos/tutkimus/tutkimuksen_jarjestaytyminen.html>

Ilmasto.org 2009g. Kaikki ilmastonmuutoksesta [online]. Kasvihuoneilmiö ja ilmastonmuutos. Päivitetty 27.8.2009 [viitattu 28.8.2009]. Saatavilla www-muodossa: <URL:<http://www.ilmasto.org/ilmastonmuutos/perusteet.html>>

Ilmasto.org 2009h. Kaikki ilmastonmuutoksesta [online]. Kasvihuonekaasut. Päivitetty 27.8.2009 [viitattu 28.8.2009]. Saatavilla www-muodossa:

<URL:<http://www.ilmasto.org/ilmastonmuutos/perusteet/kasvihuonekaasut.html>>

Ilmasto.org 2009i. Kaikki ilmastonmuutoksesta [online]. Kioton pöytäkirja. Päivitetty 27.8.2009 [viitattu 28.8.2009]. Saatavilla www-muodossa:

<URL:http://www.ilmasto.org/ilmastonmuutos/politiikka/kioton_poytakirja.html>

Ilmasto.org 2009j. Kaikki ilmastonmuutoksesta [online]. Palautekytkennät. Päivitetty 27.8.2009 [viitattu 28.8.2009]. Saatavilla www-muodossa:

<URL:<http://www.ilmasto.org/ilmastonmuutos/seuraukset/palautekytkennat.html>>

Ilmasto.org 2009k. Kaikki ilmastonmuutoksesta [online]. Suomen ilmastopolitiikka. Päivitetty 27.8.2009 [viitattu 28.8.2009]. Saatavilla www-muodossa: <

URL:<http://www.ilmasto.org/ilmastonmuutos/politiikka/suomi.html>>

Ilmatieteen laitos 2008a. Hiilidioksidi ja hiilen kiertokulku [online]. Päivitetty 6.10.2008 [viitattu 10.8.2009]. Saatavilla www-muodossa:

<URL:http://www.fmi.fi/ilmastonmuutos/miksi_6.html>

Ilmatieteen laitos 2008b. Ilmastomalli [online]. Päivitetty 13.7.2008 [viitattu 13.8.2009]. Saatavilla www-muodossa:

<URL:http://www.fmi.fi/tutkimus_mallit/mallit_3.html>

Ilmatieteen laitos 2008c. Miten Suomen ilmasto muuttuu? [online]. Päivitetty 8.8.2008 [viitattu 10.9.2009]. Saatavilla www-muodossa:

<URL:<http://www.fmi.fi/ilmastonmuutos/suomessa.html>>

Ilmatieteen laitos 2008d. Suomen ilmastovyöhykkeet [online]. Päivitetty 7.10.2008 [viitattu 13.7.2009]. Saatavilla www-muodossa:

<URL:http://www.fmi.fi/ilmastonmuutos/suomessa_11.html>

Ilmatieteen laitos 2009a. Havaitut ilmastomuutokset Suomessa [online]. Päivitetty 8.9.2009 [viitattu 10.9.2009]. Saatavilla www-muodossa:

<URL:http://www.fmi.fi/ilmastonmuutos/suomessa_17.html>

Ilmatieteen laitos 2009b. Maapallon ilmaston muuttuminen tulevaisuudessa [online]. Päivitetty 8.10.2009 [viitattu 15.10.2009]. Saatavilla www-muodossa:

<URL:http://www.fmi.fi/ilmastonmuutos/maailma_6.html>

Ilmatieteen laitos 2009c. Suomen ilmasto [online]. Päivitetty 8.9.2009 [viitattu 10.9.2009]. Saatavilla www-muodossa:

<URL:http://www.fmi.fi/ilmastonmuutos/suomessa_2.html>

Ilmatieteen laitos 2009d. Suomen ilmaston tulevat muutokset mallitulosten perusteella [online]. Päivitetty 8.9.2009 [viitattu 10.9.2009]. Saatavilla www-muodossa: <URL:http://www.fmi.fi/ilmastonmuutos/suomessa_18.html>

Ilmatieteen laitos 2009e. Tunne termit – Ymmärrä säätiedotus [online]. Päivitetty 30.7.2009 [viitattu 12.8.2009]. Saatavilla www-muodossa:

<URL:http://www.fmi.fi/saa/index_6.html>

Itämeriportaali 2008. Vedenkorkeusvaihteluun vaikuttavia tekijöitä [online]. Päivitetty 23.7.2008 [viitattu 28.7.2009]. Saatavilla www-muodossa:

<URL:http://www.itameriportaali.fi/fi/tietoa/yleiskuvaus/veden_liikkeet/vedenkorkeus/fi_FI/vedenkorkeusvaihtelu/>

Kahma, K., Pettersson, H., Boman, H. & Seinä, A. 1998. Alimmat suositeltavat rakennuskorkeudet Pohjanlahden, Saaristonmeren ja Suomenlahden rannikoilla. Merentutkimuslaitos.

Kakkuri, Juhani 2003. Tulevaisuuden uhkakuvat. Porvoo. WSOY.

Keskitalo, Jorma 2005. Maapallon muuttuva ilmasto. Jyväskylä. Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Kuntaliitto 2008. Kuntien ilmastonsuojelukampanja [online]. Päivitetty 12.11.2008 [viitattu 29.8.2009]. Saatavilla www-muodossa:
<URL:http://www.kunnat.net/k_peruslistasivu.asp?path=1;29;356;1033;36689;36692>

Kuokkanen, Tuomas & Parkkari, Juhani (toim.) 2004. Kansainväliset ympäristösopimukset. Jyväskylä. Edita Publishing Oy.

Kuusisto, Esko 2005. Ilmastonmuutos. Teoksessa Gustafsson, Jaana (toim.), Maa-ilmantaajuiset ympäristöongelmat – Uhkakuvista yhteistyöhön, 257, 261-262. Vammala. Vammalan kirjapaino Oy.

Local Governments for Sustainability, ICLEI 2008. Homepage [online]. Saatavilla www-muodossa: <URL:<http://www.iclei.org/>>

Lähde, Ville 2001. Sanasto. Teoksessa Haila, Yrjö & Jokinen, Pekka (toim.), Ympäristöpolitiikka – Mikä ympäristö, kenen politiikka, 305, 309. Jyväskylä. Vastapaino.

Maa- ja metsätalousministeriö 2005. Ilmastonmuutoksen kansallinen sopeutumisstrategia. Vammala. Vammalan Kirjapaino Oy. Saatavilla www-muodossa:
<URL:http://wwwb.mmm.fi/julkaisut/julkaisusarja/2005/MMMjulkaisu2005_1.pdf>

Merivuori, T-M 1985. Viheraluetutkimus, osaraportti, viheralueiden rakentaminen ja hoito, viheraluetypit, kustannusten laskentamalli, mallityöselvitys. Helsinki. Suunnittelukeskus Oy.

MRA895/1999. Maankäyttö- ja rakennusasetus. 10.9.1999.

MRL132/1999. Maankäyttö- ja rakennuslaki. 5.2.1999.

Ollila, Markku (toim.) 2002. Ylimmät vedenkorkeudet ja sortumariskit ranta-alueille rakennettaessa. Suositus alimmista rakennuskorkeuksista. Ympäristöministeriön julkaisuja: ympäristöopas 52. Saatavilla www-muodossa:
<URL:<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=11604>>

Panu, Jorma 1998. Maisemarakenteen ja taajamarakenteen yhteensovittaminen. Vantaa. Sinari Oy.

Pohjanmaan liitto 2008. Pohjanmaan maakuntakaava. Kaavaselostus. Saatavilla www-muodossa:

<URL:<http://www.obotnia.fi/fi/binaryviewer.aspx?MediaID=1572>>

Pohjanmaan liitto, Länsi-Suomen ympäristökeskus, Vaasan kaupunki, Mustasaaren kunta, Laihian kunta 1999. Eteläisen Kaupunginselän ja sen valuma-alueiden ympäristöyleissuunnitelma. Vaasa. Oy FRAM Ab.

Saukkonen, Lea 2008. Suomalainen sää – Ilmastonmuutos ja ääri-ilmiöt. Helsinki. Kariston Kirjapaino Oy.

Savikko, Riitta 2009. Ilmastopolitiikasta Suomen kunnissa – Väliraportti Kuntaliiton kyselystä ilmastonmuutoksen hallinnan politiikasta Suomen kunnissa, 20.7.2009. Saatavilla www-muodossa:

<URL:<http://www.kunnat.net/link.asp?path=1;29;60;498;145752;151943;152330;152331>>

Tiehallinto, Vaasan kaupunki, Mustasaaren kunta 2007. Vaasan ja Mustasaaren tie- ja katuverkkoselvitys. Vaasa. Saatavilla www-muodossa:

<URL:http://alk.tiehallinto.fi/julkaisut/pdf2/vaasa-mustas_tiekatu.pdf>

Tekniikan Sanastokeskus ry 1998. Ympäristösanasto. Ympäristöalan keskeiset käsitteet ja termit. Jyväskylä. Gummerrus Kirjapaino Oy.

Toiviainen, Pasi 2007. Ilmastonmuutos. Nyt. – Muistiinpanoja maailmanlopusta. Keuruu. Otavan kirjapaino oy.

Vaasan kaupunki 2009a. Maisemarakenne [online]. Päivitetty 15.5.2009 [viitattu 20.6.2009]. Saatavilla www-muodossa:

<URL:<http://www.vaasa.fi/WebRoot/380444/Vaasa2009SubpageWithoutBanner.aspx?id=385845>>

Vaasan kaupunki 2009b. Viheraluejärjestelmä [online]. Päivitetty 29.4.2009 [viitattu 23.10.2009]. Saatavilla www-muodossa:

<URL:<http://www.vaasa.fi/WebRoot/380444/Vaasa2009SubpageWithoutBanner.aspx?id=385846>>

Vaasan kaupunkisuunnittelu 2008a. Vaasan viheraluejärjestelmä 2030. Vaasa. Saatavilla www-muodossa: <URL:www.vaasa.fi/Link.aspx?id=1067716>

Vaasan kaupunkisuunnittelu 2008b. Vaasan yleiskaava 2030. Vaasa.

Valtioneuvosto 2008a. Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle 6. päivänä marraskuuta 2008: Pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastategia. Saatavilla www-muodossa: <URL:http://www.tem.fi/files/20585/Selontekoehdotus_311008.pdf>

Valtioneuvosto 2008b. Valtioneuvoston päätös valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden tarkistamisesta. 13.11.2008. Helsinki. Saatavilla www-muodossa: <URL:http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=94400&lan=fi>

Valtioneuvosto 2008c. Selvitys Vanhasen II hallituksen tulevaisuusselontekoa varten: Ilmastopolitiikka ja alueet. 18.11.2008. Helsinki. Saatavilla www-muodossa: <URL:http://www.vnk.fi/julkaisukansio/2008/j23-ilmastopolitiikka-ja-alueet/pdf/Ilmastopolitiikka_ja_alueet.pdf >

Valtioneuvosto 2009a. Valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden tarkistaminen. 1.3.2009. Helsinki. Saatavilla www-muodossa: <URL:http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=94397&lan=fi>

Valtioneuvosto 2009b. Valtioneuvoston tulevaisuusselonteko ilmasto- ja energiapolitiikasta: kohti vähäpäästöistä Suomea. 15.10.2009. Helsinki. Saatavilla www-muodossa: <URL:http://www.vnk.fi/julkaisukansio/2009/j28-ilmasto-selonteko-j29-klimat-framtidsredogorelse-j30-climate_/pdf/fi.pdf>

Wahlgren, Irmeli, Kuismanen, Kimmo & Makkonen, Lasse 2008a. Ilmastonmuutoksen huomioiminen kaavoituksessa – tapauskohtaisia tarkasteluja. Loppuraportti VTT:n julkaisuja. Saatavilla www-muodossa: <URL:http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2008/VTT_Ilmastonmuutos_kaavoitus_Loppuraportti.pdf>

Wahlgren, Irmeli, Kuismanen, Kimmo & Makkonen, Lasse 2008b. Ilmastonmuutoksen huomioiminen kaavoituksessa – tapauskohtaisia tarkasteluja. Tiivistelmä. VTT:n julkaisuja. Saatavilla www-muodossa: <URL:http://www.vtt.fi/liitetiedostot/uutta/VTT_Ilmastonmuutos_kaavoitus_Tiivistelma.pdf>

Wahlgren, Irmeli, Kuismanen Kimmo & Makkonen, Lasse 2008c. Kokkolan Vanhansatamanlahden yleiskaavan ilmastovaikutukset. VTT:n julkaisuja. Saatavilla www-muodossa:

<URL:http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2008/VTT_Ilmastonmuutos_kaavoitus_Vanhansatamanlahti.pdf>

World Conference on the Changing Atmosphere 1998. Implications for Global Security [online]. Conference statement, summary. [viitattu 25.8.2009]. Toronto. Saatavilla www-muodossa:

<URL:<http://www.cmos.ca/ChangingAtmosphere1988e.pdf>>

Worldwatch-instituutti 2009. Maailman tila 2009: lämpenevään maailmaan. Raportti kehityksestä kohti kestäväää yhteiskuntaa. Helsinki. Gaudeamus Helsinki University Press.

Ympäristöministeriö 2000. Maankäyttö- ja rakennuslaki 2000. Opas 5: Valtioneuvoston päätös valtakunnallisista alueidenkäyttötavoitteista. Helsinki. Edita Publishing Oy. Saatavilla www-muodossa:

<URL:<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=94382&lan=fi>>

Ympäristöministeriö 2008a. Maankäyttö- ja rakennuslaki [online]. Päivitetty 31.12.2008 [viitattu 3.8.2009]. Saatavilla www-muodossa:

<URL:<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=78023&>>

Ympäristöministeriö 2008b. Suomen ilmastopoliittikka [online]. Päivitetty 28.11.2008 [viitattu 31.8.2009]. Saatavilla www-muodossa:

<URL:<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=262100>>

Ympäristöministeriö 2008c. YK:n ilmastopöytäkirja [online]. Päivitetty 10.7.2008 [viitattu 25.8.2009]. Saatavilla www-muodossa:

<URL:<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=564&lan=fi>>

Ympäristöministeriö 2009a. Ilmansuojelun kansainväliset sopimukset ja yhteistyö [online]. Päivitetty 9.3.2009 [viitattu 18.8.2009]. Saatavilla www-muodossa:

<URL:<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=474>>

Ympäristöministeriö 2009b. Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet [online].

Päivitetty 11.3.2009 [viitattu 4.8.2009]. Saatavilla www-muodossa:

<URL:<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=1112&lan=fi>>