

# KOUVOLAN KAUPUNKI JA ILMASTONMUUTOS

Tulevaisuuden haasteet muuttuvassa ilmastossa



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Forssa, kestävä kehitys

Syksy, 2017

Taru Suorsa

Kestävä kehitys

Forssa

---

<b>Tekijä</b>	Taru Suorsa	<b>Vuosi</b> 2018
<b>Työn nimi</b>	Kouvolan kaupunki ja ilmastonmuutos -tulevaisuuden haasteet muuttuvassa ilmastossa	
<b>Työn ohjaaja</b>	Sirpa Ojansuu	

---

## TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön toimeksianto saatiin Kouvolan kaupungin tekniikka- ja ympäristöpalveluilta. Opinnäytetyön toimeksianto syntyi Kouvolan kaupungin tarpeesta löytää paikallisiin oloihin sopivia keinoja ilmastonmuutokseen sopeutumiseksi. Työssä esitellään erilaisia Etelä-Suomen tuotanto- ja ympäristöolosuhteisiin sopivia sopeutumiskeinoja, joita voi soveltaa myös Kouvolan alueella.

Tietoa kerättiin ympäristöalan julkaisuista ja ilmastonmuutoksen vaikutusta käsittelevistä lähteistä. Työtä varten haastateltiin Kouvolan kaupungin ja Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliiton (MTK) asiantuntijoita.

Kouvolan kaupunki tulee ilmastonmuutoksen edetessä kohtaamaan samankaltaisia muutoksia kaupunki- ja luonnonympäristössä kuin muutkin Suomen kunnat. Sään ääri-ilmiöt ja ilmaston lämpeneminen luovat sopeutumistarvetta niin rakennetussa kuin luonnonympäristössäkin. Erytisen tärkeää on taata rakennusten ja asuinalueiden laatu ja kestävyys tulevaisuudessa, lisääntyvien tulvien hallinta sekä turvata maa- ja metsätalous.

Kouvolalla on hyvät edellytykset luoda paikallisesta näkökulmasta toimiva sopeutumissuunnitelma eri aloille. Verkostoituminen muiden kuntien kanssa tuo lisää työkaluja haasteisiin vastaamiseen. Myös uuden ilmasto-tiedon omaksuminen ja kaupungin oman asiantuntijuuden luominen sopeutumiseen liittyen luo vankan pohjan tulevaisuudelle.

**Avainsanat** ilmastonmuutos sopeutuminen Kouvola

**Sivut** 50 sivua

Degree Programme in Sustainable development  
Forssa

---

<b>Author</b>	Taru Suorsa	<b>Year</b> 2018
<b>Subject</b>	City of Kouvola and Climate Change -Future Challenges in the Changing Climate	
<b>Supervisor</b>	Sirpa Ojansuu	

---

ABSTRACT

The thesis was commissioned by the Technology and Environmental Services of the City of Kouvola. The goal of this thesis was to introduce adaptation means for various kind of challenges caused by climate change.

Information for the subject was gathered from the publications of the environmental field and from other sources concerning climate change. Also professionals working for the City of Kouvola and The Central Union of Agricultural Producers and Forest Owners (MTK) were interviewed.

Extreme weather phenomena and the warming climate will challenge the built environment as well as the natural environment. It is especially important to guarantee the sustainability of buildings and living areas, flood control and to ensure the proper production conditions for agriculture and forestry.

The City of Kouvola has good preconditions to create a functioning adaptation plan for different fields from a local point of view. Networking with other municipalities will bring more tools to meet challenges. Furthermore, adapting new climate information and creating its own expertise in Kouvola concerning adaptation means will create a solid base for the future.

**Keywords** climate change adaptation Kouvola

**Pages** 50

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	ILMASTONMUUTOS JA SEN VAIKUTUKSET .....	2
2.1	Tärkeimmät kasvihuonekaasut .....	3
2.2	Ilmastonmuutoksen vaikutukset.....	4
2.3	Tulevaisuuden ilmasto Suomessa .....	4
2.4	Hillintä, sopeutuminen ja varautuminen .....	5
2.5	RCP-skenaariot .....	7
2.6	Kymenlaakson nykyiset ilmasto-olosuhteet .....	8
3	ILMASTONMUUTOKSEEN SOPEUTUMINEN SUOMESSA.....	11
4	ALUEIDENKÄYTTÖ, YHDYSKUNNAT JA RAKENTAMINEN.....	14
4.1	Pienilmaston hallinta ja ilmastotavoitteet .....	15
4.2	Alueidenkäyttö .....	15
4.3	Sopeutuminen alueidenkäytössä .....	16
4.4	Tulvariski.....	17
5	KESTÄVÄ YHDYSKUNTARAKENNE.....	18
5.1	Tieverkosto ja liikenne .....	20
5.2	Energiakulutus ja energiahuolto .....	22
6	HULEVEDET.....	23
6.1	Kouvolan varautuminen hulevesitulviin.....	24
6.2	Esimerkkejä hulevesiratkaisuista Kouvolassa .....	24
7	LUONNONYMPÄRISTÖ.....	27
7.1	Ekosysteemipalvelut .....	27
7.2	Taajamametsät.....	28
7.3	Maa- ja metsätalous.....	30
7.4	Maa- ja metsätalouden sopeutumiskeinot .....	32
8	VESIVARAT .....	34
8.1	Havaittuja hydrologisia muutoksia Etelä-Suomessa .....	35
8.2	Kymijoki .....	35
9	RISKIT JA NIIDEN HALLINTA .....	36
9.1	Sää- ja ilmastoriskien hallinta osana kunnan toimintaa .....	38
9.2	Verkostoituminen ja yhteistyö .....	40
10	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA .....	41
	LÄHTEET .....	43

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehtiin vastaamaan Kouvolan kaupungin tarpeeseen pohtia paikallisia ilmastonmuutokseen sopeutumiskeinoja tulevaisuuden muuttuvassa ilmastossa. Työn tavoitteena oli löytää esimerkkejä ja ehdotuksia uusista toimintatavoista, unohtamatta kuitenkaan hillitsemistoimien jatkamisen tärkeyttä.

Opinnäytetyöhön kerättiin tietoa eri tahojen julkaisuista ja ilmastonmuutosta käsitteleviltä sivustoilta, kuten Ilmasto-opas- ja CO<sub>2</sub>-raportti-sivustoilta. Lisäksi työssä hyödynnettiin esimerkiksi Luonnonvarakeskuksen sivustoa. Tietoa etsittiin myös muista lähteistä, joita ovat muun muassa Suomen ympäristökeskus ja hallitustenvälisen ilmastopaneelin IPCC:n (Intergovernmental Panel on Climate Change) julkaisut. Lisäksi Kouvolan kaupungilla on omia asiantuntijoita, jotka työskentelevät esimerkiksi kaavoituksen, taajamametsien tai vieraslajien parissa.

Toistaiseksi Kouvolan kaupungissa ei ole varsinaisesti vielä etsitty keinoja muuttuvassa ilmastossa toimimiseen nimenomaan sopeutumista ajatellen. Kiinnostusta ilmastonmuutokseen sopeutumiseen liittyvän tiedon jakamiseen kuitenkin oli eri keskustelujen pohjalta erilaisten toimijoiden kanssa, kuten maatalousalalla.

Ilmastonmuutokseen liittyvät ongelmat tulevat Kouvolassa olemaan aika samankaltaisia kuin muuallakin Etelä-Suomessa, näin myös sopeutumisen keinot ja ratkaisut ovat samankaltaisia ottaen huomioon kuitenkin paikalliset erityispiirteet, kuten metsäteollisuuden ja maatalouden edellytykset Kouvolan seudulla. Hyvin suunnitellut sopeutumistoimet auttavat kohtaamaan muuttuvien olosuhteiden tuomia haasteita ja samalla löytämään uusia toimintatapoja, liikeideoita ja mahdollisuuksia.

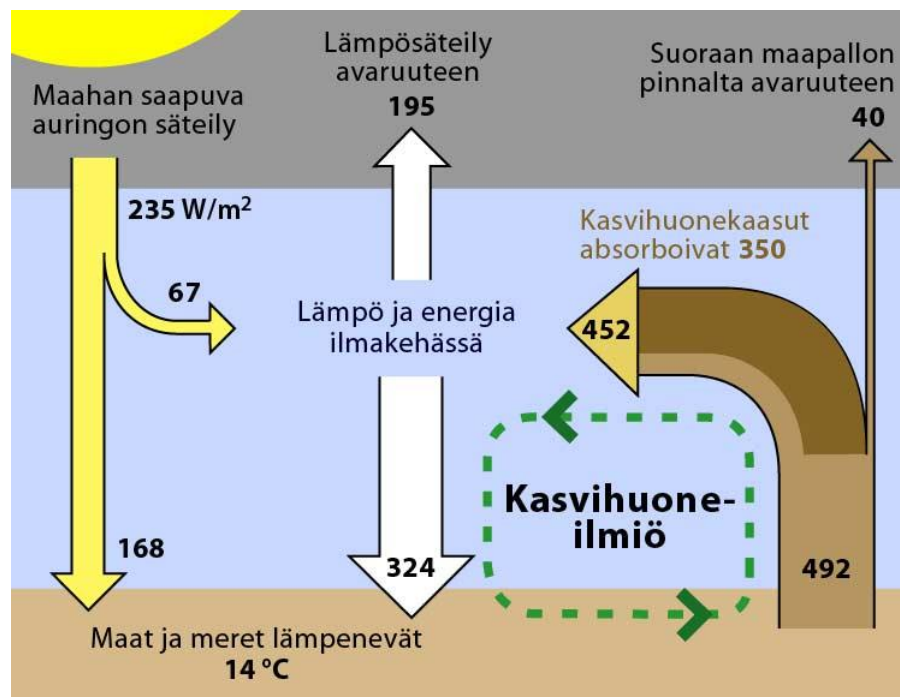
Konkreettisten ratkaisujen lisäksi on edistettävä tietoisuutta siitä, millä eri tavoilla ilmastonmuutoksen eteneminen muuttaa luonnonympäristöä ja kuormittaa rakennettua ympäristöä. Maa- ja metsätalous joutuvat etsimään uusia ratkaisuja muutoksiin vastaamiseksi ja samalla on mahdollisuus tunnistaa myös hyötyjä, joita ilmaston lämpeneminen voi tuoda.

Luonnonsuojelun tärkeys korostuu Kouvolassa samalla tavalla kuin muualla Suomessa. Luonnonsuojelualueiden, luontopolkujen, virkistysreittien ja kaupunkien viheralueiden rooli on tärkeä ekosysteemipalvelujen turvaamiseksi. Maankäytössä, rakentamisessa ja kaavoituksessa on jo suunnitelluvaiheessa ajateltava pitkän aikavälin ratkaisuja, jotka vastaavat ilmastonmuutoksen mukanaan tuomiin sään ääri-ilmiöihin. Tulvariskin hallinta on myös keskeistä seuraavina vuosikymmeninä.

## 2 ILMASTONMUUTOS JA SEN VAIKUTUKSET

Ihmisten ja ympäristön hyvinvointia uhkaava ilmastonmuutos johtuu hiilidioksidin (CO<sub>2</sub>) ja eräiden muiden kasvihuonekaasujen kasvavista pitoisuuksista ilmakehässä. IPCC:n (Intergovernmental Panel on Climate Change) eli hallitusten välisen ilmastopaneelin mukaan ilmastonmuutoksella tarkoitetaan mitä tahansa ilmaston muuttumista ajan myötä, joka aiheutuu joko luonnollisesta vaihtelusta tai on seurausta ihmisen toiminnasta. (CO<sub>2</sub>-raportti n.d.a.)

Voimistuneesta kasvihuoneilmidiöstä johtuva ilmastonmuutos johtuu siitä, että maapallon ilmakehän kasvihuonekaasut päästävät kaiken auringon säteilyn lävitseen, mutta eivät kuitenkaan päästä kaikkea maapallon lämpösäteilyä poistumaan ilmakehästä. Kasvihuoneilmiö sinällään on tarpeellinen, sillä sen luonnollinen vaikutus pitää maapallon lämpötilan sopivalla tasolla maapallon nykyisen muotoiselle elämälle, mutta ylikorostuneena se alkaa toimia maapallon elämää vastaan luoden koko ajan entistä vaikeampia elinolosuhteita kaikille maapallon eliölajeille, mukaan lukien ihminen. Kuvassa 1 esitetään kasvihuoneilmiön periaate. (CO<sub>2</sub>-raportti n.d.a.)



Kuva 1. Kasvihuoneilmiö (CO<sub>2</sub>-raportti n.d.b.).

## 2.1 Tärkeimmät kasvihuonekaasut

Hiilidioksidi on tärkeä ja luonnollinen osa maapallon elämän kiertokulkua eliöiden välillä. Kuitenkin sen pitoisuudet ovat nousseet liian korkealle tasolle ilmakehässä. Kaikista maapallon ilmakehää lämmittävistä kaasuista hiilidioksidipäästöjen osuus on 80 %. Kaikista hiilidioksidipäästöistä 75 % on peräisin fossiilisista polttoaineista. (CO<sub>2</sub>-raportti n.d.a.)

Vaikka kaikki CO<sub>2</sub>-päästöt saataisiin jollain keinolla välittömästi pysäytettyä nykyiselle tasolle, hiilidioksidipitoisuuden kasvu ei heti pysähtyisi. Hiilen nopea kiertokulku palauttaa valtaosan hiilinielujen eli kasvillisuuden ja merten sitomasta hiilestä takaisin maapallon ilmakehään. Ihmisten aiheuttamien hiilidioksidipäästöjen vaikutusaika voi olla jopa satoja vuosia. (Ilmasto-opas n.d.a.)

Hiilidioksidiakin voimakkaampi kasvihuonekaasu on metaani (CH<sub>4</sub>), joka on noin 23 kertaa hiilidioksidia voimakkaampi. Ilmakehän metaanipitoisuus kasvaa vuosittain noin 0,5 % ja metaanipitoisuus on tällä hetkellä noin 1,75 ppm, mikä on kaksinkertainen määrä verrattuna esiteolliseen aikaan. Metaanin elinikä ilmakehässä on noin 9–15 vuotta. Ilmakehään päätyvästä metaanista 70 % on peräisin ihmisen toiminnasta. Suurimmat metaanipäästöjen lähteet ovat fossiilisten polttoaineiden lisäksi riisinviljely, nautila, kaatopaikat ja jätevedenkäsittely. (CO<sub>2</sub>-raportti n.d.a.)

Dityppioksidi (N<sub>2</sub>O), joka tunnetaan myös nimellä typpioksiduuli tai ilokaasu, on kasvanut pitoisuudeltaan noin 13 % esiteolliseen aikaan verrattuna. Typpioksiduuli säilyy ilmakehässä noin 120 vuotta ja sen tärkeimmät lähteet ovat maankäytön muutokset, typpilannoitteet, typpihapon valmistus ja polttoprosessit. Lisäksi typpioksiduulipäästöjä tulee ilmakehään henkilöautojen katalysaattoreista. (CO<sub>2</sub>-raportti n.d.a.)

Uusista kasvihuonekaasuista tunnetuimpia ovat halogenoidut hiilivedyt, jotka ovat teollista alkuperää. Niitä ei esiinny luonnostaan ilmakehässä. Lisäksi tärkeitä kasvihuonekaasupäästöjen lähteitä ovat klooria ja fluoria sisältävät CFC-yhdisteet. CFC-yhdisteiden kasvu on saatu pysäytettyä ilmakehässä Montrealin pöytäkirjan ansiosta. CFC-yhdisteiden korvaajana käyttöön otetut HFC-yhdisteet aiheuttavat kuitenkin ilmastomuutosta, vaikka eivät otsonikerrosta tuhoakaan. Uusiin kasvihuonekaasuihin luettaisiin myös PFC-yhdisteet eli perfluorihiiilivedyt ja rikkiheksafluoridit. (CO<sub>2</sub>-raportti n.d.a.)

## 2.2 Ilmastonmuutoksen vaikutukset

Kasvihuoneilmiön voimistuminen näkyy jo häiriöinä ilmastossa ja ympäristössä. Kasvihuonekaasujen pitoisuudet ovat kasvaneet ilmakehässä, maanpinnan keskilämpötila on noussut, samoin merenpinta on noussut. Satelliittimittauksilla on vahvistettu, että lämpimimmät 15 vuotta on koettu viimeisten 20 vuoden aikana, näistä 11 vuoden 1995 jälkeen. Lämpenemisen vaikutukset ovat jo nähtävissä vuoristojäätiköiden sulamisena, kevään aikaistumisena ja joidenkin eliölajien esiintymisalueiden siirtymisenä yhä pohjoisemmaksi. (Ilmasto.org n.d.)

Myös Suomessa lämpenemistä on tapahtunut yhä kiihtyvällä nopeudella 1800-luvun puolivälin jälkeen; keskilämpötila on noussut yli 2 °C. Lämpötilamittauksista on saatu Suomessa tietoa pitkältä aikaväliltä. Suomessa nousua on voimakkaimmin ilmennyt alkutalven lämpötiloissa, erityisesti joulukuussa: nousua on tapahtunut lähes 5 °C. Myös loppukesän lämpötiloissa on ilmennyt nousua noin 0,7 °C. Keskilämpötilan noususta huolimatta vaihtelua tapahtuu edelleen, toisinaan on ilmennyt kylmiä talvia, kuten vuosina 1985 ja 1987 tai lämpimiä vuosia, kuten 1930-luvulla, jolloin oli poikkeuksellisen lämmintä erityisesti pohjoisessa Suomessa. (Ilmasto-opas 2016.)

Hallitustenvälisen ilmastopaneelin (IPCC) viidennen arviointiraportin (2014) mukaan ilmastonmuutoksen vaikutukset vaihtelevat eri puolilla Eurooppaa. Pohjois-Euroopassa esimerkiksi odotetaan lämpötilojen nousun lisäksi sadannan kasvavan. Kuivuusjaksojen arvioidaan lisääntyvän ja talviaikaisissa tuulen nopeuksissa esiintyy enemmän ajoittaisia ääri-nopeuksia. Eläinten ja kasvien lajisuhteet ja lajien määrät muuttuvat, samoin metsäalueiden rajautumisessa tapahtuu muutoksia. Lisääntyvät tulvat ja helleaallot vaikuttavat paitsi ihmisten terveyteen ja ekosysteemipalveluiden saatavuuteen, myös talouteen ja tuotantoon. (IPCC 2014a, 1 270.)

## 2.3 Tulevaisuuden ilmasto Suomessa

Seuraavien vuosien ja vuosikymmenien aikana ilmastonmuutoksen vaikutukset luonnonoloihimme ja ympäristöömme näkyvät alkutuotannossa ja rakennetussa ympäristössä enenevässä määrin. Sään ääri-ilmiöt, kuten hellejaksot vaikuttavat paitsi ihmisten terveyteen ja hyvinvointiin, myös tuottavuuteen. Lisäksi energiantuotannon, turismin ja teollisuuden aloilla on odotettavissa muutoksia ilmastonmuutoksen vuoksi. Monia muita vaikutuksia eri osa-alueilla on myös odotettavissa.

Ilmasto-oppaassa (2017a) esitetään seuraavia alla lueteltuja ilmiöitä tärkeimmiksi sopeutumista vaativiksi muutoksiksi Suomessa.

- Keskilämpötilan kohoaminen



Keskilämpötilan kohoamista tapahtuu etenkin talvilämpötiloissa, nopeinta lämpötilan nousu on Pohjois-Suomessa. Hyvin alhaiset lämpötilat muuttuvat harvinaisemmiksi, vastaavasti kaikkein korkeimpien lämpötilojen arvioidaan kohoavan. Tulevaisuudessa kasvukausi pitenee ja on lämpimämpi.

- Sadannan lisääntyminen

Sateet lisääntyvät etenkin talvella ja satavat yhä useammin vetenä. Rankkasateiden odotetaan kesäisin voimistuvan enemmän kuin keskimääräisten sateiden. Pisimmät sateettomat jaksot lyhenevät talvisin ja keväisin.

- Myrskytuulissa tapahtuvat muutokset

Keskimääräisissä tuulennopeuksissa ei odoteta suuria muutoksia, mutta kovempien myrskytuulten odotetaan ilmastonmuutoksen myötä voimistuvan paitsi rannikoilla ja mahdollisesti sisämaassa, mutta etenkin Suomen merialueilla. Katastrofaalisen voimakkaat myrskyt ovat merkittävässä määrin voimistuneet vuoden 1990 jälkeen Länsi- ja Keski-Euroopan lisäksi myös Pohjois-Euroopan alueella.

- Lumipeitteisyyden ja roudan väheneminen

Lumen vesiarvo ja lumipeitteen paksuus vähenevät ja lumipeiteaika lyhenee. Routaa tulee olemaan nykyistä vähemmän. Maaperä on usein märkä johtuen lauhoista ja sateisista talvista. Märän maaperän kantavuus on huonompi.

- Pilvisyyden lisääntyminen ja auringonvalon väheneminen

Talvet ovat pilvisempiä ja auringonvaloa on vähemmän. Kesän pilvisyyden odotetaan pysyvän suurin piirtein samanlaisena tai hiukan vähäisempänä.

- Itämeren pinnankorkeuden nousu ja jääpeitteen supistuminen

Itämeren jääpeite ohenee tulevaisuudessa entisestään. Suomenlahden vedenkorkeus saattaa nousta ja Perämeren alueella meri vetäytyy nykyistä hitaammin.

## 2.4 Hillintä, sopeutuminen ja varautuminen

Alati kiihtyvistä ilmastonmuutoksesta puhuttaessa on tärkeää erottaa toisistaan termit ilmastonmuutoksen hillintä ja ilmastonmuutokseen sopeutuminen.

Hillinnällä pyritään hidastamaan ilmastonmuutoksen etenemistä mahdollisimman paljon vähentämällä kasvihuonekaasupäästöjä ja huolehtimalla

riittävästä hiilinieluista. Ilmasto, eli keskimääräinen säänkuva, tulee lähivuosisikymmeninä muuttumaan paljon siitä keskimääräisestä säänkuvasta, joka nykyään vallitsee. Sopeutumisessa on kyse keinoista, joilla kohdataan jo olemassa olevat tapahtuneet muutokset, kuten lisääntynyt sadanta tai talviaikaisen lumipeitteisyyden väheneminen. (Ilmasto-opas n.d.a.)

Sopeutumisen yhteydessä käytetään termiä varautuminen. Kehittämällä erilaisia sopeutumiskeinoja varaudutaan muuttuviin olosuhteisiin. Terminä varautumisella halutaan kuvastaa sopeutumisen aktiivista luonnetta. Varaudutaan tuleviin muutoksiin luomalla uusia toimintamalleja ja kehittämällä sopeutumiskeinoja uusiin ilmasto-olosuhteisiin. (Ilmasto-opas n.d.a.)

Sopeutuminen tulee olemaan lähivuosisikymmeninä välttämätöntä siitä huolimatta, että hillintätoimissa on saatu onnistumisia aikaiseksi. Sopeutumistoimilla voidaan lieventää haasteita ja kielteisiä vaikutuksia, joita ilmastonmuutos aiheuttaa. Hillintä ja sopeutuminen usein kietoutuvat toistensa ympärille täydentäen toisiaan. (Ilmasto-opas n.d.a.)

Varautumista ja ennaltaehkäisyä on kehitettävä esimerkiksi sään ääri-ilmiöiden aiheuttamien haittojen varalta. Aikajänteestä riippuen voidaan puhua pitkän aikavälin ja lyhyen aikavälin varautumisesta. Lyhyellä aikavälillä korostuvat myrskyt ja rankkasateet, jotka lisäävät häiriöitä jo nykyisessäkin ilmastossa. Pitkän aikavälin varautuminen on järkevää esimerkiksi yhdyskuntasuunnittelussa, jossa on ennakoitava ratkaisujen toimivuutta vuosikymmenien aikavälillä. Mitä paremmin varautunut, reagoitukykyisempi ja joustavampi yhteiskunta on, sitä helpompi on sopeutua ja myös toipua häiriötilanteista. (Maa- ja metsätalousministeriö 2014a, 7.)

Ilmastonmuutos lisää tulvariskiä ja aiheuttaa muutoksia valunnan, virtaaman ja vedenkorkeuksien vuodenaikaisessa jakaumassa. Vesiolosuhteissa tapahtuvat muutokset vaikuttavat vesistötulvien laajuuteen ja niiden ajankohtiin. Veden laatu huononee virtaamissa tapahtuvien muutosten myötä, jolloin vedessä olevan hapen määrä vähenee. Rehevöitymistä kiihdyttää lisäksi lämpötilan nousu. Tulviminen myös huuhtoo haitallisia aineita vesistöihin, joka heikentää vesien tilaa entisestään. Lisääntyvät kuivuusjaksot lisäävät vesihuollon riskejä pohjavesialueilla. Pohjaveden laatua uhkaa myös pintaveden määrän runsastuminen, jolloin voimakas suodanta lisää riskejä veden laadulle. (Ympäristöministeriö 2011, 23.)

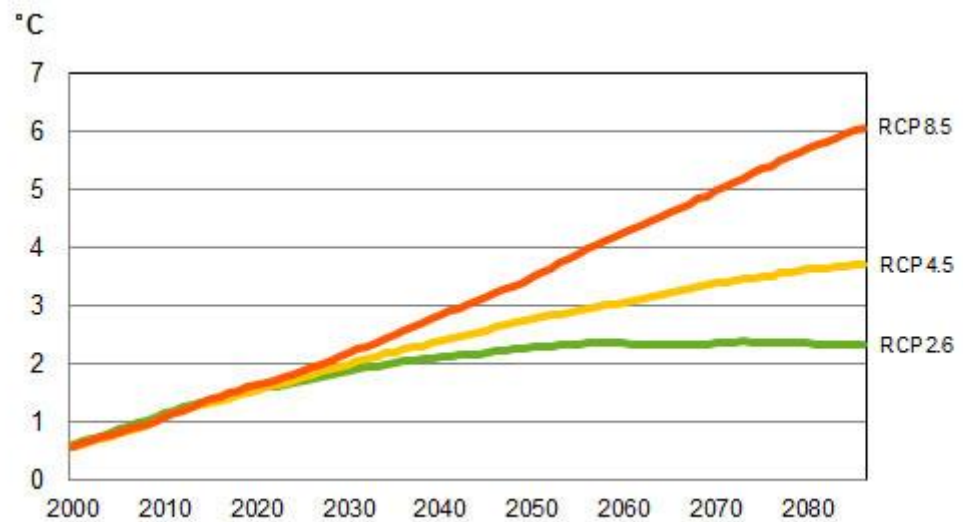
Myös yhdyskuntasuunnittelussa ja maankäytössä on huomioitava muuttuvat olosuhteet. Ilmastonmuutokseen sopeuduttaessa on otettava huomioon myös maantiede, alueelliset erityispiirteet ja kunnan tuotantorakenne. Varautumisen tarve korostuu sellaisilla toimialoilla, joiden päätökset kantavat pitkällä aikajänteellä. Esimerkiksi yhdyskuntarakenne ja tiiverkot on tarkoitettu kestämään pitkäaikaista käyttöä ja huomio kannattaa jo nyt tulevaisuuden hankkeita ajatellen kiinnittää elinympäristön turvallisuuteen ja viihtyisyyteen. (Ilmasto-opas n.d.b.)

## 2.5 RCP-skenaariot

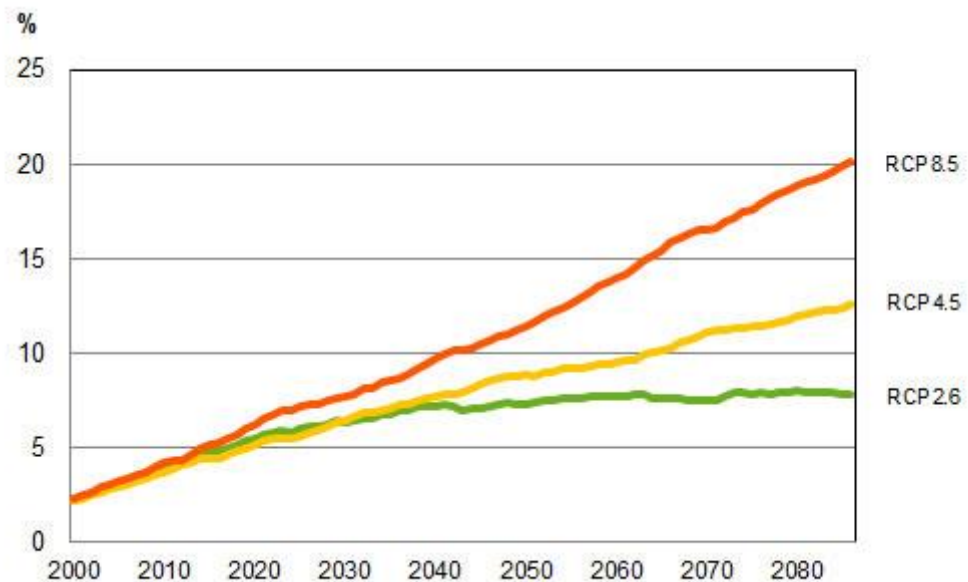
Suomen tulevaa ilmastoa lähivuosikymmeninä kuvaamaan kehitetyt arviot perustuvat 28:saan maailmanlaajuisen ilmastomallin pohjalta tehtyyn laskelmaan. Laskelmia tehtäessä pyrittiin huomioimaan mahdollisimman erilaisia skenaarioita eli erilaisia tulevaa kehitystä kuvaavia kehityspolkuja. Tulevaisuuden ilmastoa ennakoitaessa otettiin huomioon tilanne, jossa ei tehtäisi riittäviä toimia kasvihuonekaasujen vähentämiseksi ja sen rinnalle laskettiin skenaarioita sen mukaan, miten erilaiset toimet kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi vaikuttavat ilmastomuutoksen hidastamiseen. Uusimmat käytössä olevat skenaariot tunnetaan nimellä RCP-skenaariot (representative concentration pathways) eli pitoisuuksien kehityskulun skenaariot. (Ilmasto-opas 2017.)

RCP-skenaarioista huolestuttavimman kehityspolun tarjoaa RCP8.5-skenaario. Tässä skenaariossa on epäonnistuttu kasvihuonekaasujen vähentämisessä ja ilmastomuutoksen hillitsemisessä. Hiilidioksidin päästöt kasvavat rajusti ilmakehässä kolminkertaistuen vuosisadan loppuun mennessä. Lisäksi hiilidioksidin pitoisuuden kasvu jatkuisi nopeaa tahtia vielä seuraavalla vuosisadalla. RCP6.0 ennakoi päästöjen pysyvän aluksi suunnitelleen tämänhetkiselä tasolla, mutta kasvavan myöhemmin tällä vuosisadalla. (Ympäristöhallinto 2015a.)

RCP4.5-skenaario arvioi kehityspolkua, jossa ilmastopolitiikassa on osittain onnistuttu. Tämä skenaario ennakoi tilannetta, jossa hiilidioksidipäästöt aluksi kasvavat hieman, mutta kääntyvät laskuun vuoden 2040 tienoilla. RCP2.6-skenaario kuvaa jo erittäin onnistunutta tilannetta, jossa hiilidioksidipäästöt onnistuttu kääntämään jyrkkään laskuun jo vuoden 2020 jälkeen ja ovat jo lähellä nolatasoa tämän vuosisadan loppuvaiheessa. RCP2.6-skenaario ennakoi hiilidioksidipitoisuuden kasvun ensin jatkuvan ja saavuttavan 440 ppm:n pitoisuuden ennen vuosisadan puoliväliä ja tämän jälkeen pitoisuudet alkavat pienentyä. Kuvassa 2 (s. 8) on esitetty eri skenaarioiden mukaan arvioitu keskilämpötilan muutos Suomessa vuosina 2000–2085 verrattuna vuosien 1971–2000 keskimääräisiin arvoihin. Kuvassa 3 (s. 8) on esitetty vuosisadannan muutos samalla ajanjaksolla edellä mainittuihin skenaarioihin perustuen. (Ympäristöhallinto 2015a.)



Kuva 2. Keskilämpötilan muutos Suomessa eri skenaarioilla (Ympäristöhallinto 2015b).



Kuva 3. Vuosisadannan muutos Suomessa eri skenaarioilla (Ympäristöhallinto 2015c).

## 2.6 Kymenlaakson nykyiset ilmasto-olosuhteet

Yleisesti koko Suomen ilmastoa voi kuvailla väli-ilmastoksi, jota luonnehtii sekä merelliset että mantereiset piirteet. Sääolosuhteisiin vaikuttavat ilmastovirtausten suunta sekä matala- ja korkeapaineiden sijoittuminen. Säätyypit vaihtelevat Suomessa nopeasti erityisesti talviaikaan, johtuen maan sijainnista trooppisten ja polaaristen ilmassojen raja-alueella. (Ilmasto-opas n.d.c.)

Suomessa vallitsee kostea- ja kylmätalvinen lumi- ja metsäilmastotyyppi. Tämän ilmastotyypin lämpimimmän kuukauden keskilämpötila on +10 °C, kylmin kuukausi jää keskilämpötilaltaan noin -3 °C. Poikkeuksina jäävät tämän luokituksen ulkopuolelle maamme lounaisin saaristo ja käsivarren tunturit. (Kersalo & Pirinen 2009, 8.)

Ilman golfvirtaa Suomen keskilämpötila olisi huomattavasti nykyistä kylmempi. Pohjois-Eurooppaa lämmittää golfvirran lisäksi Pohjois-Atlantin lämmin merivirta, lisäksi Suomen ilmastoon vaikuttavat lämmittäen ja tasaavasti Itämeri ja sen lahdet sekä lukuisat sisävesistöt. Tämän leveyspiirivyöhykkeen muihin alueisiin verrattuina on talvikuukausina huomattavasti eroa, esimerkiksi Kanadan itäosaan, Grönlantiin ja Siperiaan verrattuna ero on talvikuukausien aikana 20–30 astetta. (Ilmasto-opas n.d.c.)

Kymenlaakson naapurimaakunnat ovat Etelä-Karjala, Etelä-Savo ja Päijät-Häme sekä Uusimaa (Kuntaliitto n.d.). Etelässä aluetta rajaa Suomenlahti. Ilmastollisesti maakunta sijoittuu lähes kokonaan eteläboreaaliseen vyöhykkeeseen, joka sulkee sisäänsä Järvi-Suomen ja ulottuu Pohjanlahden rannikon suunnassa Kokkolan seudulle saakka. Eteläboreaalisen vyöhykkeen piirteitä ovat muun muassa lämmin ja pitkä kesä, joka sallii maan kuivua ja lämmitä melko hyvin. Soita esiintyy vyöhykkeellä lähinnä laaksoissa. Eteläboreaalisella vyöhykkeellä kasvaa runsaasti puustoa, joka vaikuttaa omalta osaltaan alueen ilmastoon. (Ilmasto-opas 2013.)

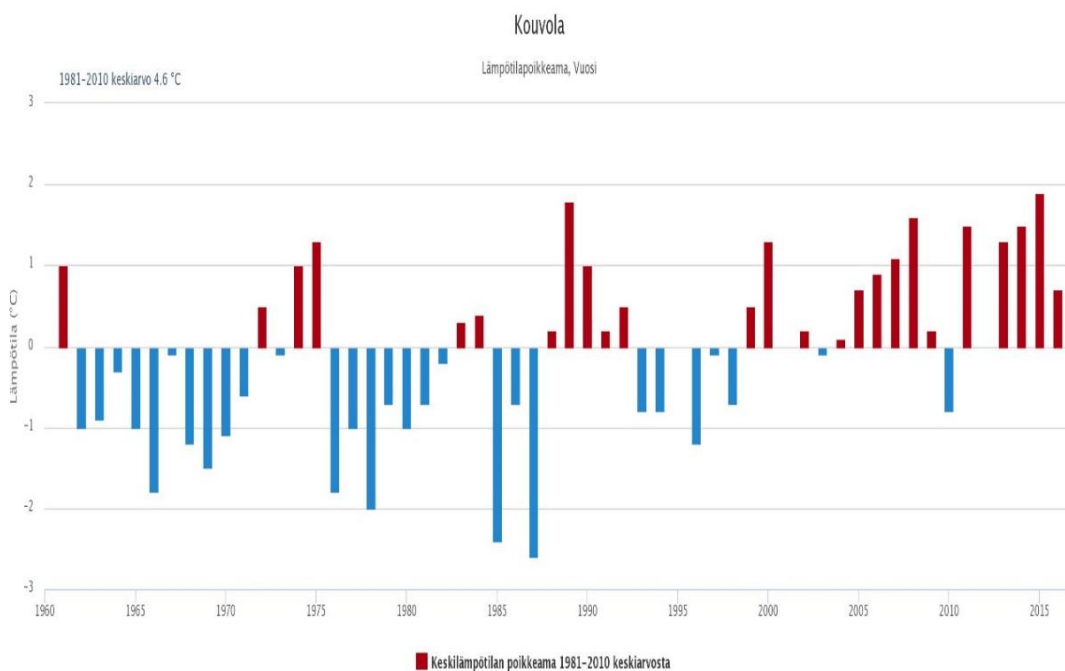
Kymenlaakson seudun ilmastoa määrittelee omalta osaltaan myös Salpausselkä, jonka maastoa kohottava vaikutus rajaa alueen ilmaston piirteitä juuri merelliseen tai mantereiseen suuntaan. Kymenlaakson maakunta voidaan ilmastollisesti jakaa kolmeen eri alueeseen. Kymenlaakson sisämaa on selkeästi vähävesistöisempää kuin merellinen Suomenlahden rannikko ja sen edustalla sijaitseva saaristo. Vesistöisempää aluetta löytyy jälleen maakunnan pohjoisosasta Jaalan, Valkealan ja Iitin alueelta. (Ilmasto-opas 2013.)

Kymenlaakson ilmaston edellinen 30 vuoden vertailujakso 1971–2000 luo selkeän kuvan Kymenlaakson ilmasto-olosuhteista. Kymenlaakson maakunnassa vuoden keskilämpötila on pohjoisessa tyypillisesti noin +4 °C, rannikolla noin +5 °C. Kymenlaakson kylmin kuukausi vuoden aikana on tyypillisesti helmikuu, etenkin rannikolla ja saaristossa. Helmikuun keskilämpötila on saariston alueella noin -6 °C, Salpausselän pohjoisella puolella keskilämpötila on noin -8 °C. Lämpimin kuukausi on yleensä heinäkuu, jolloin Kymenlaakson sisämaassa keskilämpötila on tyypillisesti +17,5 °C. Saaristossa keskilämpötila on lämpimimpinä kuukausina heinä- ja elokuussa noin +17 °C. Hellepäivien määrä on vuosien 1971–2000 mittausten perusteella ollut Salpausselällä jopa 17, kun taas Kotkan Rankissa hellepäivien määrä jäi neljään. Vertailujaksolla kylmintä on ollut Valkealan Urossa 12.2.1994, jolloin lämpötila laski -37,4 °C:seen. (Kersalo & Pirinen 2009, 44–45.)

Hallaa ei keskikesällä esiinny kovin paljon. Hallapäivien määrä vertailujaksolla 1971–2000 jäi Anjalankoskella keskimäärin kesäkuussa kolmeen ja elokuussa yhteen hallapäivään. Heinäkuussa hallaa ei esiintynyt. Vertailujakson suurin vuorokauden sisällä tapahtunut lämpötilan muutos mitattiin Anjalankoskella 10.12.1973, jolloin  $-33,7\text{ °C}$ :n pakkassää lämpeni  $+1,3\text{ °C}$ :n suojasäähän. Nykyisessä ilmastossa mitattuja kuukausikeskilämpötilojen ääriarvoja edustavat Utin  $-20,4\text{ °C}$  tammikuussa 1987 ja Kotkan Rankin  $+20,8\text{ °C}$  heinäkuussa 1972. (Kersalo & Pirinen 2009, 45.)

Nykyisissä ilmasto-olosuhteissa Kymenlaakson vuotuinen sademäärä ko-  
hoaa 600 ja 700 mm:n välille, paitsi saaristossa ja rannikolla, jossa vuotui-  
nen sademäärä on vajaa 600 mm. Eniten sataa Salpausselän etelälaidalla.  
Vaihtelu sademäärissä on ollut Kymenlaaksossa suurta. Kymenlaaksolai-  
sessa ilmastossa kuivin kuukausi on yleensä helmikuu tai huhtikuu. Ranni-  
kolla kuivin kuukausi voi olla myös toukokuu. Suurimmat sademäärät, noin  
80 mm kuukauden aikana, kertyvät yleisesti elokuussa. Rannikolla ja saa-  
ristossa päästään samoihin määriin syysateiden aikana. (Ilmasto-opas  
2013.)

Kuvassa 4 esitetään Kouvolan keskilämpötilan poikkeama vuosien 1981–  
2010 keskiarvosta.



Kuva 4. Kouvolan keskilämpötilan poikkeama 1981-2010 keskiarvosta (Ilmatieteen laitos n.d.a).

Maakunnan rannikon ja sisämaan lumioloissa on suuria eroja. Eniten eroavaisuutta on ensilumen saapumisen ajankohdissa. Salpausselällä ensilumi

sataa keskimäärin loka-marraskuun vaihteessa, mutta saaristossa sitä joudutaan odottamaan marraskuun puoliväliin asti. Siirryttäessä Salpausselältä saariston suuntaan noin 60 km:n verran, on yhtenäisen lumipeitteen saapumisajankohdalla lähes kuukauden ero. Nykyisten ilmasto-olojen valitessa talven suurin lumensyvyys Kymenlaaksossa vaihtelee myös suuresti. Kotkan saariston 40 cm:n lumensyvyys on selvästi alempi kuin Utin seudun 50–60 cm. Lumisimpina talvina lumensyvyys voi yltää metriin Salpausselällä ja vielä Haminan itäpuolellakin. (Kersalo & Pirinen 2009, 46–47.)

Rannikon ja sisämaan ilmasto-olosuhteiden erot korostuvat termisissä vuodenaajoissa. Kevät ja kesä saapuvat yleensä melko samanaikaisesti, vaikkakin saaristossa vähän myöhemmin. Kevät alkaa maaliskuun loppupuolella ja kesä saapuu toukokuun 15.–20. päivän tienoilla. Kymenlaakson pohjoisosassa syksy saapuu noin syyskuun 10. päivän tienoilla. Rannikolla syksy alkaa noin 5–10 päivää myöhemmin. Talven eteneminen lähtee Jaalan-Valkealan suunnasta noin 10.1., muualla Kymenlaaksossa 10.–20.11. Saaristoon talvi saapuu noin 25.11. Talven pituudessa on eroa noin 20 pv saariston (130 pv) ja Kymenlaakson pohjoisosien (150 pv) välillä. (Kersalo & Pirinen 2009, 46.)

Kasvukauden kannalta sateisuus, kuivuus ja tehoisan lämpötilan summa ovat merkityksellisiä. Eri vuosien välillä on esiintynyt suurta vaihtelua sadeoloissa. Rannikko ja saaristo kärsivät aika ajoin huomattavasta kuivuudesta. Mittausjakson 1971–2000 tehoisan lämpötilan summa oli keskimäärin 1 250–1 350 °Cvrk:tta (vuorokausiastetta). Suotuisissa olosuhteissa kesien lämpötilasumma on ylittänyt 1 500 °Cvrk:tta, kun taas epäedullisempina vuosina lämpötilan summa on laskenut alle 1 100 °Cvrk:seen. Vaihtelua kuvastaa lämpösumman nousu 1 720 °Cvrk:seen poikkeuksellisen lämpimänä kesänä vuonna 2006, kun taas vuoden 1987 viileämmässä oloissa lämpösumma ylsi vain 1 062 °Cvrk:seen. (Kersalo & Pirinen 2009, 47.)

### 3 ILMASTONMUUTOKSEEN SOPEUTUMINEN SUOMESSA

Ilmastonmuutoksen hillintään liittyviä toimia on tehty Kouvolassa jo jonkun aikaa. Ensisijaisesti on edelleen pyrittävä maailmanlaajuisesti vähentämään kasvihuonekaasujen päästöjä ja hidastamaan ilmaston lämpenemistä, jotta sopeutumistoimia tarvittaisiin mahdollisen vähän. Näihin ilmastonmuutosta hidastaviin toimiin myös Kouvola on omalta osaltaan sitoutunut.

Kouvolan kaupungin ympäristöohjelmassa vuosille 2017–2020 on asetettu tavoitteet joukkoliikenteen käytön edistämiseksi ja liikenteen päästöjen vähentämiseksi. Myös ilmastonmuutokseen sopeutumisen kannalta liikkuamiseen liittyvät uudet ratkaisut ja joukkoliikenteeseen kannustaminen on tärkeää. (Kouvolan kaupunki 2016.)

Kouvolassa tavoitellaan matkustusmäärien kasvattamista edelleen. Vuosien 2007–2012 välillä kuukausilipulla tehtyjen matkojen määrä kasvoi 77,6 % ja aikavälillä 2007–2016 kasvua oli kaikkiaan 57,5 %:n verran (Martikainen 2017). Kouvola haluaa myös parantaa yhteyksiä keskustan ja sitä lähellä olevien taajamien välillä. Lisäksi maaseudun kulkuyhteyksiä halutaan parantaa ja laajentaa asiointitaksi- ja palvelulinjaverkostoa sekä parantaa esimerkiksi lukiolaisten kulkuyhteyksiä oppilaitoksiinsa. Tavoite on, että kuntalaiset voivat aiempaa useammin kulkea esimerkiksi joukkoliikenteellä lähimpään lukioon. (Kouvolan kaupunki 2016.)

Kaikista toimista huolimatta ollaan tilanteessa, jossa hillintätoimet eivät yksin riitä, vaan niiden lisäksi on varauduttava ilmaston lämpenemisen mukanaan tuomiin muutoksiin ja löydettävä toimivia ratkaisuja sopeutumiseen muuttuvassa ilmastossa. Hillintätoimia tarvitaan kuitenkin sopeutumistoimien lisäksi ja niiden rinnalla. (Ilmastonkestävän kaupungin suunnitteluopas n.d.)

Suomessa on julkaistu Kansallinen ilmastonmuutokseen sopeutumissuunnitelma 2022 (Maa- ja metsätalousministeriö 2014). Julkaisussa viitataan hallitustenvälisen ilmastopaneelin (IPCC) viidenteen arviointiraporttiin (2014), jossa vahvistetaan käynnissä olevan ilmastonmuutoksen johtuvan ihmisen toiminnasta. (Maa- ja metsätalousministeriö 2014a, 5.)

Kansallisen ilmastonmuutokseen sopeutumissuunnitelman 2022, johon tästä eteenpäin viitataan Kansallisena sopeutumissuunnitelmana, kantava ajatus on, että ilmastonmuutokseen sopeutuminen erilaisine ratkaisuneen on sisällytettävä osaksi eri toimialojen toimintaa ja suunnittelutyötä. On välttämätöntä, että toimialoilla seurataan ilmastonmuutoksen kehitystä ja omataan tarvittavat arviointi- ja hallintamenetelmät. Yhteiskunnan haavoittuvuus vähenee huomattavasti, kun sopeutumiskykyä vahvistetaan kehitystyöllä, koulutuksella sekä viestinnän keinoin. On tärkeää pitää kansalaiset mukana ilmastonmuutoksen vastaisessa työssä lisäämällä tietoisuutta ja kehittämällä uusia ratkaisuja. (Maa- ja metsätalousministeriö 2014a, 5.)

Kansallisessa sopeutumissuunnitelmassa on tuotu esille keskeisimpiä toimenpiteitä, jotka tukevat uusiin haasteisiin sopeutumista ympäristön muuttuessa. Suunnitelmassa on esitetty toimenpiteitä, joita voidaan toteuttaa lähivuosina. Sopeutumiseen vaikuttavat myös ilmastonmuutoksen kansainväliset heijastusvaikutukset. Kansallisella tasolla valtioneuvosto hyväksyy päivitetyn sopeutumissuunnitelman vähintään kerran kymmenessä vuodessa. (Maa- ja metsätalousministeriö 2014a, 4.)

Tällä hetkellä on jo olemassa erilaisia lyhyen aikavälin varautumissuunnitelmia esimerkiksi rankkasateiden yhteydessä esiintyvien hulevesitulvien varalle, joista Kouvolassakin on saatu kokemusta. Samoin kuivuusjaksot ja hellekaudet ovat ilmiöitä, joita esiintyy luonnollisesti nykyhetken ilmastos-



sakin. Luonnollisen vaihtelun vaikuttaessa omalta osaltaan sään ääri-ilmiöihin, on kuitenkin tunnustettava myös se tosiasia, että ilmastonmuutos kiihdyttää tulevaisuudessa sään ääri-ilmiöiden esiintymistä. Kansallisessa sopeutumissuunnitelmassa myös korostetaan ääri-ilmiöiden aiheuttamia häiriöitä yhteiskunnan toimivuudessa, kuten sähkönsiirrossa ja vesihuollossa. (Maa- ja metsätalousministeriö 2014a, 5–7.)

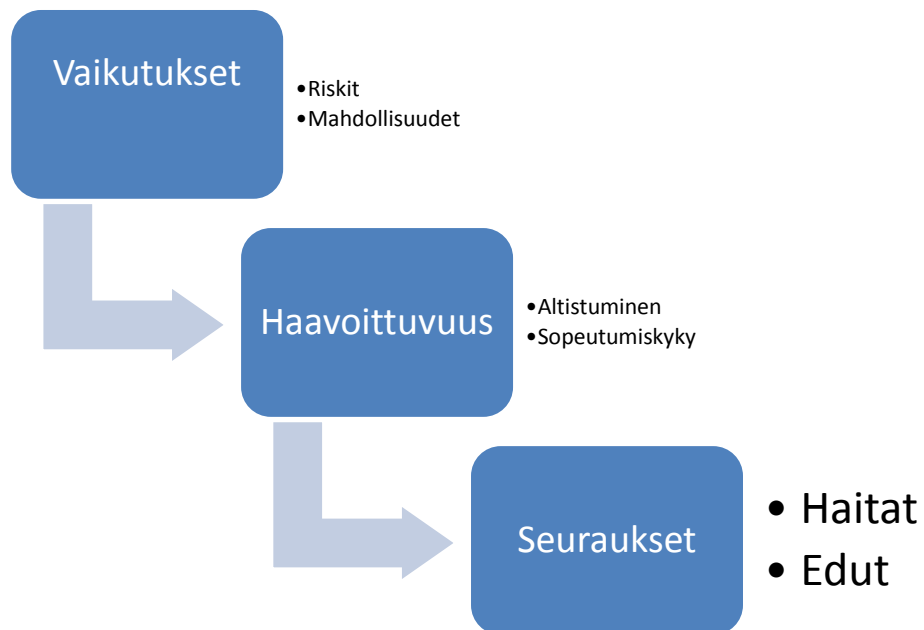
Ilmastonmuutoksen vaikutukset ulottuvat niin rakennettuun ympäristöön kuin sen ulkopuolellekin. Pitkällä aikavälillä on varauduttava keskimääräisten olosuhteiden muuttumiseen. Tämä koskee esimerkiksi viljelyolosuhteita tai muutoksia metsätalouden edellytyksissä. Lisäksi on huomioitava näiden yhdistelmä, joka aiempien keskimääräisten olosuhteiden muuttumisen myötä johtaa voimakkaampina esiintyvien ääriolosuhteiden lisääntymiseen. Esimerkkinä on lumen laajamittainen sulaminen keskimääräistä lämpimämmän ajanjakson seurauksena. (Gregow ym. 2016, 8.)

Kaupungit ovat yleisesti ottaen alttiita ilmastonmuutoksen tuomille riskeille. Mitä korkeampi väestötiheys, sitä suurempi on haavoittuvuus. Myös hellejaksot ovat kaupungeissa suuri riski niiden aiheuttamien mittavien terveysriskien vuoksi. Kuivuusjaksot ja myrskyt tuovat omat sopeutumisvaasteensa. Maataloustuotannon lisäksi kaupunkiviljely ja viherrakenteet kärsivät kuivuudesta. Kuivuuden aiheuttamien lisäkustannusten lisäksi myrskyt aiheuttavat ongelmia ja lisäkustannuksia. Myrskyisyys vaikuttaa ongelmallisesti infrastruktuurin lisäksi myös liikenteeseen ja huoltovarmuuteen. (Gregow ym. 2016, 10–11.)

Kaupunkisuunnittelua on ajateltava jo nyt ilmastonmuutoksen kannalta, sillä kaikki suunnittelussa tehtävät päätökset vaikuttavat hyvin pitkällä aikavälillä. Lisäksi on huomioitava, että ilmastonmuutoksen myötä sään ääri-ilmiöt kehittyvät eri tavalla kuin mihin on totuttu. (Gregow ym. 2016, 15–16.)

Yksittäisen kaupungin onnistumiseen sopeutumisessa vaikuttaa paljon se, kuinka hyvin tunnistetaan mahdolliset häiriötekijät ja niiden vaikutukset. Joustavuus eli resilienssi tarkoittaa hyvän toipumiskyvyn lisäksi ennen kaikkea ennakointi- ja varautumiskykyä. Resilienssiä kasvattaa etenkin rakennusten hyvä laatu ja kestävyys, tehokas ja kestävä maankäyttö ja kaupungin kyky hallita tulvariskiä. (IPCC 2014b, 548.)

Joustamiskykyä on kuvattu kuvassa 5 (s. 14), jossa on esitetty Kansallisen ilmastonmuutokseen sopeutumissuunnitelman viitekehys.



Kuva 5. Kansallisen ilmastonmuutokseen sopeutumissuunnitelman viitekehys (Mukailtu, maa- ja metsätalousministeriö 2014b, 6).

Jos Kouvolan kaupunki sopeutuu huonosti ilmastonmuutoksen mukanaan tuomiin riskeihin, on mahdollista, että Kouvolan houkuttelevuus uusien ja vanhojen yritysten silmissä heikkenee ja näin menetetään työpaikkoja ja investointeja. Hyvin suunnitellut sopeutumistoimenpiteet säästävät rahaa ja vahvistavat Kouvolan asemaa.

#### 4 ALUEIDENKÄYTTÖ, YHDYSKUNNAT JA RAKENTAMINEN

Maankäyttöön ja rakentamiseen kohdistuvat ilmastonmuutoksen vaikutukset näkyvät maaperän ominaisuuksien muuttumisessa, joka näkyy Etelä-Suomessa selvimmin. Talvien muuttuessa leudommiksi ilmaston lämmitessä routaantumista ei tapahdu yhtä paljon kuin ennen ja maaperän vesipitoisuus kasvaa talvisadannan lisääntyessä. Routasuojaukset ovat silti tulevaisuudessakin tarpeellisia, sillä talvien vaihtelevuus säilyy, eikä muutos ole vain suoraviivaista lämpenemistä. Maaperän kantavuus heikkenee vesipitoisuuden nousun myötä. Kuivuusjaksot taas alentavat pohjaveden pintaa, jolloin maa painuu. Savipohjaisilla mailla maaperän jatkuva eläminen voi aiheuttaa vahinkoa esimerkiksi putkirikkojen muodossa. (Ilmasto-opas n.d.d.)

Lisääntyvä sadanta, leudot talvet ja sään ääri-ilmiöt vaikuttavat myös tulevavaara-alueiden muuttumiseen ja hulevesiongelmien lisääntymiseen. Muuttuvassa ilmastossa pienilmasto muuttuu myös ja tämä aiheuttaa lisää rasiusta ja haastavia sääoloja rakennetussa ympäristössä. Pienilmasto on

merkityksellinen myös asukkaiden hyvinvoinnin kannalta. Rakennetun ympäristön pienilmasto on tärkeää huomioida jo varhaisessa suunnitteluvaiheessa. (Ilmasto-opas n.d.d.)

#### 4.1 Pienilmaston hallinta ja ilmastotavoitteet

Pienilmaston hallinnassa on oleellista lähestyä aihetta rakennettujen alueiden lämpösaarekeilmiön kautta. Ilmastonmuutos vahvistaa kaupungistumiseen liittyvää lämpötilaongelmaa. Kaupunkia ympäröivä maaseutu ja muu luontoympäristö eivät sido samalla tavalla lämpöä kuin rakennusten seinämät ja katupinnat. Kaupunkiliikenne ja kaupungin teollisuustoiminta nostavat omalta osaltaan kaupungin lämpötilaa. Rakennetun ympäristön lämpenemisellä on suora yhteys asukkaiden terveyteen ja viihtyvyyteen. Lämpenevä kaupunkiympäristö joutuu myös panostamaan yhä enemmän jäähdytykseen ja ilmastointiin. Pienilmasto-olosuhteet ovat hyvin tärkeitä etenkin erityisryhmille, kuten sairaala- ja palveluasumisen piirissä oleville. (Ilmasto-opas 2014a.)

Kaavoituksessa voi tehdä monia erilaisia ratkaisuja suotuisien pienilmasto-olosuhteiden luomiseksi. Lämpösaarekeilmiötä voi lieventää viherrakentamisen keinoilla. Puiden istuttaminen kadunvarsille ja muille kaupungin keskeisille alueille ja vaaleat, heijastavat kattomateriaalit edistävät valon ja lämmön heijastumista. Lämpötiloja voi tasata viherkatoilla ja suunnitella alueita siten, että valo ja varjo on aina optimaalisesti suunnattu. Pihuille istutetut lehtipuut varjostavat kesällä mutta päästävät talvella vähäisen auringonvalon läpi. Lisäksi säleiköt, puuryhmittymät ja puolivarjostavat välitilat luovat varjoa ja suojaavat lisäksi myös tuulenpuuskilta. (Ympäristöministeriö 2015, 58.)

Tuulisuudelle herkkiä alueita ovat oleskelupaikat ja lasten leikkipaikat, lisäksi kaupunkipyöräilyyn lisääntyvä tuulisuus vaikuttaa viihtyvyyttä alentavasti. Oleskelualueiden viihtyvyyttä lisää tuulelta suojaavat kuistit, piharakennukset ja erilaiset välitilat. Tuulisuutta voidaan hallita paitsi maastonmuodoilla ja kasvillisuudella myös rakennusten sijoittamisella siten, että ne suojaavat tuulelta. Rakennusten koko vaikuttaa tuulisuuden ohjaamiseen, sillä korkeiden rakennusten ympärille syntyy turbulenssia. Rakennetussa ympäristössä kova tuulisuus rasittaa kattoja ja rakenteita myös työntämällä viistosateen myötä kosteutta rakenteisiin. (Ympäristöministeriö 2015, 59.)

#### 4.2 Alueiden käyttö

Sopeutumisen tarve on alueiden käytön ja yhdyskuntien toimialalla jo tunnettu yleisesti, sillä ilmastonmuutoksen vaikutuksista on toimialalla melko hyvä käsitys. Sopeutumistoimet tulee sovittaa eri sektorien väliseen yhteistyöhön sujuvasti ja sopeutumisen tulee olla luonteva osa tavanomaista

päätöksentekoa. Vuonna 2008 valtioneuvosto teki päätöksen valtakunnallisten alueidenkäytöntavoitteiden (VAT) tarkistamisesta. Tarkistamisen pääteemaksi asetettiin ilmastonmuutokseen sopeutuminen ja muutoksiin varautuminen. Yleisesti tarkistetuissa tavoitteissa on määritelty tärkeäksi poikkeuksellisten luonnonolojen tunnistaminen ja olemassa olevien tai mahdollisesti odotettavissa olevien ympäristöhaittojen tunnistaminen. Poikkeuksellisiin luonnonoloihin varautuminen on erityisen tärkeää lisääntyvien tulvariskien, myrskyjen, rankkasateiden ja taajamatulvien takia. (Ympäristöministeriö 2011, 15–16.)

#### 4.3 Sopeutuminen alueiden käytössä

Alueiden käyttöön liittyviä ilmastonmuutokseen sopeutumistoimia voidaan ajatella alueiden käytölle asetettavien reunaehtojen ja alueidenkäytöllisen varautumisen kautta. Reunaehdoilla määritellään kestävät rajat alueiden käytölle ja käsitellään esimerkiksi yhdyskuntarakenteen laajentamista tai supistamista tai tulvavaara-alueiden riskialttiita toimintoja. Vesienhallinnan lisäksi huomio sopeutumistoimia suunniteltaessa kohdistuu myös entistä enemmän luonnon monimuotoisuuden suojeluun. (Ympäristöministeriö 2016, 10.)

Tulvariskien hallinta on keskeisin haaste, joka alueiden käytön suunnittelussa on huomioitava. Sopeutumisen kannalta muut tärkeimmät ilmiöt ovat sään ääri-ilmiöt, kuten lisääntyvät myrskyt ja rankkasateet sekä mahdolliset pohjavesiolosuhteissa tapahtuvat muutokset. Vaikka Etelä-Suomessa arvioidaan lumien sulamisvesien aiheuttamien tulvien vähenevän, on arvioitu jokivesistöjen suurten keskusjärvien tulvimisen ja jokitulvien lisääntyvän koko maassa. Tulvavaara-alueella mahdollisesti lisääntyvät tulvat voivat aiheuttaa ympäristövahinkojen lisäksi henkilövahinkoja ja taloudellisia menetyksiä. (Ympäristöministeriö 2008, 39.)

Rakennetun ympäristön korostunut sopeutumisen tarve johtuu etenkin muutoksista sademäärissä ja tulvien määrissä. Myös keskilämpötilojen muutokset, maaperässä tapahtuvat muutokset sekä sään ääri-ilmiöiden muutokset pakottavat etsimään uusia ratkaisuja, joilla voidaan turvata rakennetun ympäristön kestävyys tulevaisuudessakin. Viime vuosien uusien tutkimustulosten pohjalta on saatu paljon päivitettyä tietoa, joka auttaa ehkäisemään ja vähentämään ääri-ilmiöiden aiheuttamaa kuormitusta ja mahdollisia vaaratilanteita. (Ympäristöministeriö 2016, 10.)

Vuonna 2013 valmistuneessa maankäyttö- ja rakennuslain arvioinnissa huomioitiin jo ilmastonmuutos. Ilmastonmuutokseen sopeutumisesta on saatu lisätietoa lukuisista tutkimuksista ja selvityksistä. Asemakaavoitusta ja hulevesien hallintaa tullaan suunnittelemaan ilmastonäkökohtien kautta entistä enemmän ja opasta alimmista rakennuskorkeuksista on päivitetty vastaamaan etenevän ilmastonmuutoksen tuomiin haasteisiin. Vuonna 2012 julkaistua hulevesiopasta on käytetty paljon suunnittelutyökaluna,

samoin kaavoitusta varten on oma vuonna 2015 julkaistu ilmastotavoitteita edistävä opas. (Ympäristöministeriö 2016, 10.)

#### 4.4 Tulvariski

Kymijoen vesistöalueen tulvariskien hallintasuunnitelma vuosille 2016–2021 on nimennyt Kymijoen vesistöalueella sijaitsevan Kymijoen alaosan merkittäväksi tulvariskialueeksi. Harvinaisessa tulvatilanteessa itähaaran varrella sijaitsevien asuinalueiden lisäksi ihmisten turvallisuuteen ja terveyteen kohdistuvat riskit koskevat myös Kouvolan Inkeröisten aluetta. Hallintasuunnitelmassa todetaan tulvimisen voivan aiheuttaa myös haja-asutusalueella vaaratilanteita, etenkin padotuksen muodostuessa nopeasti hyydepatotilanteessa saartaen asuinpaikkoja jokivarren koko matkalta. Tulva aiheuttaisi haittaa myös tie- ja rautatieliikenteelle. Vaikka tulvariski on arvioitu harvinaiseksi, se on tärkeää huomioida pitkän aikavälin alueidenkäyttösuunnitelmia tehdessä. (Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2015, 51.)

Tulvavaara aiheuttaa erityistä riskiä vaikeasti evakuoitaville kohteille, kuten sairaaloille, päiväkodeille, vanhainkodeille, evakuoitipisteille, kouluille sekä veden- ja jätevedenkäsittelylaitoksille. Merkittävä ympäristöriski ovat myös kaatopaikat ja tämä koskee sekä suljettuja että käytöstä poistettuja kaatopaikkoja. Lisäksi tulva voi aiheuttaa haittaa teollisuuslaitoksille, näistä erityisen riskiuhan alla ovat laitokset, joissa käsitellään ja varastoidaan vaarallisia aineita. Tulvat voivat vahingoittaa myös viestiyhteyksiä, sähköjakelua ja liikenneyhteyksiä. Tulevaisuuden alueidenkäyttösuunnitelmissa rakennusten ja muiden rakenteiden sijoittaminen kannattaa tehdä edellä mainitut sään ääri-ilmiöt huomioiden, vaikka riski olisikin arvioitu harvinaiseksi. Ilmastonmuutoksen lopullista suuntaa on vaikea arvioida ja on suotavampaa varautua riittävästi kuin liian heikosti. (Ympäristöministeriö 2008, 39–40.)

Tulvariskiä hallitaan määrittelemällä riittäviä minimikorkeuksia, jotka otetaan huomioon kaavoissa ja rakennussuunnitelmissa. Asuminen ja rakennukset on sijoitettava suojaisasti rankkasateiden ja myrskyjen varalta. Suojautumista vahvistavat riittävät kasvillisuusvyöhykkeet vesialueiden, peltojen ja muiden aukeiden alueiden reunoilla. Rankkasateet vaikuttavat paitsi hulevesien hallintaan myös maaperän toimintaan. Alueiden käyttöön, rakentamiseen ja asumiseen kohdistuvissa toimenpiteissä on otettava aina huomioon paikalliset maasto-olosuhteet ja kunnan alueen omat erityispiirteet. (Ympäristöministeriö 2008, 39–40.)

Kunnat voivat lisäksi ehkäistä tulvista aiheutuvia ongelmia huolehtimalla, että alimpia rakennuskorkeuksia noudatetaan alueidenkäytössä ja rakentamisessa. Kiinteistöjen kannustaminen omavaraisuuteen sekä eri toimijoiden ja kuntalaisten sopeutumistietoisuuden nostaminen ehkäisee vaaratilanteita omalta osaltaan. (Ympäristöministeriö 2016, 12.)

Taajamaympäristössä haasteellista on hulevesien hallinta, josta on kirjoitettu oma lukunsa tähän työhön. Tämän lisäksi kuivuusjaksojen lisääntyminen ja sen myötä pohjavesialueiden veden pinnan aleneminen vaikuttavat maaperän kantavuuteen lisäten maaperän painumista. Tämä saattaa jo kaavoitetuilla alueilla lisätä sortumavaaraa. Alueet, joihin saattaa kohdistua lisääntyntä sortumisriskiä, on tarpeellista kartoittaa. Verkostojen ja järjestelmien kuten vesihuollon, energia-, liikenne- ja tietoliikenneverkostojen toimintakyvyn turvaaminen muuttuvissa olosuhteissa on tärkeää. (Ympäristöministeriö 2008, 39–40.)

Liikenteen ja myös kaupunkilaisten muun liikkumisen haasteena tulevat olemaan nykyistä enemmän lisääntyvien sään ääri-ilmiöiden arvaamattomuuden lisäämä liukkaus sekä routaolojen ja kelirikkojen muutokset. Liukauden aiheuttaa muuttuvassa ilmastossa leudontuvien talvien lämpötilan vaihtelu nollan asteen tuntumassa ja sulamis-jäätymissykliä muuttuminen. Myrskytuhot ja kaatuvat puut sekä voimistuvat tuulet tuovat oman lisänsä alueidenkäytön suunnitteluun, sillä myrskytuhot kuten myös lumi-kuormat ja tulvat aiheuttavat haittaa esimerkiksi energiaverkolle. Lisääntyvien sateiden kasvattamaan eroosioriskiä on varauduttava riittävän ojituksen lisäksi myös eroosiota kestävien rakenteiden avulla. (Ympäristöministeriö 2008, 39–40.)

Asemakaavoituksessa on kiinnitettävä huomiota kestäviin ratkaisuihin, joilla varaudutaan riittävästi lämpenevässä ilmastossa muuttuvaan ympäristöön ja sääilmiöihin. Näistä voidaan mainita tärkeimpinä tulvasuojelurakenteet, suojaavat viherratkaisut istutuksineen, ekologiset käytävät sekä korkeusasemien oikea määrittely katuja rakennettaessa. Lisäksi tulvaherkkiä toimintoja ja rakennuksia ei sijoiteta mahdolliselle tulvariskialueelle. Tässä on siis etenkin ajateltava asiaa seuraavien vuosikymmenien muuttuvien olosuhteiden näkökulmasta. (Ympäristöministeriö 2008, 42.)

## 5 KESTÄVÄ YHDYSKUNTARAKENNE

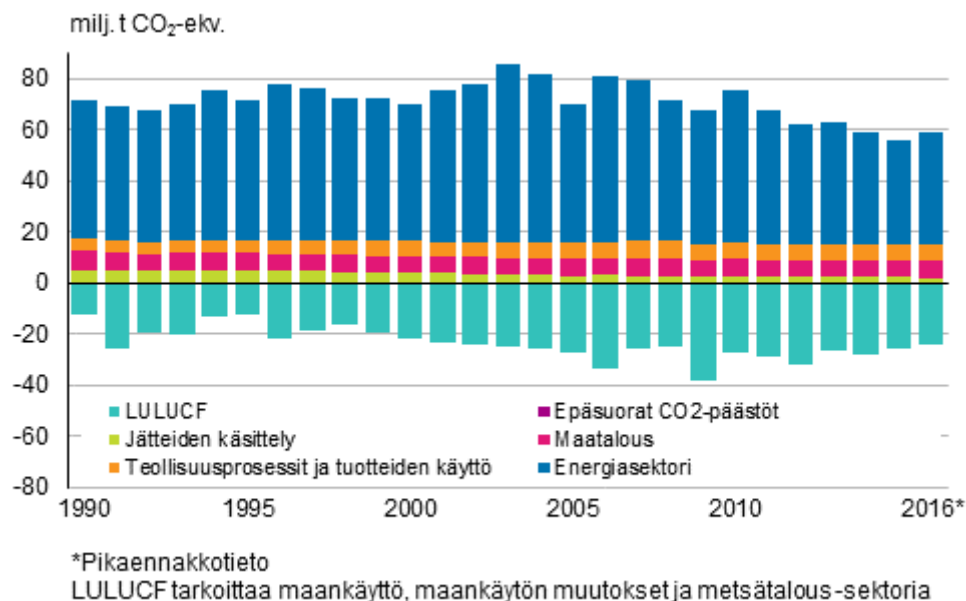
Yhdyskuntarakenteen osuutta ilmastonmuutokseen ja kasvihuonekaasupäästöihin on tutkittu jo 1980-luvun lopulta lähtien. Eri tutkimuksia ja erilaisia päästöjen arviointimalleja on työstetty siitä lähtien myös Suomessa. Esimerkiksi vuonna 2000 laadittiin Suomen kansallinen ilmasto-ohjelma ja siihen kuuluvassa ympäristöministeriön sektoriohjelmassa jo arvioitiin yhdyskuntarakenteen ja ilmastonmuutoksen välisiä yhteyksiä. Myös muita tutkimusraportteja on julkaistu eri tahojen toimesta ja tiedon lisääntyessä on pystytty luomaan yhteenvetoa nykytilanteen yhdyskuntarakenteen aiheuttamista kasvihuonekaasupäästöistä. (Suomen ympäristökeskus 2010, 16.)

Yhdyskuntien fyysiset rakenteet muodostavat kokonaisuuden, jota kutsutaan yhdyskuntarakenteeksi. Näitä fyysisiä rakenteita ovat rakennuksien ja

tieverkostojen lisäksi muut rakenteet, joihin luetaan myös viheralueet ja vapaa-ajan alueet. Toimiva yhdyskuntarakenne sisältää myös julkisen ja henkilöliikenteen, joka vaatii omalta osaltaan uusia ratkaisuja ilmastonmuutoksen aiheuttamien muutosten vuoksi. Yhdyskuntarakenteeseen ja liikenteeseen liittyvinä kasvihuonekaasuina tarkastellaan yleensä erityisesti hiilidioksidia (CO<sub>2</sub>), metaania (CH<sub>4</sub>) ja typpioksiduulia (N<sub>2</sub>O). Kyseisten kaasujen päästöjä on helpompi verrata, jos niitä tulkitaan hiilidioksidiekvivalentteina (CO<sub>2</sub>-ekv). Muuntokertoimina on käytetty metaanille lukua 21 ja typpioksiduulille lukua 310. Yhdyskuntarakenteeseen liitettyjen kasvihuonekaasujen lisäksi koko Suomen kasvihuonekaasupäästöihin liitetään yleensä mukaan myös rikkiheksafluoridi SF<sub>6</sub>, fluorihiihivety HFC ja perfluorihiihivety PFC. (Wahlgren, Bärlund, Lautso & Sihto 2011, 5.)

Vuoden 2016 pikaennakkotietojen mukaan päästöt kasvoivat 6 % verrattuna edellisen vuoden päästöihin. Luku oli kuitenkin 18 % pienempi kuin vuoden 1990 taso. Päästöjen kasvuun vaikuttivat hiilen kulutuksen kasvu sekä liikenteen polttoaineiden kohdalla biopolttoaineiden kulutuksessa tapahtunut lasku. (Tilastokeskus 2017a.)

Yhdyskuntarakenteella on suuri vaikutus kasvihuonekaasupäästöjen määriin, sillä Suomessa valtaosan näistä päästöistä aiheuttaa energiasektori, johon rakennetun ympäristön ja myös liikenteen päästöt sisältyvät (Wahlgren ym. 2011, 6). Ilmastonmuutoksen hillintä on edelleen ensisijaisen tärkeää, siksi yhdyskuntarakenteen kestävyys takaaminen on välttämätöntä. Suomen kasvihuonekaasupäästöjen määriä ja niiden lähteitä vuosina 1990–2016 kuvataan kuvassa 6 (s. 20).



Kuva 6. Suomen kasvihuonekaasupäästöt 1990–2016. Poistumat on esitetty negatiivisina lukuina ja päästöt positiivisina lukuina (Tilastokeskus 2017b).

Kestävä kehitys käsitteenä ei rajaudu pelkästään ekologiseen kestävyyteen, vaan sen merkitys laajenee kattamaan myös elinympäristön viihtyisyyden ja asukkaiden sosiaalisen hyvinvoinnin ja terveyden tukemisen. Rakennetun ympäristön piirteet, kuten tiet ja rakennukset ohjaavat asukkaiden toimintaa, mutta toisaalta ihmiset itse voivat ohjata yhdyskuntarakenteen suuntaa ja tehdä päätöksiä, jotka tukevat kestävästä yhdyskuntarakennetta. Toki suunnittelua rajaavat tietyt ehdot, kuten yhteiskunnalliset intressit, talous, asumisvalinnat ja kulkutavat sekä ostoskäyttäytyminen. Mahdollisuus tehdä kestäviä valintoja on yhdyskuntarakenteen suunnittelussa kuitenkin todellinen ja kaupunki voi eri mahdollisuuksien puitteissa päättää, millaisia toimia kaupunkiympäristössä tarvitaan. (Kuoppa & Mäntysalo 2010, 13–14.)

## 5.1 Tieverkosto ja liikenne

Liikenteen päästöjen vaikutukset ovat tällä hetkellä enemmän hillinnän kuin sopeutumisen kannalta katsottava asia. Uudet liikennematkat ja ympäristöä vähemmän kuormittavat liikennepolttoaineet ovat osa sopeutumistoimia, kun on löydettävä uusia tapoja ylläpitää liikennettä tinkimättä kuitenkaan liikenteen sujuvuudesta ja ihmisten liikkumismahdollisuuksista. Myös tieverkostosta huolehtiminen vaatii sopeutumista muuttuvissa olosuhteissa.

Tiiviiden yhdyskuntarakenteiden vuoksi välimatkat kaupungeissa ovat lyhyitä, mutta kaupunkiajon polttoainekulutus on suurempi kuin maantiejäon. Lisäksi kaupungeissa omistetaan suhteellisen paljon ajoneuvoja



verrattuna haja-asutusalueisiin, jossa on luonnollisesti vähemmän asukkaita. Autoja myös käytetään kaupungissa liikkumiseen ja kaupungin ulkopuolelle suuntautuvaan liikkumiseen, kuten vaikka kesämökille matkustamiseen. Välimatkat voivat kannustaa ihmisiä muuttamaan kesämökkejä vakituiseksi asunnoksi. Tämän suuntaista kehitystä on jo nyt näkyvissä. Lyhyet siirtymisvälit kaupungissa eivät siis yksin riitä kertomaan päästöistä vaan polttoaineenkulutus saattaisi olla parempi indikaattori. (Heinonen & Junnila 2012, 1.)

Ensisijaisesti on edelleen pyrittävä maailmanlaajuisesti vähentämään kasvihuonekaasujen päästöjä ja hidastamaan ilmaston lämpenemistä, jotta sopeutumistoimia tarvittaisiin mahdollisen vähän. Näihin ilmastomuutosta hidastaviin toimiin myös Kouvola on omalta osaltaan sitoutunut jo kaupungin ympäristöohjelman tavoitteissa.

Tulevaisuudessa lämpenemisellä, sadannan lisääntymisellä ja tuulisuudella on vaikutuksia kaikkeen liikenteeseen. Teiden kunnossapito ja hoito vaativat lisää panostamista. Teiden rakentamisessa käytetty materiaali vaikuttaa siihen, miten hyvin tieverkosto kestää sään ääri-ilmiöitä, lämpötilojen vaihtelua ja sateen ja tuulen kuluttavaa vaikutusta. (Ilmasto-opas n.d.e.)

Maksimilumikuormissa muutos tulevaisuudessa näkyy enemmän Etelä-Suomessa, jossaaksimilumikuorma vähenee noin puolet pienemmäksi. Pohjois-Suomessa ei tapahdu merkittävää muutostaaksimilumikuorman määrässä. Etelä-Suomessa tienpitoon vaikuttaa myös talven lyhenevä pituus sekä muutokset lumipeitteen keskimääräisessä paksuudessa. Vaikka lumipeitteisyys vähenee, voimakkaiden ja häiritsevien lyhytaikaisten lumisateiden määrä lisääntyy. (Saarelainen & Makkonen 2007, 23.)

Varautumistoimia ja ennakkointia on kehitettävä erilaisten haastavien tilanteiden varalle ja otettava huomioon myös mahdollisesti lisääntyvät kustannukset. Jo teiden suunnitteluvaiheessa ilmastovaikutusten aiheuttama rasitus on huomioitava ja tarpeen vaatiessa päivitettävä mitoitusperusteet vastaamaan muuttuneita olosuhteita. Toistuvat ja tulevaisuudessa voimistuvat ääri-ilmiöt, kuten rankkasateet, kuormittavat teiden rakennetta lisäämällä eroosiota ja näin myös sortumariskiä. Pohjavedenpinnan nousulla on vaurioittava vaikutus tierakenteisiin, joiden elinkaari lyhenee riittämättömän kapasiteetin vuoksi. Nykyisiä rumpuja, kuivatusojia ja silta-aukkoja ei ole suunniteltu tulevaisuuden ilmastoon, jossa eroosio ja vedenpaine ovat eri luokkaa kuin nykyisin. (Saarelainen & Makkonen 2007, 25–29.)

Tarve suolaukselle ja jäänpoistolle vähenee leudontuvien talvien myötä. Myös routimisongelmat ovat vähäisempiä, jolloin tästä johtuvia tievaurioita ei ole samassa määrin kuin aikaisemmin. Toisaalta paljas ja lumeton tienpinta altistaa renkaiden aiheuttamalle kulutukselle ja urautumiselle,

joiden arvioidaan etenkin Etelä- ja Länsi-Suomessa lisääntyvän selvästi. Lyhytaikaisten lumimyrskyjen lisääntyminen aiheuttaa paitsi kuormitusta tieverkostolle myös viivästyksiä liikenteeseen. Lumen auraukseen talviaikana käytettävä aika tulee kokonaisuutena kuitenkin lyhenemään, sillä lumipeitteisyys vähenee, vaikka lisääntyviä lumimyrskyjä onkin odotettavissa. Kouvolan alueella jäätävät sateet vähenevät, sillä pohjoisinta Suomea lukuun ottamatta niiden odotetaan vähenevän jo lähitulevaisuudessa jaksolla 2011–2040. (Ilmasto-opas n.d.e.)

Vaihteleva ilmasto lisää riskejä liikenneturvallisuudelle. Salli, Lintusaari, Tiikkaja & Pöllänen (2008, 41–42) ovat pohtineet ilmastonmuutoksen vaikutuksia kelien onnettomuusriskin kannalta. He esittävät, että normeja ja suunnitteluohjeita päivitettäessä on tarpeellista ottaa huomioon muuttuvat olosuhteet. Erityisen tärkeitä huomioitavia ovat siis rakenteiden kosteus- ja eroosionkestävyys, vedenpaineen vaikutukset kuivatukseen sekä kuivatusjärjestelmien riittämättömyyden kasvattama liukkausriski.

Sopeutumisessa kannattaa hyödyntää kuten tähänkin asti erilaisia varoitussjärjestelmiä ja luoda kattavia toimintasuunnitelmia liikenteen häiriötilanteiden varalle. Tulevaisuudessa tulvakorkeuksien onnistunut arviointi on tärkeää varautumisen ja sopeutumisen kannalta. Vesimäärien lisääntyminen teiden rakenteissa vaatii kuivatuksen parantamista ja sellaisten rakenteiden vahvistamista, jotka joutuvat voimakkaan vesikuormituksen kohteeksi. Tierakenteiden kestävyydelle suunnitellut riittävät kriteerit yhdessä riittävän viranomaisyhteistyön, riittävien henkilöresurssien, ajantasaisen kaluston ja materiaalien kanssa ovat hyvä lähtökohta varautumiseen ja sopeutumiseen. (Ilmasto-opas n.d.e.)

## 5.2 Energiakulutus ja energiahuolto

Myös energiankulutuksessa ensisijaisesti tärkeämpää on hillitseminen kuin sopeutuminen. Sopeutumista on kuitenkin pohdittava myös energiaan liittyvissä asioissa. Sään ääri-ilmiöt vaikuttavat myrskyineen ja rankkasateineen huoltovarmuuteen. Suomen ilmaston lämmitessä vähenee rakennusten lämmitystarve, mutta keskimääräisen vaihtelun ansiosta lämmitystä vaativia pakkasjaksoja esiintyy silti edelleen. Vaikka lämmitystarve väheneekin, lisääntyy vastaavasti jäähdytyksen ja ilmastoinnin tarve. (Ilmasto-opas n.d.f.)

Energiahuolto kohtaa yhä useammin häiriötilanteita vaihtelevissa ilmasto-oloissa, sillä energiahuoltoon kohdistuu kuormittavia ilmiöitä, kuten myrskyt, ukkonen ja rankkasateiden lisäksi lumisateet. Myrskyjen tuhoivoiman lisääntyminen tarkoittaa entistä toistuvampia katkoksia sähkön- ja lämmönjakelussa sekä vaurioita ilmaliinjoissa. Ilmastonmuutoksen vaikutukset vaurioittavat myös maanalaisia järjestelmiä johtuen routimisen vähenemisestä ja maaperän vesimäärän lisääntymisestä. Öljy- ja maakaasuputket

ovat herkkiä tällaisille vaurioille, jotka johtuvat maaperän pehmenemisestä. (Ilmasto-opas n.d.f.)

Esimerkkinä sääilmiöiden aiheuttamasta vahingosta voidaan nähdä Kiiran päivän myrskyn aiheuttamat vahingot Kymenlaaksossa elokuussa 2017. KSS Energia kertoo osavuosikatsauksessaan sähkönjakelun keskimääräisen keskeytysajan olleen 2,9 tuntia alkuvuonna 2017. Tästä pääosa oli Kiira-myrskyn seurausta. Kiira-myrsky kaatoi lukuisia puita, irrotti peltikattoja ja aiheutti suuria aineellisia vahinkoja. Myrsky vaurioitti joitakin muuntajia ja aiheutti noin puolen miljoonan euron taloudelliset vahingot. (KSS Energia 2107.)

## 6 HULEVEDET

Hulevesillä tarkoitetaan rakennetulla alueella lumen sulamisvesiä ja sadevesiä, jotka kertyvät maan pinnalle ja muille pinnoille. Hulevesivaluntaan vaikuttavat monet tekijät, joista olennaisin on taajaman läpäisemättömien pintojen osuus. Suomen taajamissa läpäisemätöntä pintaa on yleensä noin kaksi kolmasosaa. Tästä syystä hulevesien aiheuttamia ongelmia ratkotaan parhaiten kokonaisvaltaisten ratkaisujen kautta. Taajaman läpäisemättömät pinnat eli esimerkiksi kadut ja pysäköintialueet, ovat yleensä kytketty suoraan hulevesi- tai sekaviemäröintiin. Läpäisevänkin pinnan vedensuodatuskykyyn vaikuttavat sateen intensiteetti ja sadetta edeltäneen kuivuuden kesto. Muita tekijöitä ovat veden valuntaa ohjaava maaperän kaltevuus ja maaperän ominaisuudet. (Kuntaliitto 2012, 10.)

Hulevesistä koituvia ongelmia pyritään ratkaisemaan parantamalla kaupunkialueen hydrologista kiertoa, joka poikkeaa täysin luonnontilaisen alueen hydrologisesta kierrosta, jossa pinta- ja pohjavesi ovat aina yhteydessä keskenään riippumatta maalajista. Taajama-alueella vaikuttaa vielä veden luontaisen kiertokulun sekoittuminen vesihuoltoon liittyvän veden kiertokulun kanssa. (Kuntaliitto 2012, 10–11.)

Hulevesien hallinnalla pyritään paitsi tulvavesien torjuntaan ja taajamien kuivatukseen, myös pinta- ja pohjaveden suojelemiseen. Hallintatoimpiteillä on myös oma vaikutuksensa vesien hyvän tilan saavuttamiseen. Hulevesien hallinta pohjautuu muutamiin keskeisiin periaatteisiin, jotka yleensä asetetaan prioriteetiksi hulevesien hallintaan liittyvissä suunnitelmissa. Näihin periaatteisiin kuuluu ensisijaisesti hulevesien muodostumisen estäminen ja hulevesien määrän vähentäminen eli hulevesien käsittely ja hyödyntäminen niiden syntypaikalla. Näiden lisäksi hulevesiä pyritään johtamaan suodattavalla ja hidastavalla järjestelmällä. Hulevesiä voidaan myös johtaa yleisillä alueilla sijaitseville hidastus- ja viivytyalueille, esimerkiksi kosteikkoihin. Viimeisenä periaatteena on hulevesien johtaminen purkuvesiin tai pois alueelta. (Kuntaliitto 2012, 10–11.)

## 6.1 Kouvolan varautuminen hulevesitulviin

Kouvolan kaupungilla ei ole omaa hulevesistrategiaa. Kouvolassa on kuitenkin tehty viime vuosina aktiivisesti korjauksia ja toimenpiteitä pahimmissa hulevesikohteissa. Ongelmat näissä kohteissa johtuvat hyvin erilaisista syistä. Kaikkia korjauksen tarpeessa olevia kohteita ei valitettavasti pysty korjaamaan resurssien vähäisyyden vuoksi. Kouvolan kaupunki on parhaillaan tekemässä hulevesien yleissuunnitelmaa yhteistyössä Kouvolan Vesi Oy:n sekä Kymen Vesi Oy:n kanssa. (Kimmo 2017a.)

Suunnitelmassa kartoitetaan hulevesien kannalta ongelmalliset alueet ja suunnitellaan niihin parannuksia. Kouvolan kaupungin hulevesitilanteisiin sopeutuminen näkynee tulevaisuudessa jatkuvan seurannan ja parantamisen kaltaisena työnä. Varsinaisesti ilmastonmuutoksen aiheuttamiin muutoksiin ei ole erillistä suunnitelmaa vaan varautumista ja hulevesiongelmien ratkomista kehitetään jatkuvasti uuden tiedon ja tekniikan sekä aikaisempien kokemusten perusteella. (Kimmo 2017a.)

Hulevesien kannalta ongelmallisia alueita on esimerkiksi Tornionmäen asuinalue. Tornionmäki sijaitsee hiekkaharjulla ja aikanaan aluetta suunniteltaessa alueelle ei rakennettu riittäviä viemäreitä, koska vesien ajateltiin ohjautuvan helposti hiekkaharjun hienojakoisen maaperän läpi. Alueella on imeytyskaivoja, mutta pahimpina tulva-aikoina ne eivät ole riittäneet. Oikein rakennettuina imeytyskaivot toimivat jonkin aikaa, mutta ajan myötä imeytyminen pienenee ja lakkaa kokonaan toimimasta jossakin vaiheessa. Monilla kaduilla Kouvolassa on ongelmana putkiston alimitoitus. Liian pienien ja riittämättömien hulevesiviemäreiden suhteen huonoin tilanne on Korian kaupunginosassa. (Kimmo 2017a.)

## 6.2 Esimerkkejä hulevesiratkaisuista Kouvolassa

Esimerkkejä toteutetuista hulevesiratkaisuista on useita. Esimerkiksi kuvassa 7 (s. 25) esitelyyn Mäyränkorven Osonpuistoon on toteutettu taseausallas. Altaan valuma-alue on yli 400 hehtaaria. Valuma-alueella ovat osittain kahden suuren kauppakeskuksen eli Prisman ja Veturin tontit. Alue tarvitsee vielä parantelua, sillä nykytilanteessa allas ei sellaisenaan riitä. Parannustoimenpiteeksi on suunniteltu laskuojan perkaamista Natura-alueella, mikä taas vaatii Natura-alueella toimimiseen liittyvien vaatimusten huomioimista. Taseausaltaan suunnittelussa otettiin huomioon myös liito-oravien reitti, johon jätettiin riittävästi puita liito-oravien kulkukäytäväksi. (Kimmo 2017a.)



Kuva 7. Osonpuisto (Kimmo 2017b).

Tasausallas on ratkaisu hulevesitulviin myös Teholan alueella Valtatie 15:n itäpuolella. Altaan rakentaminen on vielä kesken, kuten alla olevasta kuvasta 8 voidaan nähdä.



Kuva 8. Tasausaltaan rakentaminen Teholan alueella (Kimmo 2017c).

Hinaajantiellä Valkealan kaupunginosassa hulevesitulvat aiheuttivat siinä määrin ongelmia, että alue vaatii tulvareitin. Esimerkkinä hulevesitulva Hinaajantiellä alla olevassa kuvassa 9 (s. 26). Tulvareitti tullaan toteuttamaan katusuunnitelman toteutuksen yhteydessä.



Kuva 9. Hulevesitulva Hinaajantiellä, Valkealan kaupunginosassa (Kimmo 2017d).

Hulevesien putkien mitoitukset eivät ole aina riittävä ratkaisu, esimerkiksi suurimpiin rankkasateisiin ei hulevesiputkien mitoituksilla pystytä varautumaan. Tällöin avuksi otetaan tulvareittien suunnittelu. Tulvareitit ovat yksi tärkeimmistä hulevesien hallintakeinoista. Tulvareittien avulla ylimääräistä vettä ohjataan pois kriittisiltä alueilta, joilla niiden arvioidaan voivan aiheuttaa vahinkoa. Kouvolan kaupungin alueella ei ole tämän kaltaisia laskelmoidun vahingon kohteita. (Kimmo 2017a.)

Tulevaisuudessa joitain kohteita Kouvolaissa ei mahdollisesti tarvitse enää huomioida hulevesien tulvimisen takia, sillä niiden hulevedet aiheutuvat pääsääntöisesti lumien sulamisvesistä, joiden määrän arvioidaan pienenevän ilmaston lämmetessä. Toisaalta talvella routa estää vettä imeytymästä maaperään samalla tavoin kuin kesällä. Talvella kaupungin alueelle kasatuista valleista kuljetetaan osa lumista pois, jotta hitaammin sulava lumi ei aiheuttaisi ongelmia tulvimisen muodossa. Rakennetulla alueella mitoittavana sadantana ovat kesäiset rankkasateet. (Kimmo 2017a.)

Kaikki hulevesien tulvimiset eivät johdu riittämättömästä viemäroinnistä, vaan kaupunkialueella hulevesitulvia voi johtua muistakin tekijöistä alueesta riippuen. Esimerkiksi Tornionmäen kaupunginosassa sijaitsevalla suolla, jonka ympäri kulkee lenkkipolku, ongelmana on kävelyreitien vuosien mittaan painunut maa-aines. Suolla ei ollut aikaisempina vuosina minäänlaista rakennettua purkureittiä hulevesille ja vesi pääsi nousemaan ajoittain 10–20 cm korkeammalle kuin nykyisin. Vuonna 2010 suolle toteutettiin ylivuoto. Kävelyreitien alla on tukkiarina, eli peräkkäin aseteltuja tuk-

keja, jonka päälle maa-aines on kasattu. Kävelytietä pitäisi siis korottaa esimerkiksi kalliomurskeella, jotta suolla pintaan nouseva orsivesi ei aiheuttaisi ongelmia tulva-aikoina. (Kimmo 2017a.)

## 7 LUONNONYMPÄRISTÖ

Luonnollisesti kaikki ilmasto-oloissa tapahtuvat muutokset vaikuttavat suoraan myös luonnonvaroihin ja ekosysteemipalveluihin, joista ammennetaan kaikki mitä tarvitaan, kuten ravinto ja raaka-aineet. Kouvolan kaupunki ei pysty vaikuttamaan luonnonvaroissa ja ekosysteemipalveluissa tapahtuviin muutoksiin ilmaston lämmetessä, mutta arvioiduista muutoksista on hyvä olla tietoa etukäteen, jotta mahdollisuuden rajoissa olevia sopeutumiskeinoja voidaan ottaa tarvittaessa käyttöön esimerkiksi maataloustuotannossa ja ekosysteemipalvelujen turvaamisessa.

Ilmastonmuutos vaikuttaa luonnonvaroihin ja alkutuotantoon samojen ilmiöiden kautta kuin muihinkin jokapäiväistä elämäämme koskettaviin alueisiin. Kyseessä on siis lämpenemisestä johtuvat muutokset, rankkasateiden ja sään ääri-ilmiöiden lisääntyminen, lumipeitteisen ajan lyheneminen, routaisen ajan väheneminen ja nykyistä ylemmät pohjavedenkorkeudet. Kaikki tämä vaikuttaa luonnon olosuhteisiin ja lisäksi taajamametsiin, viheralueisiin sekä maa- ja metsätaloustuotantoon. Vaikutukset syntyvät myös erilaisista syy-seurausketjuista, kuten rankkasateiden lisäämän eroosion ja ravinnehuuhtouman kautta. Kasvi- ja eliölajeille ilmastonmuutos on erityisesti uhka siksi, että ne ovat pakotettuja aiempaa huomattavasti nopeampaan kehitykseen, johon kaikki lajit eivät ehdi sopeutua. (Maa- ja metsätalousministeriö 2014a, 13–14.)

Muutokset luonnonvaroissa eivät koske vain kasveja ja muita eliöitä kuin ihmisiä. Ilmaston lämmetessä vieraslajit levittäytyvät uusille alueille, syrjäyttävät mahdollisesti tarpeellisia kasvi- ja eläinlajejamme ja vaikuttavat haitallisesti ekosysteemien tasapainoon, joka näkyy myös taloudellisina vahinkoina. Maatalouden ja metsätalouden lisäksi kulttuurimaisemat ja perinneympäristöt muuttuvat ilmasto-olojen muuttuessa. (Maa- ja metsätalousministeriö 2014a, 13–14.)

### 7.1 Ekosysteemipalvelut

Ekosysteemipalvelut-käsitteen ideana on hahmottaa luonnosta saatavien hyötyjen rahallista arvoa. Maa- ja metsätalous, puutarhatuotanto sekä virkistys- ja matkailupalvelut ovat riippuvaisia ekosysteemipalveluista. Rahallista arvoa voidaan määritellä myös tulvien torjunnan tai vaikkapa maaseutuluonnon monimuotoisuuden ylläpitämiselle kosteikkohankkeiden kautta, joskin arvotus on jo monimutkaisempaa ja haasteellisempaa tästä näkökulmasta. Tärkeimpiä luonnosta saatavia ekosysteemipalveluiden

tuotteita ovat ravinto, raaka-aineet, lääkkeet ja virkistysmahdollisuudet. (Ilmasto-opas n.d.g.)

Ilmastonmuutos vähentää biologista monimuotoisuutta ja sitä kautta köyhdyttää ekosysteemipalveluja. Ekosysteemien rappeutuminen taas kiihdyttää ilmastonmuutosta ja näin kierre on valmis. Ilmastonmuutokseen sopeutumisen kannalta on tärkeää pohtia, minkälaisia keinoja ekosysteemipalvelujen suojelemiseksi voidaan ottaa käyttöön. Ilmastonmuutoksen tärkeimmät vaikutuksen ekosysteemipalveluihin ovat lisääntyvät sään ääri-ilmiöt, kuten kuivuusjaksot, äärimmäiset helteet ja tulvariski. (Euroopan komissio 2009, 2.)

Muutoksia ekosysteemipalveluiden käytössä aiheuttaa sään ääri-ilmiöiden lisäksi myös muutokset pölyttäjien, lintujen ja petohyönteisten määrässä tai lajisuhteiden muuttuminen, jotka muuttavat kasvillisuutta ja maaperää. Pölyttäjien toiminnan ja kasvien kukinnan eriaikaistuminen vaikeuttaa pölytyksen onnistumista. Kasvillisuuden vähentyminen taas lisää eroosiota ja ravintoaineiden huuhtoutumista. Luonnosta saatavien raaka-aineiden ja lääkkeiden tuotanto vaikeutuu. Ekosysteemin heikentynyt kyky kestää ääri-ilmiöitä, kuten rankkasateita, heikentää ihmisille tarjolla olevien ekosysteemipalvelujen saatavuutta. (Ilmasto-opas n.d.g.)

Ekosysteemipalvelujen suojelemisessa ilmastonmuutoksen hillintä kulkee jälleen sopeutumisen rinnalla. Keskiössä on kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen. Suoalueiden ja kosteikkojen ennallistaminen sekä terveiden ekosysteemien suojelu ovat hyvä lähtökohta, samoin metsien hiilinielujen suojelu. Kaikkiaan luontoon kohdistuvan paineen vähentäminen auttaa ekosysteemejä säilyttämään biologista monimuotoisuutta. Maa- ja metsätaloudessa maaperän vedenpidätyskyvyn turvaaminen on tärkeää kuivuusjaksojen kannalta. Tulvimiseen varaudutaan luonnollisten tulvaesteiden kuten joenuomien ja kosteikkojen avulla. Monimuotoiset metsät taas kestävät paremmin kaikkia haitallisia ilmiöitä, esimerkiksi tuholaisten joukkoesiintymiä. (Euroopan komissio 2009, 2–4.)

Luonnon kanssa yhteistyössä toimiminen vähentää myös ihmisten haavoittuvuutta ilmastonmuutoksen edetessä. Luonnonsuojelulla on tärkeä rooli terveiden ekosysteemien ylläpidossa. Luonto tarvitsee riittävästi tilaa voidakseen turvata meille puhtaan veden, ilman ja ravinnon. Ekologiset prosessit tarvitsevat riittävän määrän erilaisia lajeja voidakseen sopeutua muutoksiin. (Euroopan komissio 2009, 2–4.)

## 7.2 Taajamametsät

Taajamametsiä hoidetaan Kouvolassa monimuotoisesti kaupungin omien taajamametsien hoitoperiaatteiden mukaisesti. Metsänhoidon pitkälle aikajänteelle ulottuvan luonteen vuoksi toimenpiteitä on aina ajateltava kestävästä näkökulmasta.



Varsinaisia ilmastonmuutokseen sopeutumistoimenpiteitä Kouvolassa ei erikseen ole, vaan nykyisillä hoitoperiaatteilla ollaan varauduttu myös muuttuvaan ilmastoon. Metsien erirakenteisuus on esimerkiksi vahvimpia keinoja metsien kestävyden kannalta. (Kouvolan kaupunki 2013.)

Sekapuustoisuutta ja vaihtelevaa maisemakuvaa suosien pyritään kasvatamaan monimuotoisia metsiä. Biologinen monimuotoisuus säilyy, kun huomioidaan kasvupaikkatyyppi ja maiseman vaihtelut. Eri kasvupaikoille istutetaan erilaisia puulajeja, esimerkiksi kosteikkonotkoissa suositaan lehtipuustoa ja kuusikasvustoa. Vaaraa aiheuttavat puut poistetaan metsästä. Taajamametsien hakkuut tehdään Kouvolassa pääosin kasvatushakkuina. Viheralueet ja metsänreunojen suojavaikutukset lisäävät monimuotoisuutta. Monimuotoisuus taas parantaa metsän mahdollisuuksia toipua erilaisista häiriötilanteista. Maisemanhoidossa huomioidaan Kouvolan eri kaupunginosien omaleimaisuus ja eri alueiden ominaispiirteet. Taajamametsiä hoidettaessa huomioidaan teiden ja reittien varsilla olevat arvokohteet, esimerkiksi kauniit puuryhmät, vanhat asuinpaikat tai kulttuuriperintökohteet. (Kouvolan kaupunki 2013.)

Jotta taajamametsien monimuotoisuutta voitaisiin varjella mahdollisimman hyvin ja tukea niiden selviytymistä muuttuvassa ilmastossa, on ensin tunnistettava ne monimuotoisuuden ydinalueet, joiden suojeleminen on tärkeää. Ydinalueet muun muassa sisältävät luonnonsuojelualueita sekä arvokkaita ja uhanalaisia luontotyyppisiä. Harvinaisten ja uhanalaisten lajien esiintymispaikkojen suojeleminen on tärkeää, jotta lajisto säilyisi mahdollisimman monipuolisena. Eläinten pesimisrauhaa ja uhanalaisten lajien elinympäristöjä hoidetaan tarpeen mukaan ja alueella pesivien petolintujen pesäpaikkoja suojellaan. (Kouvolan kaupunki 2013.)

Monimuotoisuutta suojellaan taajamametsissä myös huomioimalla pienvesien luontokohteita, joita ovat esimerkiksi lähteet ja lampien reunametsät. Monille tärkeille lajeille tarpeellisen lahoppuun määrää lisätään aktiivisesti ja kaatuneita puita jätetään sopivissa kohteissa metsään lahoamaan. Kuolleista puista saa tehtyä kolopesijöille pötkelöitä pesäpaikaksi. Jotkin taloudellisesti vähäarvoiset puulajit ovat luonnon monimuotoisuuden kannalta hyvin tärkeitä ja näitä säästetään hoitotoimissa. Tällaisia puulajeja ovat esimerkiksi pajut ja haapa. Joillain valituilla monimuotoisuuskohteilla annetaan ojituksen umpeutua ja mahdollisuuksien mukaan voidaan lisätä monimuotoisuutta tekemällä ennallistamistoimenpiteitä näissä kohteissa. (Kouvolan kaupunki 2013.)

Pienpetoja metsästetään kaupungin omistamilla alueilla, jotta niiden kannat pysyvät kurissa. Pienpetojen lisäksi on pidettävä kurissa myös vieraslajeja, jotta ne eivät pääse leviämään. Asukkaille ja sidosryhmille tarjotaan Kouvolassa mahdollisuus vaikuttaa metsien hoitosuunnitelmiin. Mielipiteitä kuullaan ja niiden toteuttaminen huomioidaan tapauskohtaisesti. (Kouvolan kaupunki 2013.)

Metsien hoitoa varten on hyödynnettävissä luonnonhoitosuunnitelma, erillisiä hoito- ja käyttösuunnitelmia sekä viheralueiden hoitoluokituksia. Metsien elinvoimaisuus turvataan huomioimalla luonnonolosuhteet ja ympäristönsuojelulliset näkökohdat. Taajamametsiä ei hoideta taloudellisen tuottavuuden näkökulmasta vaan metsän monimuotoisuus ja tärkeät virkistysarvot huomioiden. Taajamametsien hoidolla turvataan siis ekosysteemipalveluja, joita hyvinvoiva metsä tarjoaa ihmisen lisäksi myös muille lajeille. Hyvinvoiva ja terve metsä sopeutuu tulevaisuuden ilmasto-olosuhteisiin paremmin ja näitä edellytyksiä turvataan taajamametsien hoitoperiaatteilla. (Kouvolan kaupunki 2013.)

### 7.3 Maa- ja metsätalous

Yleisesti on nostettu esille tuotantomahdollisuuksien paraneminen ja esimerkiksi uusien kasvilajikkeiden ottaminen tuotantoon pidentyvän kasvukauden ja keväisen lämpenemisen myötä. Myös laidunkaudelle olisi edellä mainituista muutoksista hyötyä. Luonnollisesti myös puutarhatalouden arvellaan hyötyvän lämpenevästä ilmastosta ja tuotantoon voidaan ottaa uusia kasveja ja lajikkeita. Kasvualueiden rajat myös siirtyvät pohjoisempaan päin ja pohjoisemmassakin Suomessa voidaan laajentaa tuotantoa uusilla kasveilla ja lajikkeilla. (Ilmasto-opas 2014b.)

Todennäköisesti taudinaiheuttajat ja tuholaiset hyötyvät ilmastonmuutoksesta ja ilmiö saattaa nopeuttaa kokonaan uusien tautien ja tuholaislajien ilmenemistä Suomessa. Erilaisten homeiden aiheuttamat haitat tulevat olemaan ongelma. Lämpötilan nousukaan ei ole yksin positiivinen ilmiö, vaan aiheuttaa kasveille myös haittaa. (Ilmasto-opas 2014c.)

Kotieläintuotannolle ilmastonmuutos tuo hyötyä pitenevän laidunnuskauden kautta. Rehua ja heinää ei tarvitse säilöä enää yhtä suuria määriä talven varalle kuin aikaisemmin. Hyödyt näkyisivät kustannussäästöinä, kun korjuukoneita tarvitaan vähemmän, jolloin niiden käytön aiheuttama kuluminen ja ylläpitokustannukset pienenevät. Haittoja kotieläintuotannolle koituu kuitenkin juuri laidunkauden pitenemisestä. Laitumelta kertyy vesistöihin rehevöitymistä lisäävää tyyppiä ja näin ympäristöhaitat kasvavat. Tyyden vapautumista kiihdyttää myös talvisateiden voimistuminen sekä maaperän lisääntyvä mikrobitoiminta. Sulasta maaperästä ravinteet myös päätyvät helpommin ympäristöön. (Ilmasto-opas 2014d.)

Eläinten rehu saattaa muuttuneen ilmaston seurauksena sisältää enemmän tyyppiä, jos lannoitusta ei lisätä. Lämpenevässä ilmastossa lisääntyvät sateet ja ilman kosteuden lisääntyminen hyödyttävät myrkyllisiä yhdisteitä eli mykotoksiineja tuottavia homeita, jotka huonontavat eläinten rehun laatua. Kuumuuden lisääntyminen rasittaa tuotantoeläinten hyvinvointia. Niin liha-, lypsy-, kuin siipikarjakin tuottavat huonommin lämpöstressin seurauksena. Myös kotieläintaloudelle haitalliset eläintaudit lisääntyvät ilmastonmuutoksen seurauksena. Kuljettajaeliöt eli vektorit, joihin lukeutuu

muun muassa borreliosia levittävä puutiainen, ovat lisääntyneet viime vuosikymmeninä ja levittäytyneet uusille alueille. (Ilmasto-opas 2014d.)

Viljelykasvien tuotannon arvioidaan laajentuvan ja Suomessa viljelijät ovat osoittaneet kiinnostusta uusiin aluevaltauksiin, kuten öljykasvien ja palkokasvien viljelyyn yhä pohjoisemmilla alueilla ja lisäksi aivan uusia lajeja saatetaan ottaa viljelyyn Suomessa mahdollisuuksien mukaan. Viljelykasvien valintaan vaikuttavat lisäksi markkinat ja politiikka. Samoin tuotantokyvyn kehityssuunta viitoittaa tietä tulevaisuuden kasvivalinnoille. (Ilmasto-opas 2014c.)

Laajemmalle alueelle siirtyvä talvehtivien kasvien viljely ehkäisee peitteisyydellään ravinnepäästöjä ja vähentää kevätkuivuuden vaikutuksia. Viljelyalueiden laajetessa myös käytettyjen ravinteiden määrien voi odottaa lisääntyvän. Pellonkäyttöratkaisut ovat tärkeitä paitsi ravinnehuuhoutumien estämiseksi, myös pellon vesitalouden ja viljely-ympäristön monimuotoisuuden kannalta. (Hakala ym. 2012, 28.)

Puutarhataloudessa mahdollisuudet ottaa käyttöön kokonaan uusia lajikkeita kasvaa ilmaston lämpenemisen myötä. Muuttuvassa ilmastossa voi suosia pidemmän kasvukauden vuoksi vaativia lajikkeita tai kokonaan uusia lajeja, kuten kurpitsaa ja melonia. Esimerkiksi päärynän, luumun tai karhunvatukan valinta uudeksi tuotantokasviksi on mahdollista. Koristekasvienkin valikoimaa pystytään todennäköisesti puutarhatuotannossa lisäämään. (Hakala ym. 2012, 29.)

Kasvihuonekasvien tuotannossa lisääntynyt lämpö vähentää lämmitystarvetta ja näin energiankulutusta. Valoisuuden puute voi kuitenkin olla ongelmallista lisääntyneen pilvisyyden myötä. Kuten peltoviljelylle, myös puutarhatuotannolle tuottaa vaikeuksia lisääntyneet syysateet ja lumetomat talvet. Lisäksi kevään aikaistuminen lisää hallariskiä. Talvehtivien lajikkeiden testaaminen ja käyttöönotto kannattaa myös puutarhatuotannossa. (Hakala ym. 2012, 29.)

Välillisiä muutoksia ruoantuotannon eri osa-alueille on odotettavissa, sillä ilmastonmuutoksen vaikutukset muualla maailmassa vaikuttavat tuotantoon ja sen kannattavuuteen. Ilmastonmuutos siis kiihdyttää omalta osaltaan meneillään olevaa maatalouden rakennemuutosta tuotantosuuntien ja tapojen muuttuessa. (Ilmasto-opas 2014e.)

Metsätalous tulee maatalouden tavoin kohtaamaan muuttuvat tuotantotilat. Suomen metsien kasvu on lisääntynyt 1970-luvun puolivälin jälkeen ja osittain tämä liittyy ilmaston lämpenemiseen ja kasvaneeseen hiilidioksidipitoisuuteen ilmakehässä. Metsät hyötyvät tulevinakin vuosikymmeninä kohonneista ilman hiilidioksidipitoisuuksista ja kasvu kiihtyy edelleen olettaen, että ravinteiden ja kosteuden tila pysyy suotuisana. (Peltonen-Sainio ym. 2017, 15.)

Ilmastonmuutoksen vaikutukset eivät kuitenkaan tuo metsillekään pelkääntään suotuisia muutoksia. Kuten kasvinviljelyssä, myös metsiä uhkaavat uudet tulokashyönteiset ja -taudit, jotka leviävät etelästä pohjoiseen luonnollisen leviämisen seurauksena. Kansainvälisen kasvikaupan myötä kulkeutuvat vierastuholaiset ja taudit ja niiden aiheuttamat tuhot ja ilmastonmuutoksen yhteisvaikutus on vaikea tilanne metsien terveydentilan ja vastustuskyvyn kannalta. Myös puulajiston yksipuolisuus, männyn ja kuusen ollessa kaksi vallitsevaa puulajia, lisää tautien ja tuholaisten aiheuttamaa suurtuhoriskiä. (Peltonen-Sainio ym. 2017, 15.)

Tuulituhoriskit lisääntyvät routaisuuden vähenemisen seurauksena, kuivuus rajoittaa puiden kasvua heikentyneen veden saannin seurauksena. Tämä korostuu erityisesti Etelä-Suomen kuusikoissa ja männiköissä. Metsäpalariski kasvaa pitkään jatkuvan kuivuuden myötä. Talvikauden lisääntynyt sadanta vaikeuttaa puunkorjuuta pakottamalla tarttumaan korjuun osalta toimeen sulan maan aikana. Talvikauden vesisateet heikentävät lisäksi teiden kuntoa ja hidastavat puukuormien kuljetusta. Välillisesti myös päästöt lisääntyvät lisääntyneen polttoaineen kulutuksen myötä. Liuenneen orgaanisen aineen määrä lisääntyy sateisuuden lisääntyessä. (Peltonen-Sainio ym. 2017, 15–16.)

Jotkut tuholaiset pystyvät todennäköisesti tulevaisuudessa tuottamaan vähintään kaksi tuholaissukupolvea. Ilmavirrat kuljettavat ilmaston lämpenemisen myötä Suomeen uusia tuholaisia, jotka pystyvät aiemmasta poiketen selviytymään muuttuvissa olosuhteissa. (Luonnonvarakeskus 2016.)

Edellä mainitut sateiset syksyt, talvisadannan kasvu ja talvien leudontuminen edesauttavat tuholaisten ja tautien leviämistä. Lisäksi kasvipeitteisyyden kasvu tarjoaa erilaiselle tuholaislajeille parempia talvehtimis- ja lisääntymisololoja. Tuholaispaineen kasvaessa kasvaa myös paine käyttää torjunta-aineita, sekä kemiallisia että biologisia. (Hakala ym. 2012, 29–30.)

#### 7.4 Maa- ja metsätalouden sopeutumiskeinot

Maataloustuotannon sopeuttamisen tarve on huomioitu Manner-Suomen maaseudun kehittämissuunnitelmassa kaudelle 2014–2020. Sopeutumistoimien pohjana on kansallinen ilmastonmuutokseen sopeutumissuunnitelma. Tavoitteet ovat kattavat ja huomioivat laajalti eri keinoja. Tärkeimpinä tavoitteina pidetään uusien viljelyä parantavien teknologioiden kehittämistä sekä maatalouden monipuolistamista. Kasvipeitteisyyttä edistävien viljelymenetelmien käyttöönotto sekä toimivan vesitalouden varmistaminen pelloilla ovat tulevaisuuden keinoja. (Maa- ja metsätalousministeriö n.d.a., 94–95.)

Yleisesti ottaen kaikki keinot, jotka edistävät hyvää viljelykiertoa, suojelevat vesistöä ja maaperän hyvää kuntoa sekä auttavat maaseudun tuotannon monipuolisuutta sopeutumaan ilmastonmuutokseen. Joustavuus pa-

rantaa riskinkantokykyä ja auttaa selviämään erilaisista haasteista. Maataloustuotannossa on tarpeen turvata omalta osaltaan maatalouden riittävä vesiensuojelu ja luonnon monimuotoisuus, sillä näistä riippuu myös kestävä maatalous. (Maa- ja metsätalousministeriö n.d.a., 94–95.)

Sopeutumisen on aina lähdettävä ensisijaisesti paikallisten olojen lähtökohdista ja sopeutumisen eri keinojen on sovelluttava juuri Kouvolan oloihin. Kaakkois-Suomea varten on kehitetty oma alueellinen maaseudun kehittämissuunnitelma vuosille 2014–2020, jossa on määritelty maaseudun kehittämisen tärkeitä prioriteetteja, joita voidaan soveltaa Kouvossa myös sopeutumiskeinojen yhteydessä. (Pitkänen, Penttilä & Pöllönen 2015, 9.)

Ilmastonmuutos on yksi, joskin suuri, osa tulevaisuuden näkymää ja se kietoutuu yhteen muiden tekijöiden, kuten maatalouden rakennemuutoksen, globaalien markkinamuutosten ja EU:n yhteisen maatalouspolitiikan kanssa. Valtakunnallista maatalouspolitiikkaamme ja sen suuntaa ohjaa EU:n maatalouspolitiikka ja EU:n viitoittamalla tiellä kehitetään myös Suomen maataloutta, vaikka kansallisia erityispiirteitämme on otettu huomioon. (Maa- ja metsätalousministeriö n.d.b.)

Suomen ja tässä tapauksessa Kouvolan kannattaa hyödyntää mahdollisimman paljon erilaisia keinoja, jotka tukevat maataloustuotantoa myös sen sopeutumisessa lähivuosikymmeninä. Erityisen tärkeää ilmastonmuutoksen edetessä on tukea maaseudun tila- ja yritystoimintaa ja kehittää uutta liiketoimintaa. Yhteistyö ja tilojen verkostoituminen sekä avoin tiedon jakaminen ja viljelijöiden koulutus ovat hyvä lähtökohta Kouvolan maaseudun sopeutumistoimille. Varsinkin nuoremman tilayrittäjäsukupolven koulutuksen suunnittelu vastaamaan muutoksiin on tärkeää, jotta yrittäjä kohtaaisi muuttuvissa olosuhteissa mahdollisimman vähän tilanteita, jotka tulevat eteen yllätyksenä.

Sopeutumisen kannalta voi olla järkevää laajentaa maatilain toimintaa myös varsinaisen tuotantotoiminnan ulkopuolelle, esimerkiksi green care-tai green health-yrittämiseen. Erilaiset matkailu- tai virkistyspalvelut voisivat olla myös mahdollisia. Näin maatalousyrittäjän toimeentulo ei ole pelkän sadon varassa, ja uusi yritystoiminta myös piristää Kouvolan seutua ja lisää alueen houkuttelevuutta. Uusi toiminta lisäksi vähentää köyhyyttä, lisää sosiaalista osallisuutta sekä kehittää kyläyhteisöjä. (Pitkänen, Penttilä & Pöllönen 2015, 15.)

Uusien menetelmien ja tekniikoiden käyttöönotto tehostaa ilmastonmuutoksen hillitsemistoimia, joiden pitäisi olla ensisijaisia ja vähentää sopeutumistoimien tarvetta mahdollisimman paljon. Uusi tekniikka mahdollistaa myös maatilayrittäjää palvelevien uusien sovelluksien kehittämistä, joiden hyödyntäminen helpottaa sopeutumista, esimerkiksi hälytysjärjestelmiä tuholaisien massaesiintymisten varalta. (Ilmasto-opas 2017b.)

Sään ääri-ilmiöiden ennakoimiseksi on jo nykyään olemassa esimerkiksi Ilmatieteen laitoksen mobiilisäätöpalvelu, josta saa tietoa muun muassa saateista, poutasäästä, tuulesta ja merivedenkorkeudesta (Ilmatieteen laitos n.d.b.). Vastaavia palveluita ja sovelluksia kannattaa hyödyntää tulevaisuudessaakin ja niitä on mahdollisesti lähivuosikymmeninä kehitettävä eteenpäin palvelemaan paremmin maa- ja puutarhatalouden tarpeita yhä vaihtelevimmassa sääoloissa.

ILMASOPU-hankkeessa (2010) on arvioitu erilaisia maa- ja puutarhataloutta rajoittavia tekijöitä. Keskeisimmät rajoittavat tekijät ovat kasvintuhoojariski, sään ääri-ilmiöt, talvenkestävyys, veden saatavuus, ravinteiden saanti ja lämpötilan nousun aiheuttamat muutokset. Kasvintuhoojariskin kasvaessa lämpenevässä ilmastossa voidaan kasvinsuojelua tehostaa jalostamalla kestävämpiä lajikkeita, jotka vastustavat tehokkaammin tuholaisien ja tautien aiheuttamia haittoja. Tautien ja tuhoeläinten leviämisen haitat koskevat kaikkia viljelykasveja. Kasvintuhoojariski kasvaa koko ajan ja on ajankohtainen jo nyt. Pelkkä jalostus ei tosin ratkaise tauti- ja tuholaisongelmaa vaan ennakoinnilla ja monipuolisella torjunnalla on tärkeä rooli. (Hakala ym. 2012, 32–33.)

Maa- ja puutarhatuotannossa vaikeudeksi nousee riittävä veden saanti. Korkeammat kesälämpötilat lisäävät haihduntaa ja sateiden lisääntyvä kuuroluonteisuus vaikeuttaa kasvien vedensaantia. Kuivuus sinällään ei ole uusi ongelma, mutta sen ennakoidaan lisääntyvän ilmaston lämpenemisen edetessä. (Peltonen-Sainio ym. 2017, 10–11.)

Kuivuus on vain yksi esimerkki tulevaisuuden sääolojen vaihtelevuudesta. Myös lisääntyvät tulvat ja myrskyt sekä pidentyneet sadekaudet tuovat omat vaikutuksensa maa- ja puutarhatuotantoon. Maaperän kunnon ylläpitämiseksi on huolehdittava hyvästä viljelykierrosta. Pellon vesitalouden hallintajärjestelmien tärkeys korostuu, hallinnan lisäksi kastelujärjestelmien kehittäminen on tärkeää. (Hakala ym. 2012, 32–33.)

## 8 VESIVARAT

Vesivaroissa ilmastomuutoksen eteneminen näkyy sekä veden laadussa ja määrässä. Eri puolilla Suomea muutokset näkyvät kuitenkin eri tavoin, esimerkiksi lumipeitteen paksuudessa ja tulvien esiintymisessä. Muutoksia hydrologisissa prosesseissa on tutkittu erilaisilla skenaarioilla, jotka näyttävät muutoksen suunnan samanlaisena, huolimatta eri skenaarioissa esiintyvistä poikkeavuuksista. Kaikki ilmastomuutoksen vaikutukset vesivaroihin eivät ole pelkästään kielteisiä, vaan myönteisiäkin muutoksia on arvioitu seuraavan esimerkiksi vesivoiman tuotantoa ajatellen.

Myös kevättulvien väheneminen on myönteistä vaikutusta tulvista kärsivillä seuduilla. Vaikutuksia vesistöjen ekologiaan on vaikea arvioida pelkän

vedenkorkeuden perusteella. Muutokset järvien, jokien ja muiden vesistöjen kalojen ja pohjaeliöiden oloissa saattavat olla myönteisiä, mutta kokonaiskuva avautuu vasta lähivuosikymmeninä. (Veijalainen, Vehviläinen, Nurmi, Jakkila, Marttunen & Käyhkö 2012, 61–64.)

### 8.1 Havaittuja hydrologisia muutoksia Etelä-Suomessa

Ilmastonmuutoksesta johtuvan lämpötilan nousun vaikutukset ovat nähtävissä hydrologisissa havainnoissa. Ilmaston lämpeneminen muuttaa paitsi valuntaa ja virtaamia, myös haihduntaa, lumen ja jään määrää. Lisäksi vaikutukset ulottuvat maankosteuteen ja valuntaan. (Veijalainen ym. 2012b, 21–24.)

Lumen määrän odotetaan vähenevän Etelä-Suomessa enemmän kuin muualla Suomessa. Keskimääräisen vaihtelun säilyessä runsaslumisiakin talvia tulee vielä olemaan, mutta vähälumiset talvet yleistyvät. Haihdunnan on arvioitu lisääntyvän lähitulevaisuudessa vuosina 2010–2039 noin 5–10 %. Tulevina vuosina 2040–2069 haihdunnan on arvioitu vielä kasvavan noin 10–20 %. Kuivat kaudet rajoittavat todellista haihduntaa kesäisin. Lämpötilan nousu ja sen myötä aikaistuva kevät lisää sekä potentiaalista että todellista haihduntaa. Haihduntaa on odotettavissa eniten keväällä, jolloin lisääntyvä auringon säteily haihduttaa vettä kosteasta maaperästä. (Veijalainen ym. 2012b, 62–64.)

Haihdunnalla on vaikutuksensa sadantaan, jonka aiheuttamaa valumaa haihdunta hillitsee jonkun verran. Talvella valunnan odotetaan kasvavan suhteellisesti eniten, keväisin Etelä-Suomen alueella valunta pienenee maaliskokuussa vähälumisempien talvien ansiosta. Mallinnuksia valunnan muutoksista on tehty useita ja joissain mallinnoissa valunnan odotetaan kasvavan kesäisinkin, vaikka pääasiallisesti Etelä-Suomessa valunta tulee vähäisempien mallien mukaan pieneneväksi. Syksyllä valunnat kasvavat sadannan lisääntymisen vuoksi 18–34 %. Virtaaman muutokset Kymijossa ovat tasaisempia kuin valuntojen muutokset, sillä virtaamia tasaavat järvi-alueet. Vesistömallijärjestelmän jäämallia kehitetään vielä, joten aivan tarkkoja jäämalleja sillä ei vielä pystytä luomaan. Viitteitä on kuitenkin selvästi siitä, että tulevaisuudessa on vuosia, jolloin jääpeite on heikkoa koko talven ajan ja jääpeitteen kesto on lyhyt. (Veijalainen ym. 2012b, 21–24.)

### 8.2 Kymijoki

Tulvariski ja kuivuuden aiheuttamien ongelmien laajuus tulee riippumaan hyvin paljon kyseessä olevan järven, joen tai muun vesistön sijainnista ja ominaispiirteistä. Kymijoen tilanne tulee muuttumaan siten, että talvitulvat tulevat kasvamaan ja myös kokonaistulvariski nousee. Kevään tulvat kuitenkin vähenevät tulevaisuuden vähenevän lumipeitteen takia ja niistä

aiheutuvat vahingot näin ollen myös pienenevät. Kymijokea jo 2000-luvulla vaivanneiden hyydeongelmien arvioidaan pahenevan entisestään ilmastomuutoksen myötä. Tämä johtuu talvivirtaamien kasvusta. Kymijoki tulee myös kärsimään alati pahenevista talvitulvista ja kuivuusjaksoista, joita ei säännöstelytoimillakaan voida paljon lieventää. (Veijalainen ym. 2012b, 38–42.)

Tulvilla on taloudellisia vaikutuksia, paitsi konkreettisten tulvavahinkojen myötä, myös matkailuun ja vapaa-ajan virkistytymiseen. Kymijoen hydrologisia skenaarioita on tehty erilaisilla mallinnoilla ja jokaisessa niistä tulvien vaikutukset Kymijoen virkistyskäyttöön toukokuun ja lokakuun välisenä aikana ovat pääosin kielteisiä. Rantojen käyttöä ja joen koskimatkailla vaikeuttavat Kymijoen pienemmät virtaamat ja Päijänteen kesävedenkorkeudet, jotka tulevat skenaarioiden mukaan olemaan nykyistä alempia. (Veijalainen ym. 2012b, 38–42.)

Ilmastomuutoksen seurauksena tullaan näkemään erilaisia vesistövaikutuksia, joihin jossain määrin on mahdollista eri toimilla sopeutua. Sopeutumisessa käytetään keinoja, joista jotkin ovat käytössä jo nyt. Paikkakunnilla, joilla sään äärivaihteluihin on ollut jo välttämätöntä osata varautua, on todennäköisesti hyvät lähtökohdat jo olemassa tulevaisuuden muuttuvissa olosuhteissa.

Tulvariski riippuu hyvin paljon kyseessä olevan järven, joen tai muun vesistön sijainnista tai ominaispiirteistä. Ensimmäisenä käyttöön otettavista toimita varauduttuessa tulviin on säännöstelyn muutos, joka ei vaadi investointeja tai lisärahoitusta. Tulvavakuutukset on arvioitava lähivuosisikymmeninä kasvaneen tulvariskin mukaisesti. Erilaisia suojarakenteita ja tulva-  
penkereitä on suunniteltava riskiarvioinnin mukaan haavoittuvimmille paikoille. Kuivuuteen sopeutumiskeinoiksi esitetään myös säännöstelyn muuttaminen, kuten tulviin varautumisessakin. Vesihuollon varmistaminen ja pohjapatojen rakentaminen ovat hyvä keino varautua piteneviin kuivuusjaksoihin. Säännöstely keinona on toimiva vain, jos jäykistä säännöstelykäytännöistä luovutaan. Tiukka kalenteriin perustuva säännöstely ei josta tarpeeksi muuttuvassa ilmastossa. Kalenteri ei kerro enää lähitulevaisuudessa totuutta lumisuudesta tai virtaamamääristä. Varautuminen onnistuu parhaiten joustavilla käytännöillä, joilla on helpompi varautua vesivarastojen säännöstelyn tarpeisiin. (Veijalainen ym. 2012b, 38–42.)

## 9 RISKIT JA NIIDEN HALLINTA

Ilmastomuutokseen liittyy sekä riskejä että uusia mahdollisuuksia. Riskejä ihmisten ja ympäristön hyvinvoinnille on arvioitu ilmentyvän kaikkialla maailmassa. Yhteiskunnan eri sektorien on osattava tunnistaa riskit, ennakoida niitä ja varauduttava niihin. Riskinarvioinnin ja -hallinnan lisäksi



myös kuntalaisille tiedottaminen on tärkeää. Aiemmin riskin käsite on liittynyt lähinnä ilmastonmuutoksen hillintään, mutta viime aikoina se on otettu mukaan myös sopeutumisesta puhuttaessa. Keskeistä riskien hallinnassa on yhteiskunnallisten toimintojen turvaaminen, kuten vesihuolto ja ruoantuotanto. (Juhola ym. 2016, 5–6.)

Riskin muodostuksessa vaikuttaa keskeisesti epävarmuus ja inhimillinen ulottuvuus. Kun puhutaan ilmastonmuutoksesta, riski muodostuu ilmastonmuutokseen liittyvästä fyysisestä tapahtumasta tai kehityksestä. Nämä tekijät joko erikseen tai yhteisvaikutusten kautta aiheuttavat haittaa ihmisten tai ympäristön terveydelle. Haitat ilmenevät mahdollisesti myös taloudellisina menetyksinä, omaisuusvahinkoina tai ekosysteemien tasapainon vaarantumisena. (Juhola ym. 2016, 5–6.)

Kuntien haavoittuvuus vähenee, jos toimintakyky pysyy yllä haastavien muutosten edessä. Kuntien suurin haaste on rakennetun ympäristön sopeutuminen sään ääri-ilmiöiden aiheuttamiin vahinkoihin. Jotta ilmastonmuutoksen riskeihin voidaan varautua ajoissa, on oltava riittäviä resursseja ja kyky arvioida sää- ja ilmatoriskejä systemaattisesti. Ilmastonmuutoksen riskeillä on vaikutusta myös kuntalaisten hyvinvointiin aiemmin mainittujen taloudellisten menetysten ja omaisuusvahinkojen lisäksi. Eri tahojen välinen yhteistyö on välttämätöntä.

Kansallisella tasolla kuntien ohjenuorana varautumisessa on kansallinen ilmastonmuutokseen sopeutumis suunnitelma, mutta on kuntien omalla vastuulla arvioida ilmatoriskejä ja valita niiden hallintaan sopivat menetelmät. Riskeihin on tarpeellista alkaa varautua jo nyt, sillä ilmastonmuutoksen riskit saattavat ilmetä äkisti ja niiden voimakkuus tulee muuttumaan, kun aikaisemman vaihtelun niin sanottu normaalitaso on muuttunut. (Luhtala ym. 2017a, 2.)

Luhtala ym. (2017a, 2) esittävät, että riskejä on pohdittava myös heijastenenäkökulmasta, eli miten kuntaverkosto altistuu mahdollisesti muualla Suomessa toteutuviin riskeihin. Myös muualla maailmassa toteutuvat riskit vaikuttavat mahdollisesti Suomeen. Sää- ja ilmatoriskien arviointia varten heidän julkaisussaan esitetty huomionarvoisia asioita, jotka esitetään alla olevassa kuvassa 10 (s. 38).



Kuva 10. Sää- ja ilmatoriskien arviointi (Luhtala ym. 2017b, 2).

Arviointi aloitetaan pohtimalla arvioinnin tulosten käyttötarkoitus ja määrittelemällä mitä arvioinnista halutaan oppia. Lisäksi jo alussa on mietittävä, mitä lopputulokseen halutaan: halutaanko karttoja tai toimenpidesuosituksia, indeksejä tai ohjeita. Seuraavaksi kysymyksenä on mitä arvioinnissa tarkastellaan. Arvioinnin kohde ja tarkasteltavat ilmiöt on rajattava. Esimerkiksi onko kyse tulvasta, myrskystä tai jostain muusta ilmiöstä. (Luhtala ym. 2017a, 2.)

Kolmanneksi pohditaan mitä on otettava huomioon arviointia tehdessä. Minkälaiden sidosryhmien kanssa halutaan toimia ja millä aikajänteellä? Otetaanko arviointiin mukaan tarkasteltavaksi epävarmuustekijät? Neljäntenä kysymyksenä pohditaan, mitä on otettava huomioon arviointia tehtäessä. Halutaanko arviointia lähestyä laadullisesta vai määrällisestä näkökulmasta? Liittyykö asiaan suuria taloudellisia investointeja ja millaisia taloudellisia arviointimenetelmiä otetaan käyttöön? Viimeisessä kohdassa kysytään, miten tulokset vahvistetaan. Ehkä työpajan tai kyselyn kautta tai tilanteen ja toimien seurannan kautta. (Luhtala ym. 2017a, 2.)

### 9.1 Sää- ja ilmatoriskien hallinta osana kunnan toimintaa

Sää- ja ilmatoriskien hallinta on helpompaa, jos hallinta otetaan osaksi kuntien normaalia toimintaa ja kehitystyötä. Näin tehostetaan kunnan resurssien käyttöä. Verkottuminen ja yhteistyö muiden kuntien ja eri sidosryhmien kanssa kehittää vuoropuhelua ja tuo uutta näkemystä ilmatoriskien hallintaan. On myös tärkeää, että kunta kerää tietoa ilmatoriskeistä

ja niiden seurauksista ja jakaa tietoa muiden kanssa. Riskienhallinnan menettelytapojen vahvistaminen auttaa toimimaan tehokkaasti riskin toteutuessa. Riskienhallinnan on myös hyvä sisältyä yhdyskunta- ja kehityssuunnitteluun. (Luhtala ym. 2017a, 1–3.)

Julkisen vallan keinoja eri häiriötilanteiden ehkäisemiseksi ovat ensinnäkin koulutuksen ja neuvonnan lisääminen sekä uusien sovellusten ja seuranta-järjestelmien hankinta tai vanhojen järjestelmien päivitys. Esimerkiksi ennakointi- ja varoitusjärjestelmät palvelevat montaa tahoja. Järjestelmät voivat varoittaa kuntalaisia helleaalosta tai maataloustuottajia lähestyvistä tuhohyönteisesiintymästä. (Gregow ym. 2016, 23–24.)

Tietoisuuden levittämistä ja koulutuksen lisäämistä voi suunnitella yhteistyössä Kouvolan ja muun Kymenlaakson alueen oppilaitosten ja tutkimusta harjoittavien tahojen kanssa. Yhteistyön voi luonnollisesti ulottaa vielä Kymenlaaksoa kauemmaksikin

Vesihuollon ja energihuollon huoltovarmuus voi tarvita toimintasuunnitelmien päivitystä. Riskien vähentäminen ennakoivasti kantaa jo pitkälle, samoin vara- ja suojausjärjestelmien päivitys. Maankäytön ohjauksessa on otettava huomioon tulvariskit sekä infrastruktuurin kehittäminen siten, että se kestää lisääntyvien rankkasateiden aiheuttamia tulvia. Ääri-ilmiöiden aiheuttamista vaaratilanteista on myös tiedotettava riittävän ripeästi ja pelastussuunnitelmat on kehitettävä siten, että ne huomioivat vaaralliset sääilmiöt kattavammin. (Gregow ym. 2016, 23–24.)

Paikkatietoaineistoja on hyvä päivittää ajantasaiseksi sitä mukaa kuin uutta tietoa ilmasto-olojen aiheuttamista muutoksista saadaan. Vahinkotietojen kerääminen esimerkiksi metsien ja muun ympäristön tilasta on hyödyllistä, se helpottaa seurantaa ja nopeuttaa toimenpiteisiin ryhtymistä. Ennakointijärjestelmät palvelevat myös metsien hoitoa. Erilaiset kuvausmenetelmät voivat kerätä mittavia määriä tietoa, kuten laserkeilaus ja satelliiteilta saatavissa oleva tieto. Metsien hoidossa routaolojen seuraminen ja metsäpalovaaran ennakointi lisääntyvien helle- ja kuivuusjaksojen myötä on tarpeellista. Liikenteen sujuvuuden tulevaisuudessakin takaa säätiedon tehokas käyttö ja väylien kunnossapito. Rakentamista ja kiinteistöjen hoitoa tehostaa uusien energiaratkaisujen käyttöönotto ja asumismukavuuden varmistaminen myös erikoisryhmille, kuten sairaaloille ja hoivakodeille. (Gregow ym. 2016, 23–24.)

Ilmatoriskityö ei ole ollut tähän asti kovin kattavaa suomalaisissa kunnissa. Tulevaisuuden haasteissa ilmastotyöhön aktiivisesti tarttuneet kunnat tulevat selviämään paremmin kuin ne kunnat, jotka eivät vielä ole tarttuneet asiaan riittävällä tarmolla. Monilla kunnilla ongelmana on resursien riittämättömyys. Myös oman asiantuntijuuden rakentaminen tyhjästä on työlästä, jos ilmastotyöhön ei ole aiemmin riittävästi panostettu. Samankaltaisissa ilmasto-oloissa toimivat kunnat voivat verkostoitua keske-

nään ja hyötyä toistensa resursseista ja näkemyksistä. Alueellinen yhteistyö on kannattavaa ja myös laajempi yhteistyö, kuten ilmastotyötä tekevään verkostoon liittyminen on hyödyllistä. (Luhtala ym. 2017, 2–4.)

Sää- ja ilmatoriskien hallintaa varten suunniteltuja keinoja kannattaa lähestyä selkeästi paikallisesta näkökulmasta ja kehittää keinoja ja suunnitelmia, jotka sopivat juuri Kouvolan tarpeisiin. Uusimman tiedon omaksuminen ja riittävän asiantuntijuuden omaaminen ovat hyviä lähtökohtia, joista käsin voi lähteä kehittämään konkreettisia toimenpiteitä erilaisten sää- ja ilmatoriskien varalle.

## 9.2 Verkostoituminen ja yhteistyö

Koska Kouvola ei toimi yksin Kymenlaakson alueella eikä ole eristetty oma alueensa, verkostoituminen on hyödyksi ilmastonmuutoksen hillinnässä ja muutoksiin sopeuduttaessa. Muiden Kymenlaakson kuntien kanssa verkostoituminen on ilmastonmuutokseen liittyvissä asioissa hyödyllistä. Kymenlaakson kunnat jakavat suurin piirtein samanlaiset ilmasto-olosuhteet ja voivat jakaa toisilleen tietoa erilaisista ratkaisuista ja lähestymistavoista.

Esimerkiksi Hinku-foorumiin liittyneitä kuntia on jo useita. Kohti hiilineutraalia kuntaa-hankkeen käynnistymisen jälkeen vuonna 2008 on kuntien määrä tällä hetkellä jo 37. Kymenlaakson kunnista Hamina on jo liittynyt Hinku-kuntien joukkoon. Jotta Hinku-kuntien joukkoon voi liittyä, on kunnan täytettävä Suomen ympäristö-keskuksen (SYKE) laatimat kriteerit. Hinku-foorumi esittelee jäsenyydestä koituvina hyötyinä kuulumisen ilmastonmuutoksen hillinnän edelläkävijöiden verkostoon sekä kontaktit alan toimijoihin. Lisäksi Hinku-verkoston jäsen saa tietoa ilmastonmuutoksesta. Verkostossa mukana oleva kunta voi osallistua erikseen rahoitettaviin tutkimus- ja kehityshankkeisiin ja saada näkyvyyttä omille vahvuuksilleen. (Hinku-foorumi n.d.)

Hinku-foorumin lisäksi esillä on paljon myös FISU-verkosto. FISU-verkosto on asettanut tavoitteekseen hiilineutraalisuuden, jätteettömyyden ja globaalisti kestävästä kulutuksesta. Tavoite pyritään saavuttamaan vuoteen 2050 mennessä. Verkoston toimijat pyrkivät saavuttamaan yhteisen vision ja yhteiset toimintatavat. FISU-verkosto on kooltaan pienempi kuin Hinku-foorumi ja kuntia on tällä hetkellä kahdeksan. Tällä hetkellä mukana olevat kunnat ovat sijoittuneet ympäri Suomen. Mukana ovat esimerkiksi Forssa, Lappeenranta ja Lahti. (FISU 2016.)

Kouvolan on pohdittava paikallisista olosuhteista ja lähtökohdista käsin omia tarpeita ja valittava verkostoitumiskumppaninsa sen mukaisesti. Yksin ilmastonmuutoksen edessä ei kuitenkaan kannata jäädä.

## 10 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Ilmastonmuutoksen seurauksista saadaan tietoa jatkuvasti lisää. Kouvola on hyvin samankaltaisessa tilanteessa kuin monet muut kunnat siinä mielessä, että ilmastonmuutoksen hillintään on tartuttu kuntatasolla ja kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi on asetettu tavoitteita, joita myös seurataan ja päivitetään. Riittävästi ei voi korostaa, että hillintä tulee aina ennen sopeutumista. Sopeutumistoimia on kuitenkin jo nyt tässä vaiheessa tarpeellista alkaa pohtimaan, sillä ilmasto muuttuu koko ajan lisää ja vaikuttaa paitsi Kouvolan asukkaiden elämään, myös elinkeinoihin ja teollisuuteen.

Kouvola ei ole muita kuntia jäljessä ilmastonmuutokseen liittyvän tiedon määrässä. Eri toimijoilla on hyvinkin selkeä näkemys ilmastonmuutoksen etenemisen aiheuttamista muutoksista ja tarvittavista sopeutumiskeinoista. Kaupunki on myös sitoutunut ympäristöohjelmassaan erilaisiin kasvihuonekaasupäästöjä vähentäviin toimiin ja kuntalaisia haastetaan aktiivisesti mukaan erilaisiin tempauksiin, kuten Tavaravaihtopäiviin ja Fillariaamupalaan sosiaalisen median ja muiden kanavien kautta.

Hulevesiongelmia tarkkaillaan koko ajan ja kaupungilla on tämänhetkiset ongelmakohteet tiedossa, joihin myös kartoitetaan ratkaisuja. Tietoa on myös riittävästi hulevesiongelmien syistä, joista jotkut juontuvat vuosien takaisista ratkaisuista, jotka silloisissa olosuhteissa olivat riittäviä. Hulevesien kohdalla kattava hulevesistrategia voi olla tarpeellinen ja resurssien ohjausta tähän työhön on pohdittava.

Maatalouden saralla MTK on mukana joissain tutkimushankkeissa, joihin liittyy osaksi myös tietouden jakamista viljelijöille. Viljelijöille suunnattua koulutusta ei ole Kouvolan alueella järjestetty ainakaan MTK:n taholta. Ottaen huomioon, että viljelijöiden toimeentulo on pitkälti riippuvainen sääoloista, voisi infotilaisuuksille ja koulutukselle koskien muuttuvaa ilmastoa olla mahdollisesti kiinnostusta viljelijöiden keskuudessa. Tähän voisivat osallistua muutkin maataloustuotannon kanssa toimivat tahot kuin MTK.

Metsätalouden toimenpiteet vaikuttavat aina pitkällä aikavälillä, mutta tässäkin tietoisuuden lisääminen ja uusien tekniikoiden ja menetelmien hallinta ovat suureksi avuksi. Metsänhoidossa tuholaisten ja tautien torjuntaan on jo nyt keinoja, joita tullaan varmasti päivittämään seuraavien vuosikymmenien aikana. Koska metsien hoito on pitkäjänteistä, myös taajamametsiä hoidetaan tämänhetkisen tiedonmukaisesti.

Uusia riskinhallintakeinoja on otettava käyttöön, jos sellaiset osoittautuvat tarpeellisiksi. Taajamametsien ja muidenkin metsien suurimpia haasteita tulevat mahdollisesti olemaan sään ääri-ilmiöt, jolloin on hyvä kartoittaa sellaiset alueet, joilla esimerkiksi kaatuneet puut voivat aiheuttaa vaaraa.

Rakennetun ympäristön päätöksissä ja alueidenkäytössä on ratkaisevaa, että osataan pohtia päätöksiä monesta näkökulmasta ja laajentaa toimintatapoja tarvittaessa niin, että tällä hetkellä rakennettavat kohteet kestävät muutokset ympäristössä.

Luonnonsuojelun ja ekosysteemien monimuotoisuuden hyväksi on jatkossakin tehtävä töitä ja pidettävä huolta Kouvolan nykyisistä luonnonsuojelualueista ja muista arvokkaista kohteista. Biologisen monimuotoisuuden ylläpitäminen auttaa ekosysteemejä torjumaan muutoksia jossain määrin. Lajien taantumista voi omalta osaltaan ehkäistä suojelemalla niiden elinalueita. Tulvariskejä on kartoitettu ja niiden suhteen Kouvola on ajan tasalla. Tulevaisuudessa on tarkkailtava muutoksia tulvissa siltä varalta, että ilmastonmuutoksen arvaamattomuus muuttaa olosuhteita, eikä aikaisempi arvio ole enää luotettava.

Yhteistyötahojen kanssa avoin tiedottaminen ja vuorovaikutus ovat keskiössä, kun pohditaan tarvittavia tulevaisuuden sopeutumistoimia yhteistyössä viranomaisten ja muiden toimijoiden kanssa. Yhteistyön lähtökohdiana pitäisi olla ensisijaisesti Kouvolan kyky vastata haasteisiin, jotka ovat väistämättä edessä.

Aina ei ole haasteetonta omaksua uusia käytäntöjä monimutkaisessa vuorovaikutusverkostossa. Eri toimijoiden on esimerkiksi toimittava lakien ja säädösten varassa ja monesti lainsäädäntö ja käytännöt muuttuvat hitaasti eikä uusia toimenpiteitä päästä suunnittelemaan nopeasti. Verkostoituminen ja uuden tiedon omaksuminen ovat avain muutoksiin sopeutumiseen. Kouvollalla on hyvät edellytykset pysyä mukana kehityksessä, tarttua sopeutumista vaativiin toimenpiteisiin ja vastata tulevaisuuden haasteisiin muuttuvassa ilmastossa.

## LÄHTEET

CO<sub>2</sub>-raportti (n.d.a.). Tietoa ilmastonmuutoksesta. Ilmastonmuutos on aikakautemme vakavin uhka. Haettu 10.11.2017 osoitteesta <http://co2-raportti.fi/?page=ilmastonmuutos>

CO<sub>2</sub>-raportti (n.d.b.). Kasvihuoneilmiö. Haettu 10.11.2017 osoitteesta <http://co2-raportti.fi/?page=ilmastonmuutos>

Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (2015). *Kymijoen vesistöalueen tulvariskien hallintasuunnitelma vuosille 2016–2021*. Haettu 11.11.2017 osoitteesta [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Tulviin\\_varautuminen/Tulvariskien\\_hallinta/Tulvariskien\\_hallintasuunnittelu/Tulvariskien\\_hallintasuunnitelmat/Kymijoen\\_vesistoalueen\\_tulvariskien\\_hall%2831000%29](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Tulviin_varautuminen/Tulvariskien_hallinta/Tulvariskien_hallintasuunnittelu/Tulvariskien_hallintasuunnitelmat/Kymijoen_vesistoalueen_tulvariskien_hall%2831000%29)

Euroopan Komissio (2009). *Luonnon rooli ilmastonmuutoksessa*. Haettu 26.11.2017 osoitteesta [http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/Nature%20and%20Climate%20Change/Nature%20and%20Climate%20Change\\_FI.pdf](http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/Nature%20and%20Climate%20Change/Nature%20and%20Climate%20Change_FI.pdf)

FISU (2016). Elinvoimaa resurssiviisaudesta. Mukaan Fisuun. Haettu 30.11.2017 osoitteesta [http://www.fisunetwork.fi/fi-FI/Mukaan\\_Fisuun](http://www.fisunetwork.fi/fi-FI/Mukaan_Fisuun)

Gregow, H., Carter, T., Groundstroem, F., Haavisto, R., Haanpää, S., Halonen, M., Harjanne, A., Hildén, M., Jakkila, J., Juhola, S., Jurgilevich, A., Kokko, A., Kollanus, V., Lanki, T., Luhtala, S., Miettinen, I., Mäkelä, A., Nurmi, V., Oljemark, K., Parjanne, A., Peltonen-Sainio, P., Perrels, A., Pilli-Sihvola, K., Punkka, A.-J., Raivio, T., Räsänen, A., Sääntti, K., Tuomenvirta, H., Veijalainen, N. & Zacheus, O. (2016). *Keinot edistää sää- ja ilmastoriskien hallintaa*. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 47/2016. Haettu 30.11.2017 osoitteesta [http://tietokayttoon.fi/documents/10616/2009122/47\\_Keinot+edista%C3%A4+s%C3%A4+ja+ilmastoriskien+hallintaa/2494b562-b446-4884-bc85-0ade9d4b8cf1?version=1.0](http://tietokayttoon.fi/documents/10616/2009122/47_Keinot+edista%C3%A4+s%C3%A4+ja+ilmastoriskien+hallintaa/2494b562-b446-4884-bc85-0ade9d4b8cf1?version=1.0)

Hakala, K., Himanen, S., Hyvönen, T., Kahiluoto, H., Laitila, A., Molarius, R., Peltonen-Sainio, P., Pilli-Sihvola, K. & Saikkonen, K. (2012). *Ilmastonmuutoksen vaikutukset ja sopeutuminen eri toimialoilla*, 28–33. Maa- ja metsätalousministeriö 2012. Haettu 30.11.2017 osoitteesta [http://mmm.fi/documents/1410837/1721026/MMM\\_julkaisu\\_2012\\_6.pdf/c01a813c-8538-4efa-b29e-4844d723c0af](http://mmm.fi/documents/1410837/1721026/MMM_julkaisu_2012_6.pdf/c01a813c-8538-4efa-b29e-4844d723c0af)

Heinonen, J. & Junnila, S. (2012). *Yhdyskuntarakenne, elämäntavat ja ilmastonmuutos*. Aalto-yliopiston julkaisusarja tiede + teknologia 19/2012.

Haettu 30.11.2017 osoitteesta <https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/6143/isbn9789526049113.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Hinku-foorumi (n.d.). Tietoa foorumista. Haettu 30.11.2017 osoitteesta [http://www.hinku-foorumi.fi/fi-FI/Tietoa\\_foorumista](http://www.hinku-foorumi.fi/fi-FI/Tietoa_foorumista)

Ilmastonkestävän kaupungin suunnitteluopas (n.d.). Ilmastonmuutokseen sopeutuminen. Haettu 11.11.2017 osoitteesta <http://ilmastotyokalut.fi/ilmastonmuutos-ja-kaupungit/ilmastonmuutokseen-sopeutuminen/>

Ilmasto-opas (2013). Suomen muuttuva ilmasto. Kymenlaakso -Salpausselkä ilmaston jakajana. Päivitetty 7.6.2013. Haettu 18.9.2017 osoitteesta <http://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/suomen-muuttuva-ilmasto/-/artikkeli/3debdecd-939e-4f9c-a768-589c69e0389d/kymenlaakso-salpausselka-ilmaston-jakajana.html>

Ilmasto-opas (2014a). Muutoksen syyt ja seuraukset. Sopeutuminen. Keskeiset sopeutumishaasteet Suomessa. Lämpösaarekeilmiö kaupunkien suunnittelussa. Lämpösaarekeilmiön ymmärtäminen tukee kaupunkisuunnittelua. Haettu 30.11.2017 osoitteesta <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/sopeutuminen/-/artikkeli/ce71e82c-24a4-4566-985a-8955d12b717c/lamposaarekeilmion-ymmartaminen-tukee-kaupunkisuunnittelua.html>

Ilmasto-opas (2014b). Muutoksen syyt ja seuraukset. Vaikutukset. Luonnonympäristö ja alkutuotanto. Maatalous. Maatalouden mahdollisuudet muuttuvat ilmaston muuttuessa. Haettu 30.11.2017 osoitteesta <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/vaikutukset/-/artikkeli/ca96c048-a654-492e-b20a-f2ac8c394adf/maatalouden-mahdollisuudet-muuttuvat-ilmaston-muuttuessa.html>

Ilmasto-opas (2014c). Muutoksen syyt ja seuraukset. Vaikutukset. Luonnonympäristö ja alkutuotanto. Maatalous. Maanviljelyn satomahdollisuudet kasvanevat Suomessa ilmaston muuttuessa. Haettu 30.11.2017 osoitteesta <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/vaikutukset/-/artikkeli/328b539b-a12c-4e64-9755-1ae822ec98e1/maanviljelyn-satomahdollisuudet-kasvanevat-suomessa-ilmaston-muuttuessa.html>

Ilmasto-opas (2014d). Muutoksen syyt ja seuraukset. Vaikutukset. Luonnonympäristö ja alkutuotanto. Maatalous. Kotieläintaloudelle mahdollisuuksia ja haasteita. Päivitetty 5.9.2014. Haettu 30.11.2017 osoitteesta <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/vaikutukset/-/artikkeli/26223b8c-dc64-4e4b-96d7-de11cc56fb53/ilmastonmuutos-tuo-suomen-kotieläintaloudelle-mahdollisuuksia-ja-haasteita.html>

Ilmasto-opas (2014e). Muutoksen syyt ja seuraukset. Vaikutukset. Luonnonympäristö ja alkutuotanto. Maatalous. Ilmastonmuutos vaikuttaa maailman maatalouteen eri tavoin. Haettu 30.11.2017 osoitteesta



<https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/vaikutukset/-/artikkeli/8d5c316d-dc5c-4807-a488-3f23b917c22f/ilmastonmuutos-vaikuttaa-maailman-maatalouteen-eri-tavoin.html>

Ilmasto-opas (2016). Muutoksen syyt ja seuraukset. Suomen muuttuva ilmasto. Suomen ilmasto on lämmennyt. Päivitetty 21.3.2016. Haettu 30.11.2017 osoitteesta <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/suomen-muuttuva-ilmasto/-/artikkeli/16266ad3-e5f5-4987-8760-2b74655182d5/suomen-ilmasto-on-lammennyt.html>

Ilmasto-opas (2017a). Suomen muuttuva ilmasto. Ennustettu ilmastonmuutos Suomessa. Päivitetty 12.4.2017. Haettu 10.11.2017 osoitteesta <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/suomen-muuttuva-ilmasto/-/artikkeli/74b167fc-384b-44ae-84aa-c585ec218b41/ennustettu-ilmastonmuutos-suomessa.html>

Ilmasto-opas (2017b). Muutoksen syyt ja seuraukset. Sopeutuminen. Keskeiset sopeutumishaasteet Suomessa. Suomen maatalous voi sopeutua ilmastonmuutokseen. Haettu 27.11.2017 osoitteesta <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/sopeutuminen/-/artikkeli/4f8837f5-2649-485c-921a-4f0999f25cef/suomen-maatalous-voi-sopeutua-ilmastonmuutokseen.html>

Ilmasto-opas (n.d.a.). Sopeutumisen ja hillinnän väliset kytkennät. Haettu 29.11.2017 osoitteesta <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/sopeutuminen/-/artikkeli/9b35241c-70d6-4007-8bd2-adc889298b8b/sopeutumisen-ja-hillinnan-valiset-kytkennat.html>

Ilmasto-opas (n.d.b.). Keskeiset sopeutumishaasteet Suomessa. Haettu 29.11.2017 osoitteesta <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/sopeutuminen/-/artikkeli/c6c4fc92-cf01-43c4-b9d6-866d4f2e00f1/keskeiset-sopeutumishaasteet-suomessa.html>

Ilmasto-opas (n.d.c.). Nykyinen ilmasto -30 vuoden keskiarvot. Haettu 18.10.2017 osoitteesta <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/suomen-muuttuva-ilmasto/-/artikkeli/1c8d317b-5e65-4146-acdaf7171a0304e1/nykyinen-ilmasto-30-vuoden-keskiarvot.html>

Ilmasto-opas (n.d.d.). Maankäyttö ja rakentaminen. Haettu 30.11.2017 osoitteesta <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/vaikutukset/-/artikkeli/a68b5e44-a4bf-4230-8255-44a6620a30cb/maankaytto-ja-rakentaminen.html>

Ilmasto-opas (n.d.e.). Ilmastonmuutos aiheuttaa haasteita maantieliikenteelle. Haettu 30.11.2017 osoitteesta [https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/vaikutukset/-/artikkeli/11c9a295-4934-492b-afad-33ad270c75ad/maantieliikenne.html#h Ilmastonmuutos\\_ja\\_liikenneturvallisuus\\_maanteill](https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/vaikutukset/-/artikkeli/11c9a295-4934-492b-afad-33ad270c75ad/maantieliikenne.html#h Ilmastonmuutos_ja_liikenneturvallisuus_maanteill)

Ilmasto-opas (n.d.f.). Energian tarve ja huoltovarmuus muuttuvassa ilmastossa. Haettu 30.11.2017 osoitteesta <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/vaikutukset/-/artikkeli/12eead4d-e79b-4a1b-b618-8e1e0336a1d7/energian-tarve-ja-huoltovarmuus.html>

Ilmasto-opas (n.d.g.). Ekosysteemipalveluiden turvaaminen on tärkeää ilmastomuutoksen edetessä. Haettu 30.11.2017 osoitteesta <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/vaikutukset/-/artikkeli/a2e371f2-3997-4e51-ac9c-93425ab90590/ekosysteemipalvelut.html>

Ilmasto.org (n.d.). Ilmastomuutos. Haettu 30.11.2017 osoitteesta <http://ilmasto.org/ilmastonmuutos/lyhyesti>

Ilmatieteen laitos (n.d.a.). Kouvolan keskilämpötilan poikkeama 1981-2010 keskiarvosta. Haettu 30.11.2017 osoitteesta <http://ilmatieteenlaitos.fi/tilastoja-vuodesta-1961>

Ilmatieteen laitos (n.d.b.). Sää ja meri. Palvelunumerot ja mobiilisää. Haettu 30.11.2017 osoitteesta Ilmatieteen laitos. Mobiilisääpalvelut. <http://ilmatieteenlaitos.fi/palvelunumerot-ja-mobiilisaa>

Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC (2014a). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Fifth assessment report. Haettu 30.11.2017 osoitteesta [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-Chap23\\_FINAL.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-Chap23_FINAL.pdf)

Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC (2014b). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Fifth assessment report. Haettu 30.11.2017 osoitteesta [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-Chap8\\_FINAL.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-Chap8_FINAL.pdf)

Juhola ym. (2016). *Ilmastomuutoksen riskit, kustannukset ja vastuut: taupaustarkastelussa sato- ja tulvavahingot*. Ilmastopaneelin raportti 2/2016. Haettu 26.11.2017 osoitteesta [http://www.ilmastopaneeli.fi/uploads/selvitykset\\_lausunnot/ilmastopaneeli\\_ilmastomuutoksen%20riskit%202016.pdf](http://www.ilmastopaneeli.fi/uploads/selvitykset_lausunnot/ilmastopaneeli_ilmastomuutoksen%20riskit%202016.pdf)

Kersalo, J. & Pirinen, P. (2009). *Suomen maakuntien ilmasto*. Ilmatieteen laitos. Raportteja 2009:8. Haettu 18.10.2017 osoitteesta <https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/15734/2009nro%208.pdf?sequence=1>

Kimmo, J. (2017a). VL: Hulevedet. Sähköpostiviesti tekijälle 25.8.2017.

Kimmo, J. (2017b). Osonpuisto. VL: Hulevedet. Sähköpostiviesti tekijälle 25.8.2017.

Kimmo, J. (2017c). Tasausaltaan rakentaminen Teholan alueella. VL: Hulevedet. Sähköpostiviesti tekijälle 25.8.2017.

Kimmo, J. (2017d). Hulevesitulva Hinaajantiellä, Valkealan kaupunginosassa. VL:Hulevedet. Sähköpostiviesti tekijälle 25.8.2017.

Kouvola kaupunki (2013). *Taajamametsien hoitoperiaatteet*. Haettu 30.11.2017 osoitteesta [https://www.kouvola.fi/material/attachments/tekninenjymparistoimi/kartatjatontit/metsapalstat/6GyRioziZ/Taajamametsien\\_hoitoperiaatteet\\_2013.pdf](https://www.kouvola.fi/material/attachments/tekninenjymparistoimi/kartatjatontit/metsapalstat/6GyRioziZ/Taajamametsien_hoitoperiaatteet_2013.pdf)

Kouvola kaupunki (2016). *Kouvolan kaupungin ympäristöohjelma 2017–2020*. Haettu 29.11.2017 osoitteesta [https://www.kouvola.fi/material/attachments/aintranet/tekninenjymparisto/newfolder\\_10/FCarQxrHx/Ymparistoohjelma\\_kaupunginvaltuuston\\_hyvaisyma\\_060616.pdf](https://www.kouvola.fi/material/attachments/aintranet/tekninenjymparisto/newfolder_10/FCarQxrHx/Ymparistoohjelma_kaupunginvaltuuston_hyvaisyma_060616.pdf)

KSS Energia (2017). Vuosikertomus. Osavuositarkastus 1.1.–31.8.2017. Haettu 30.11.2017 osoitteesta <https://kssenergia.fi/shkn-myynti-kasvoi>

Kuntaliitto (2012). *Hulevesiopus*. Haettu 30.11.2017 osoitteesta [http://shop.kunnat.net/product\\_details.php?p=2714](http://shop.kunnat.net/product_details.php?p=2714)

Kuntaliitto (n.d.). Kymenlaakso. Naapurikunnat. Haettu 30.11.2017 osoitteesta <https://www.kuntaliitto.fi/kunta/kymenlaakso>

Kuoppa, J & Mäntysalo, R. (2010). *Kestävä yhdyskuntarakenteen ja elinympäristö*. Yhdyskuntasuunnittelun tutkimus- ja koulutuskeskuksen julkaisu. Aalto-yliopiston teknillinen korkeakoulu. Haettu 11.11.2017 osoitteesta <http://lib.tkk.fi/Reports/2010/isbn9789526032351.pdf>

Luhtala, S., Tuomenvirta, H., Pilli-Sihvola, K., Gregow, H., Hildén, M., Juholta, S., Räsänen, A. & Jurgilevich, A. (2017a). *Kuntien sää- ja ilmastoriskit kuriin riskien arvioinnilla ja hallinnalla*. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan artikkelisarja 2/2017. Haettu 30.11.2017 osoitteesta [http://tietokayttoon.fi/documents/1927382/2116852/2\\_2017\\_Kuntien+s%C3%A4%C3%A4-+ja+ilmastoriskit+kuriin+riskien+arvioinnilla+ja+hallinnalla/63602c84-a7ae-462f-8be4-0a7836d4a561?version=1.0](http://tietokayttoon.fi/documents/1927382/2116852/2_2017_Kuntien+s%C3%A4%C3%A4-+ja+ilmastoriskit+kuriin+riskien+arvioinnilla+ja+hallinnalla/63602c84-a7ae-462f-8be4-0a7836d4a561?version=1.0)

Luhtala, S., Tuomenvirta, H., Pilli-Sihvola, K., Gregow, H., Hildén, M., Juholta, S., Räsänen, A. & Jurgilevich, A. (2017b). *Sää- ja ilmastoriskien arviointi*. Haettu 30.11.2017 osoitteesta [http://tietokayttoon.fi/documents/1927382/2116852/2\\_2017\\_Kuntien+s%C3%A4%C3%A4-+ja+ilmastoriskit+kuriin+riskien+arvioinnilla+ja+hallinnalla/63602c84-a7ae-462f-8be4-0a7836d4a561?version=1.0](http://tietokayttoon.fi/documents/1927382/2116852/2_2017_Kuntien+s%C3%A4%C3%A4-+ja+ilmastoriskit+kuriin+riskien+arvioinnilla+ja+hallinnalla/63602c84-a7ae-462f-8be4-0a7836d4a561?version=1.0)

Luonnonvarakeskus (2016). Tietoa luonnonvaroista. Puutarhatuotanto ja ilmastonmuutos. Haettu 27.11.2017 osoitteesta <https://www.luke.fi/tieto-luonnonvaroista/puutarha/puutarhatuotanto-ja-ilmastonmuutos/>

Maa- ja metsätalousministeriö (2014a). *Kansallinen ilmastonmuutokseen sopeutumissuunnitelma 2022*. Haettu 29.11.2017 osoitteesta [http://mmm.fi/documents/1410837/1516663/2014\\_5\\_ilmastonmuutos.pdf/1716aa76-8005-4626-bae0-b91f3b0c6396](http://mmm.fi/documents/1410837/1516663/2014_5_ilmastonmuutos.pdf/1716aa76-8005-4626-bae0-b91f3b0c6396)

Maa- ja metsätalousministeriö (2014b). Kansallisen ilmastonmuutokseen sopeutumissuunnitelman viitekehys. Haettu 29.11.2017 osoitteesta [http://mmm.fi/documents/1410837/1516663/2014\\_5\\_ilmastonmuutos.pdf/1716aa76-8005-4626-bae0-b91f3b0c6396](http://mmm.fi/documents/1410837/1516663/2014_5_ilmastonmuutos.pdf/1716aa76-8005-4626-bae0-b91f3b0c6396)

Maa- ja metsätalousministeriö (n.d.a.). *Manner-Suomen maaseudun kehittämisohjelma 2014–2020*. Haettu 30.11.2017 osoitteesta [https://www.maaseutu.fi/globalassets/maaseutuohjelma/hyvakysyty-ohjelma\\_16.2.2017.pdf](https://www.maaseutu.fi/globalassets/maaseutuohjelma/hyvakysyty-ohjelma_16.2.2017.pdf)

Maa- ja metsätalousministeriö (n.d.b.). Vastuualueet. EU ja kansainväliset asiat. EU:n yhteinen maatalouspolitiikka. Haettu 30.11.2017 osoitteesta <http://mmm.fi/eu-ja-kansainvaliset-asiat/cap>

Martikainen, T. (2017). VL: Opinnäytetyö 26.11. Sähköpostiviesti tekijälle 27.11.2017.

Peltonen-Sainio, P., Sorvali, J., Müller, M., Huitu, O., Neuvonen, S., Nummelin, T., Rummukainen, A., Hynynen, J., Sievänen, R., Helle, P., Rask, M., Vehanen, T., & Kumpula, J. (2017). *Sopeutumisen tila 2017*. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 18/2017. Haettu 30.11.2017 osoitteesta [http://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/538722/luke-luobio\\_18\\_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/538722/luke-luobio_18_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Pitkänen, J., Penttilä, R. & Pöllönen, P. (2015). *Kaakkois-Suomen alueellinen maaseudun kehittämissuunnitelma 2014–2020*. Raportteja 8/15. Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Haettu 30.11.2017 osoitteesta [http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/103660/Raportteja%208\\_2015.pdf?sequence=5&isAllowed=y](http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/103660/Raportteja%208_2015.pdf?sequence=5&isAllowed=y)

Saarelainen, S. & Makkonen, L. (2007). *Ilmastonmuutokseen sopeutuminen tienpidossa*. Tiehallinnon selvityksiä 4/2007. Haettu 30.11.2017 osoitteesta <http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/139344/4549tie.pdf?sequence=1>

Salli, R., Lintusaari, M, Tiikkaja, H. & Pöllänen, M. (2008). *Keliolosuhteet ja henkilöautoliikenteen riskit*. Tutkimusraportti 68. Tampereen teknillinen yliopisto. Haettu 25.11.2017 osoitteesta <http://www.tut.fi/verne/aineisto/keliriskit.pdf>

Suomen ympäristökeskus (2010). *Kaupunkiseutujen yhdyskuntarakenne ja kasvihuonekaasupäästöt*. Suomen ympäristö 12/2010. Haettu 30.11.2017 osoitteesta <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/37964>

Tilastokeskus (2017a). Kasvua Suomen kasvihuonekaasupäästöissä. Haettu 30.11.2017 osoitteesta [https://www.stat.fi/til/khki/2016/khki\\_2016\\_2017-05-24\\_tie\\_001\\_fi.html](https://www.stat.fi/til/khki/2016/khki_2016_2017-05-24_tie_001_fi.html)

Tilastokeskus (2017b). Suomen kasvihuonekaasupäästöt 1990–2016. Poistumat on esitetty negatiivisina lukuina ja päästöt positiivisina lukuina. Haettu 30.11.2017 osoitteesta [https://www.stat.fi/til/khki/2016/khki\\_2016\\_2017-05-24\\_tie\\_001\\_fi.html](https://www.stat.fi/til/khki/2016/khki_2016_2017-05-24_tie_001_fi.html)

Veijalainen, N., Vehviläinen, B., Nurmi, T., Jakkila, J., Marttunen, M., & Käyhkö, J. (2012a). *Miten väistämättömään ilmastonmuutokseen voidaan varautua?* Haettu 30.11.2017 osoitteesta [http://mmm.fi/documents/1410837/1721026/MMM\\_julkaisu\\_2012\\_6.pdf/c01a813c-8538-4efa-b29e-4844d723c0af](http://mmm.fi/documents/1410837/1721026/MMM_julkaisu_2012_6.pdf/c01a813c-8538-4efa-b29e-4844d723c0af)

Veijalainen, N., Vehviläinen, B., Nurmi, T., Jakkila, J., Marttunen, M., & Aaltonen, J. (2012b). *Suomen vesivarat ja ilmastonmuutos -vaikutukset ja muutoksiin sopeutuminen*. Suomen ympäristö 16/2012. Haettu 30.11.2017 osoitteesta [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38789/SY16\\_2012.pdf?sequence=1](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38789/SY16_2012.pdf?sequence=1)

Wahlgren, I., Bärlund, G., Lautso, K. & Sihto, S. (2011). *Yhdyskuntarakenne, liikenne ja kasvihuonekaasupäästöt*. Haettu 30.11.2017 osoitteesta [www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2012/Wahlgren\\_TAF.pdf](http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2012/Wahlgren_TAF.pdf)

Ympäristöhallinto (2015a). Kartat ja tilastot. Ympäristön tilan indikaattorit. ilmasto ja energia. Ilmastonmuutokseen etenemiseen voidaan vaikuttaa. Päivitetty 27.11.2015. Haettu 10.11.2017 osoitteesta [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat\\_ja\\_tilastot/Ympariston\\_tilan\\_indikaattorit/Ilmastonmuutos\\_ja\\_energia/Ilmastonmuutoksen\\_etenemiseen\\_voidaan\\_va\(28551\)](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ja_tilastot/Ympariston_tilan_indikaattorit/Ilmastonmuutos_ja_energia/Ilmastonmuutoksen_etenemiseen_voidaan_va(28551))

Ympäristöhallinto (2015b). Keskilämpötilan muutos Suomessa eri skenaarioilla. Haettu 10.11.2017 osoitteesta [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat\\_ja\\_tilastot/Ympariston\\_tilan\\_indikaattorit/Ilmastonmuutos\\_ja\\_energia/Ilmastonmuutoksen\\_etenemiseen\\_voidaan\\_va\(28551\)](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ja_tilastot/Ympariston_tilan_indikaattorit/Ilmastonmuutos_ja_energia/Ilmastonmuutoksen_etenemiseen_voidaan_va(28551))

Ympäristöhallinto (2015c). Vuosisadannan muutos Suomessa eri skenaarioilla. Haettu 10.11.2017 osoitteesta [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat\\_ja\\_tilastot/Ympariston\\_tilan\\_indikaattorit/Ilmastonmuutos\\_ja\\_energia/Ilmastonmuutoksen\\_etenemiseen\\_voidaan\\_va\(28551\)](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ja_tilastot/Ympariston_tilan_indikaattorit/Ilmastonmuutos_ja_energia/Ilmastonmuutoksen_etenemiseen_voidaan_va(28551))

Ympäristöministeriö (2008). *Ilmastonmuutokseen sopeutuminen ympäristöhallinnon toimialalla*. Ympäristöministeriön raportteja 20/2008. Haettu 30.11.2017 osoitteesta [https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10138/41447/YMra20\\_2008.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10138/41447/YMra20_2008.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

Ympäristöministeriö (2011). *Ilmastonmuutokseen sopeutuminen ympäristöhallinnon toimialalla*. Toimintaohjelman päivitys vuosille 2011–2012. Ympäristöministeriön raportteja 18/2011. Haettu 29.11.2017 osoitteesta [http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10138/41499/YMra\\_18\\_2011\\_Ilmastonmuutokseen\\_sopeutumisen\\_toimintaohjelman\\_paivitys.pdf?sequence=2&isAllowed=y](http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10138/41499/YMra_18_2011_Ilmastonmuutokseen_sopeutumisen_toimintaohjelman_paivitys.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

Ympäristöministeriö (2015). *Ilmastotavoitteita edistävä kaavoitus*. Suomen ympäristö 3/2015. Haettu 30.11.2017 osoitteesta <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/154436>

Ympäristöministeriö (2016). *Ympäristöhallinnon ilmastonmuutokseen sopeutumisen toimintaohjelma 2022*. Ympäristöministeriön raportteja 25/2016. Haettu 30.11.2017 osoitteesta [http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/75594/YMra\\_25\\_2016\\_ilmastomuutokseen.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/75594/YMra_25_2016_ilmastomuutokseen.pdf?sequence=1&isAllowed=y)