

Varsinais-Suomen ilmatoriskiarvio
LUONNOSVERSIO



**Euroopan unionin
rahoittama**



CLIMAAX
climate ready regions



**Varsinais-Suomen liitto
Egentliga Finlands förbund**

VALONIA



Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or European Commission. Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.

Sisällysluettelo

Johdanto.....	2
Varsinais-Suomen ilmatoriskiarvio	5
1. Jokitulvat	6
2. Merivesitulvat	7
3. Rankkasateet.....	8
4. Helleaallot.....	9
5. Kuivuus	11
6. Maastopalot	13
7. Talviaikaiset riskit	14
8. Myrskytuulet.....	16
9. Bioottiset riskit.....	16
10. Luontoriskit	18
Nostoja ilmatoriskien yhteisvaikutuksista	19
1. Ilmatoriskeille haavoittuva Saaristomeri.....	19
2. Maanviljelyn sääolot muuttuvat yhä ennustamattommaksi	21
3. Ilmastonmuutos lisää maaperään kohdistuvia riskejä.....	22
4. Ilmastonmuutoksen heijastevaikutukset.....	23
Lähteet.....	25

Johdanto

Varsinais-Suomen ensimmäisessä maakunnallisessa ilmatoriskiarviossa arvioidaan eri ilmatoriskien vaikutusta maakuntaan sekä nyt että tulevaisuudessa. Ilmatoriskiarvion laatiminen on osa parhaillaan käynnissä olevaa maakunnallista ilmastonmuutokseen sopeutumisen suunnittelua, jonka tarkoituksena on parantaa maakunnan kestävyyttä ilmastonmuutoksen vaikutuksia kohtaan. Yhteisesti jaetun maakunnallisen ilmatoriskiarvion laatiminen on olennainen vaihe suunnittelutyössä: riskeihin voidaan varautua tehokkaasti vain, mikäli ne tunnetaan riittävän hyvin.

Ilmasto muuttuu vauhdilla – Sään ääri-ilmiöitä luvassa entistä useammin

Pohjoisten alueiden ja siten myös Varsinais-Suomen ilmasto muuttuu vauhdilla. Vuoden keskilämpötila oli Varsinais-Suomessa vertailukaudella 1991–2020 0,6 astetta korkeampi kuin edeltävällä vertailukaudella 1981–2010. Vuosisadan loppuun mennessä ilmaston arvioidaan lämpenevän eri skenaarioiden perusteella 1,7–5 astetta vertailukauteen 1981–2010 verrattuna.

Muuttuva ilmasto lisää erilaisten sään ääri-ilmiöiden riskiä. Rankkasateet, tulvat, helteet ja kuivuus ovat esimerkkejä ilmatoriskeistä, jotka sekä yleistyvät että voimistuvat tulevaisuudessa. Ilmatoriskillä tarkoitetaan ihmisiin, luontoon tai vaikkapa elinkeinoihin kohdistuvaa haitallisen vaikutuksen riskiä. Riskit voivat olla edellä mainittujen ilmiöiden tavoin äkillisiä säätapauhtumia tai kroonisia hitaasti kehittyviä ilmiöitä, kuten talvien muuttuminen tai rakennusten pitkäaikainen kosteuskuormitus.

Ilmastonmuutos haastaa sekä luonnon ekosysteemejä että yhteiskunnan eri sektoreita

Sekä luonto että yhteiskunnan eri sektorit ovat sopeutuneita ilmastoon, jota ei enää ole olemassa: ilmastonmuutos haastaa niin asukkaita, yrityksiä, infrastruktuuria kuin myös luonnon ekosysteemeitäkin ennennäkemättömällä tavalla. Ilmastonmuutokseen sopeutuminen on sitä helpompaa ja sen tarve vähäisempää mitä vähemmän ilmasto muuttuu. Päästövähennysten jatkamista voidaan näin ollen perustellusti pitää tärkeimpänä sopeutumisen keinona. Konkreettiset toimenpiteet maakunnassa ovat tästä huolimatta välttämättömiä, sillä ilmastonmuutoksen vaikutukset näkyvät jo nyt. Ilmastonmuutosta ja luontokatoa ei ole myöskään mahdollista ratkaista erillisinä ongelmina, sillä ne ovat tiiviissä yhteydessä toisiinsa voimistaen toistensa vaikutuksia.

Ilmastonmuutoksen asettamiin haasteisiin vastaaminen on mahdollista, mutta se vaatii aktiivisia toimia maakunnan kaikilta toimijoilta niin ilmastonmuutoksen hillinnän, siihen sopeutumisen kuin myös luonnon monimuotoisuudenkin eteen. Riskiarviossa on kuvattu monien ilmatoriskien mahdollisia vaikutuksia maakuntaan. Kuvattujen riskien toteutuminen riippuu kuitenkin monista eri tekijöistä, ja maakunnan toimijoiden on yhdessä mahdollista vaikuttaa siihen, millaisessa Varsinais-Suomessa tulevaisuudessa haluamme elää.

Näin arvio laadittiin

Varsinais-Suomen ilmatoriskiarvio on laadittu Valoniassa osana maakunnallista [CLIVAS-hanketta](#). Arvio on laadittu CLIMAAX-hankkeen [mallien](#) mukaisesti.

Riskiarvio on koostettu yhdistämällä tietoa olemassa olevista selvityksistä ja tutkimuskirjallisuudesta sekä CLIMAAX-työkalujen avulla rankkasateista ja maatalouden kuivuudesta tehdyistä riskianalyseista. Tämän lisäksi työssä on tavattu ja konsultoitu maakunnan eri toimijoita ja keskeisimpiä sidosryhmiä maakunnallisten näkemysten ja tiedon esiin tuomiseksi. Maakunnallisten toimijoiden lisäksi myös Ilmatieteen laitoksen, Suomen ympäristökeskuksen ja Luonnonvarakeskuksen tutkijat ovat olleet työssä hankkeen tukena. Riskiarviotyön yhteydessä järjestettiin kaksi työpajaa, joista toinen suunnattiin asukkaille ja toinen asiantuntijoille.

Ilmatoriskiarviossa on arvioitu pääasiassa maakunnan sisäisiä ennustettavissa olevia kehityskulkuja. On kuitenkin hyvä huomata, että ilmastonmuutoksella voi olla arvaamattomia koko planeetan ilmastoon vaikuttavia vaikutuksia. Tällaisia vaikutuksia ovat erilaiset ilmastonmuutoksen systeemiset keikahduspisteet, kuten Pohjois-Atlantin merivirtojen romahtaminen, joka toisi mukanaan suuria muutoksia Varsinais-Suomen ilmastoon. Paikallisella sopeutumistyöllä ei ole mahdollista torjua näiden ilmiöiden vaikutuksia, vaan niiden osalta tärkein ennaltaehkäisevä toimenpide on ilmastonmuutoksen hidastaminen.

Mikä on ilmatoriski?

Ilmatoriski koostuu neljästä eri tekijästä. Vaaratekijä, haavoittuvuus sekä altistuminen lisäävät riskiä, sopeutumisen toimet vähentävät sitä.

Kuvaaja ilmatoriskistä

Vaaratekijällä tarkoitetaan esimerkiksi erilaisia sään ääri-ilmiöitä kuten tulvia tai helleaaltoja. Haavoittuvuuden osalta puhutaan esimerkiksi vanhusten tai monisairaiden kaltaisista ihmisryhmistä, maa- ja metsätalouden kaltaisista sektoreista tai vaikkapa Saaristomeren kaltaisista herkistä luonnon ekosysteemeistä. Altistuminen puolestaan tarkoittaa sitä, että haavoittuva tekijä sijoittuu vaaratekijän vaikutuksille alttiille alueelle. Tämä voi tarkoittaa esimerkiksi sitä, että haavoittuvaan ryhmään kuuluva asuu tukahduttavan kuumassa asunnossa.

Ilmastonmuutokseen sopeutumisella tarkoitetaan toimia, joilla varaudutaan ilmatoriskeihin aktiivisesti ja ennakkoinen. Yksittäisiin luonnonilmiöihin kuten rankkasateiden toteutumiseen vaikuttaminen ei ole mahdollista, mutta sopeutumisen toimilla voidaan alentaa sekä haavoittuvuutta että altistumista vaaratekijälle. Sopeutumisen toimilla pyritään vähentämään

erityisesti vakavimpien seurausten riskiä ja varmistamaan yhteiskunnan ja luonnon ekosysteemien toiminta kaikissa tilanteissa.

Sopeutumisen työ ei poista päästövähennysten tarvetta, sillä mitä enemmän ilmastonmuutosta kyetään hillitsemään, sitä vähemmän toimia tarvitaan ja sitä helpompaa sopeutuminen on. Sopeutumisen toimilla on omat luonnon asettamat rajansa, jolloin sopeutuminen ei välttämättä ole enää mahdollista ilman merkittäviä muutoksia yhteiskunnan tai luonnon toimintakykyyn. Varsinais-Suomessa tilanne on esimerkiksi Etelä-Eurooppaan verrattuna tämän osalta hyvä, mutta maakunnassa luonnon rajat saattavat hyvinkin tulla vastaan Saaristomeren tilan kohdalla.

Varsinais-Suomen ilmatoriskiarvio (Ei lopullinen visualisointi)

Riski	Vakavuus		Toimien kiireellisyys	Olemassa oleva kapasiteetti	Riskin priorisointi
	Nykyinen	Tulevaisuus			
Jokitulva	Kohtalainen	kohtalainen	Seurattava tarkasti	Merkittävä	Matala
Merivesitulva	Kohtalainen	Merkittävä	Enemmän toimia tarvitaan	Kohtalainen	Korkea
Rankkasateet	Kohtalainen	Merkittävä	Välittömiä toimia tarvitaan	Kohtalainen	Erittäin korkea
Helleaallot	Kohtalainen	Merkittävä	Välittömiä toimia tarvitaan	Matala	Erittäin korkea
Kuivuus	Kohtalainen	Merkittävä	Enemmän toimia tarvitaan	Kohtalainen	Korkea
Metsäpalot	Lievä	kohtalainen	Seurattava tarkasti	Korkea	Matala
Talviaikaiset riskit	Kohtalainen	kohtalainen	Enemmän toimia tarvitaan	Kohtalainen	Kohtalainen
Myrskytuulet	Lievä	Lievä	Ei tarvetta lisätoimille	Merkittävä	Matala
Bioottiset riskit	Kohtalainen	Merkittävä	Seurattava tarkasti	Kohtalainen	Kohtalainen
Luontoriskit	Merkittävä	Kriittinen	Välittömiä toimia tarvitaan	Kohtalainen	Erittäin korkea

Oheiseen taulukkoon on koostettu arviot eri ilmatoriskien vakavuudesta nyt ja tulevaisuudessa, toimien kiireellisyydestä sekä nykyisestä riskienhallintakapasiteetista. Riskejä on tämän pohjalta vertailtu ja priorisoitu keskenään. Riskien priorisointi auttaa suuntaamaan rajalliset resurssit niihin riskeihin, jotka nähdään vaikutuksiltaan kaikkein vakavimpina. Riskien arvioinnissa on käytetty CLIMAAX-hankkeen yhteiseurooppalaisia arviointiperusteita. Eri riskitasojen arviointiperusteet löytyvät [CLIMAAX-hankkeen sivuilta](#).

Yhdenkään riskitekijän ei ennakoida vähenevän tulevaisuudessa ilmastonmuutoksen vaikutuksesta. Myrskytuulten ja jokitulvien aiheuttaman riskin ennakoidaan säilyvän suurin piirtein ennallaan, mutta muiden riskien ennakoidaan pahenevan. Rankkasateet, helleaallot, luontoriskit ja kuivuuden osalta maatalouden kuivuus arvioitiin kaikkein suurimmiksi maakunnallisiksi riskitekijöiksi.

Ilmatoriskit on esitelty alla erikseen. Riskeillä on kuitenkin myös monenlaisia ristivaikutuksia ja monet niistä, kuten esimerkiksi rankkasateet ja kuivuus, liittyvät tiiviisti toisiinsa. Näitä yhteisvaikutuksia on pyritty tuomaan kuvauksissa esiin. Yksittäisten riskikuvausten lisäksi arvio sisältää neljä esimerkinostoa yhteisriskivaikutuksista (Saaristomeri, maatalous, maaperäriskit ja ilmastonmuutoksen heijastevaikutukset).

1. Jokitulvat

Tiivistelmä: Ilmastonmuutos muuttaa tulvakausia ja lisää vuotuisia sademääriä sekä rankkasateita. Jokitulvat ovat Varsinais-Suomessa nykytoimin pääosin hallinnassa. Kriittiset paikat on tunnistettu tulvamallinnuksin ja erityiset riskikohteet on onnistuttu suojaamaan tulvarakentein. Tilanne ei vaadi merkittäviä lisätoimia, mutta sen kehittymistä on ilmaston muuttuessa kuitenkin syytä seurata.

Ilmastonmuutoksen myötä kevättulvat vähentyvät ja syksy- sekä talviaikaiset tulvat lisääntyvät. Ilmastonmuutos kasvattaa sekä vuotuisia sademääriä että rankkasateiden voimakkuutta ja yleisyyttä.

Jokitulvat ovat Varsinais-Suomessa pääosin hallinnassa. Kriittiset paikat on kyetty tunnistamaan tulvamallinnuksin ja erityiset riskikohteet esimerkiksi Salossa ja Perniössä on onnistuttu suojaamaan tulvarakentein. Salon keskustan läpi virtaava Uskelanjoki sekä Perniön keskustan läpi kulkeva Kiskonjoki ovat tehtyjen toimien ansiosta poistuneet merkittävien tulvariskialueiden joukosta, minkä myötä Varsinais-Suomessa ei ole enää ainuttakaan merkittävän jokitulvariskin aluetta. Tilanteen kehittymistä on kuitenkin ilmaston muuttuessa syytä seurata ja ryhtyä tarvittaessa lisätoimiin.

2. Merivesitulvat

Tiivistelmä: Maankohoaminen suojelee rannikkoa merivesitulvilta arvioiden mukaan ainakin vuosisadan puoliväliin asti. Valtamerten pinnan nousu kasvattaa meritulvariskejä vuosisadan loppua kohti. Turun rannikko on tunnistettu erityiseksi merivesitulvariskikohteeksi. Merenrannoille kaavoitetaan ja rakennetaan edelleenkin uutta asutusta, mikä lisää ihmisiin kohdistuvia riskejä. Merivesitulvariskit tulisi huomioida rakentamisessa nykyistä paremmin jo rakennusvaiheessa.

Maankohoaminen suojelee Varsinais-Suomessa rannikkoa merivesitulvilta arvioiden mukaan vähintäänkin vuosisadan puoliväliin asti, jonka jälkeen merenpinnan nousun arvioidaan muuttuvan maankohoamista nopeammaksi. Meritulvariskin arvioidaan tämän vuoksi kasvavan vuosisadan loppua kohti. Merenpinnan nousu riippuu ilmastonmuutoksen hillinnästä ja eri keikahduspisteistä, joten tulevaisuuden tarkka ennustaminen on hankalaa.

Turun rannikko on merkittävä merivesitulvariskialue

Turun rannikko on tunnistettu merivesitulvien kannalta merkittäväksi tulvariskialueeksi. Alueelle on tehty [tulvariskien hallintasuunnitelma](#), jossa eriasteisten tulvien vaikutuksia on selvitetty tarkemmin, arvioitu vahinkojen kokoluokkia ja asetettu tavoitteita ja toimenpiteitä riskienhallintaan. Merivesitulvat ovat maakunnassa aiheuttaneet ajoittaista taloudellista vahinkoa kiinteistöille ja autoille erityisesti Turun sataman alueella sekä katkoneet teitä saaristossa. Turun sataman alueelle on tehty tulvarakenteita riskin alentamiseksi, mutta muuttuva ilmasto lisää riskienhallinnan haasteita.

Kuvaaja tulvavahingoista

Rantarakentaminen kasvattaa tulvariskiä

Rannat ovat asumisen kannalta houkuttelevia kohteita. Uusia asuinalueita suunnitellaan tulvariskeistä huolimatta niille edelleenkin, mikä lisää henkeen ja terveyteen kohdistuvia riskejä. Vaikka Turun alueelle on jo asetettu alin suositeltava rakentamiskorkeus, kaavoituksessa ja rakennussäädöksissä ei ole kyetty huomioimaan tulevaisuuden ilmastoa kuitenkaan vielä riittävästi. Merivesitulvariskin kasvu toteutuu todennäköisesti vasta vuosikymmenten päästä, joten suunnitteluprosesseihin tarvitaan pitkän aikajänteen skenaarioajattelua selkeästi nykyistä enemmän.

Asuinrakennuksiin kohdistuvien vahinkojen lisäksi tulvat voivat katkoa tieyhteyksiä, jolloin liikkuminen vaikeutuu ja esimerkiksi pelastusajoneuvojen saapuminen saattaa hätätilanteessa hidastua. Kriittinen infrastruktuuri kuten esimerkiksi sähkön-, lämmön- tai vedenjakelu

saattavat vakavassa tulvatilanteessa häiriintyä. Turun satama on taloudellisesti tärkeä kohde, jossa tulvat voivat aiheuttaa merkittävää vahinkoa.

3. Rankkasateet

Tiivistelmä: Rankkasateiden arvioidaan voimistuvan ja yleistyvän ilmastonmuutoksen myötä. Yhä voimakkaammat rankkasateet haastavat infrastruktuuria erityisesti rakennetussa ympäristössä. Hulevesijärjestelmät on suunniteltu aiemman ilmaston vaatimuksille ja niissä on mittavasti korjausvelkaa. Luontopohjaisia veden viivyttämiseen ja imeyttämiseen tärkeitä ratkaisuja on otettu käyttöön, mutta niitä tarvitaan selkeästi lisää. Voimakkaat rankkasateet aiheuttavat Varsinais-Suomessa ongelmia jo nyt, joten toimiin on ryhdyttävä kiireellisesti.

Rankkasateiden arvioidaan jatkossa voimistuvan Varsinais-Suomessa 20–50 % ja yleisyyden kasvavan kaksinkertaisesta jopa kymmenkertaiseksi nykyisestä. Voimakkaiden kertaluontoisten rankkasateiden lisäksi myös tavanomaisempi sadanta lisääntyy ilmastonmuutoksen myötä. Yleinen sadannan kasvu keskittyy erityisesti talvikuukausiin ja se liittyy vahvasti talvien lämpenemiseen.

Kuvaaja rankkasadeanalyyseista yleisyys + voimakkuus

Voimakkaat rankkasateet haastavat rakennettua ympäristöä

Yhä voimakkaampien rankkasateiden aiheuttamat hulevesitulvat ovat rakennetun ympäristön keskeisimpiä ilmastoriskejä. Hulevesitulvat voivat aiheuttaa suurta taloudellista vahinkoa esimerkiksi kellareissa tai muissa tulvimiselle alttiissa rakenteissa. Kaupunkirakenteen tiivistyminen ja läpäisemättömien pintojen lisääntyminen lisäävät alttiutta hulevesitulville.

Kaupunkien hulevesijärjestelmät on mitoitettu aiemman ilmaston sademäärille, eikä niiden kapasiteetti välttämättä riitä vastaamaan muuttuvan ilmaston vaatimuksiin. Tilannetta pahentaa hulevesiverkostoihin jo valmiiksi muodostunut korjausvelka ja julkisen sektorin heikko taloudellinen tilanne. Rakennetussa ympäristössä ei teknisten hulevesiratkaisujen ohella ole riittävästi huomioitu veden viivyttämistä ja imeytymistä tukevia luontopohjaisia ratkaisuja. Tonteilta on veden viivyttämisen ja imeyttämisen sijaan pyritty johtamaan vedet mahdollisimman pikaisesti muualle, mikä on johtanut hulevesijärjestelmien ylikuormittumiseen. Kiinteistönomistajilta ei toistaiseksi ole kyetty vaatimaan tarpeeksi lisätoimia ongelmiin puuttumiseksi.

Hulevesitulvat vaikeuttavat liikkumista ja voivat johtaa vaaratilanteisiin

Hulevesitulvat voivat pahimmillaan aiheuttaa vaaratilanteita. Ihmisiä voi tulvatilanteessa joutua veden varaan ja lisäksi tulvat voivat hätätilanteessa hidastaa pelastushenkilöstön saapumista paikalle. Tulvat vaikeuttavat liikuntarajoitteisten liikkumista eikä kaikkialle ole välttämättä olemassa esteettömiä vaihtoehtoreittejä. Lisääntynyt sadanta ja voimakkaat rankkasateet voivat heikentää erityisesti valmiiksi heikossa kunnossa olevien päällystämättömien teiden kuntoa, mistä voi aiheutua taloudellisia vaikutuksia esimerkiksi maa- ja metsätaloudessa.

Rankkasateet aiheuttavat taloudellisia tappioita ja ympäristöhaittoja

Maataloudessa rankkasateiden ja voimakkaan tuulen yhdistelmä voi aiheuttaa merkittäviäkin satotappioita ja pitkäaikainen sadanta voi johtaa peltojen vettymiseen. Maatiloilla ei välttämättä ole kyetty varautumaan runsastuviin sateisiin, sillä pellon vesitalouden ja maan kasvukunnon parantamisessa on paljon korjausvelkaa. Kuivuusjaksojen jälkeiset rankkasateet köyhdyttävät peltoja viemällä kiintoaineksen mukana runsaasti ravinteita vesistöihin ja Saaristomereen heikentäen vedenlaatua ja voimistaen rehevöitymistä.

4. Helleaallot

Tiivistelmä: Hellepäivien lukumäärän ja hellejaksojen pituuden ennakoidaan tulevaisuudessa kasvavan merkittävästi. Nykyinen rakennuskanta on suunniteltu viileämpään ilmastoon, jolloin rakennukset sitovat lämpöä itseensä ja viilenevät hitaasti. Viilennysratkaisuja on otettu käyttöön, mutta ne ovat usein luonteeltaan asuntokohtaisia ja energiankäyttöltään intensiivisiä. Ratkaisujen käyttöönottoa hidastavat ilmastokestävien investointien kalleus sekä monien taloyhtiöiden heikko taloudellinen tilanne, minkä vuoksi ongelman ratkaisemisessa voi kestää kauan. Helleaallot aiheuttavat väestötasolla jo nyt merkittävää ylikuolleisuutta, mikä vaatii kiireellistä huomiota.

Hellepäivien lukumäärän ja yksittäisten hellejaksojen pituuden ennakoidaan tulevaisuudessa kasvavan Varsinais-Suomessa merkittävästi. Hellepäivien määrä on kasvanut Varsinais-Suomessa jo nyt ja niiden määrän ennakoidaan jopa kolminkertaistuvan vuosisadan loppuun mennessä.

Kuvaaja hellepäivien määrästä

Lämpösaarekeilmiö vahvistaa helteiden vaikutusta kaupungeissa

Lämpösaarekeilmiö lisää lämpötilaa kaupungeissa. Esimerkiksi Turussa tehdyissä lämpösaarekeilmiötutkimuksissa on selvinnyt, että lämpötila kaupungin keskustassa voi olla useita asteita ympäröiviä seutuja korkeampi. Suomessa rakennukset on eristetty talvea silmällä pitäen, minkä vuoksi ne lämpenevät hellejaksojen aikaan voimakkaasti ja viilenevät hitaasti. Rakennus- ja huoneistokohtaiset viilennysratkaisut ovat yleistymässä, mutta ne ovat edelleen suhteellisen harvinaisia erityisesti vanhemmissa kerrostaloasunnoissa. Monissa viilennysratkaisuissa käytetään luontopohjaisten ratkaisujen sijaan paljon energiaa, mikä ei ole ilmastonmuutoksen hillinnän kannalta hyvä ratkaisu. Sairaalat, vanhainkodit ja muut terveydenhuollon yksiköt ovat helteelle erityisen haavoittuvia kohteita. Rakennuskanta uudistuu hitaasti, monilla taloyhtiöillä on taloudellisia vaikeuksia ja viilennysratkaisujen toteuttaminen laajassa mittakaavassa on kallista, mikä hidastaa sopeutumistoimien tekemistä.

Helleaalloilla on suoria vaikutuksia sekä ihmisten että luonnon hyvinvointiin

Suomalaiset ovat sopeutuneet viileään ilmastoon ja kuolleisuus alkaa väestössä nousta jo päivän keskilämpötilan ylittäessä 15 astetta (vrt. 25 astetta Välimeren alueella). Kuolleisuus nousee merkittävästi keskilämpötilan ylittäessä 20 astetta. Helteen vaikutuksille erityisen haavoittuvia ryhmiä ovat muun muassa vanhukset, pitkäaikaissairaat ja pienet lapset. Liikuntarajoitteisilla ei välttämättä ole mahdollisuutta siirtyä viilennettyihin tiloihin tai lämpösaarekkeen keskeltä kaupungista luontoon. Vuokra-asunnoissa asuvat ja pienituloiset ovat erityisen haavoittuvia, sillä heillä ei välttämättä ole mahdollisuutta vaikuttaa kotinsa kuumuuteen tai muuttaa uuteen asuntoon. Nykyinen lainsäädäntö ei vaadi riittävän voimakkaasti vuokranantajia puuttumaan asiaan. Helleaallot aiheuttavat jo nyt merkittävää kuolleisuuden nousua, joten lisätoimia tarvitaan välittömästi.

Karttakuva lämpötilan aiheuttamista riskeistä

Kuumat ajanjaksot heikentävät työn tuottavuutta ja aiheuttavat terveysriskejä erityisesti ulkotyötä tekeville ihmisille. Kuumuus kasvattaa virhealttiutta ja voi johtaa lämpöhalvaukseen. Hellejaksot pahentavat mielenterveysongelmia ja lisäävät väkivaltarikollisuutta. Meriveden lämpeneminen lisää tiettyjen tautien kuten noroviruksen tai verenmyrkytystä aiheuttavan vibriobakteerin esiintymistä.

Hellejaksot kuivattavat eliöiden juomapaikkoja ja vaikeuttavat ravinnonhankintaa. Lämpöön tottumaton kasvillisuus kärsii kuumuudesta ja hoidettujen alueiden kastelutarve lisääntyy. Vesistöt voivat lämmetä voimakkaasti, mikä voi pahimmillaan johtaa laajoihin kalakuolemiin. Saaristomerellä helteistä johtuva veden lämpötilan nousu voi johtaa voimakkaisiin

sinileväkukintoihin. Helteet vaikuttavat luonnon eläinten lisäksi myös lemmikkeihin sekä tuotantoeläimiin, jotka voivat kärsiä vakavistakin oireista.

5. Kuivuus

Tiivistelmä: Varsinais-Suomi on Suomessa erityinen kuivuusriskialue. Kuivuus näkyy erityisesti maataloudessa, missä lisätoimia kaivataan kiireellisesti. Kuivuus aiheuttaa maakunnassa viljelijöille jo nykyisin lähes vuosittaisia satotappioita ja tilanteen ennakoitaan pahenevan lähitulevaisuudessa entisestään. Järvien vähäinen määrä tekee kastelun lisäämisestä hankalaa, sillä virtavesien kastelukapasiteetti ei kuivuustilanteessa riitä. Turun seudun vesihuolto on varautunut kuivuuteen erinomaisesti, eikä tekopohjaveden riittävydelle ole uhkakuvia. Kuivuus haastaa kuitenkin haja-asutusalueiden vesihuoltoa ja erityisesti kaivovettä talousvetenään käyttävät kotitaloudet sekä saaristo ovat riskikohteita, joissa vedensaanti ja -laatu voivat heikentyä.

Varsinais-Suomi on Suomessa erityinen kuivuusriskialue. Peltomaan merkittävä osuus, maaperän kuivuusherkyys, maatalouden runsas vedenkäyttö, vesivarastojen vähyys ja maatalouden merkitys sekä työllistäjänä että huoltovarmuustekijänä tekevät maakunnan haavoittuvaksi kuivuuden vaikutuksille. Laitilassa ja Uudessakaupungissa sijaitseva Sirppujoen valuma-alue on maakunnassa erityisen haavoittuva alue, jonne on tehty Suomen ensimmäinen [kuivuusriskien hallintasuunnitelma](#). Ilmastonmuutoksen arvioidaan pidentävän ja pahentavan kuivuusjaksoja. Suomen ympäristökeskus ja elinvoimakeskukset seuraavat kuivuustilannetta ja antavat ennusteita kuivuustilanteen kehittymisestä.

Kuva valtakunnallisesta kuivuushaavoittuvuusindeksistä

Alkutuotanto kärsii kuivuudesta – maatalous erityinen riskisektori

Kuivuuden vaikutukset näkyvät erityisesti maataloudessa. Varsinaissuomalaisille viljelijöille aiheutuu kuivuudesta jo nykyisin lähes vuosittaisia satotappioita ja tilanteen ennakoitaan pahenevan lähitulevaisuudessa entisestään. Kuivuusjaksot osuvat yhä useammin keväälle aikaan, jolloin viljelykasvien vedentarve on kaikkein suurimmillaan. Kuivuus vaikuttaa erityisesti kevätkylvöisten kasvien itämiseen ja sadonmuodostukseen. Kastelun lisääminen on järvien luontaisen vähyiden ja virtavesien riittämättömän kastelukapasiteetin vuoksi hankalaa. Lisäksi kannattamattomuusongelmat heikentävät monien viljelijöiden kohdalla mahdollisuuksia lisätä toimia. Koska kastelua ei ole mahdollista lisätä laajasti, tarvitaan

kiireellisesti erilaisia luontopohjaisia vesienhallintaan liittyviä ratkaisuja valuma-alueilla sekä pelloilla maan kasvukunnon parantamista lisäämällä orgaanista ainesta ja veden pidätyskykyä.

Kuvaaja maatalouden viljelylajikohtaisista kuivuusriskianalyyseistä

Kuivuus aiheuttaa metsätaloudessa taloudellisia tappioita hidastamalla puuston kasvua ja altistamalla puut taudeille ja tuholaisille. Ilmastoriskeihin on metsätaloudessa kiinnitetty huomiota jo pitkään, mutta toimien vaikuttavuutta hidastaa metsien hidas, vuosikymmeniä kestävä uudistuminen. Liian kuiville alueille istutetut kuusimetsät ovat erityisiä riskikohteita, joissa puuston kasvu saattaa ilmastonmuutoksesta aiheutuvasta yleisestä puuntuotannon lisääntymisestä huolimatta taantua. Kuivuus kasvattaa myös maastopaloriskiä.

Haja-asutusalueiden vesihuolto riskikohde

Turun seudulla talousvedensaantiin on varauduttu hyvin, eikä kuivuus aseta sen saatavuudelle nykyisellään minkäänlaista riskiä. Kokemaenoesta Virttaankankaan tekopohjavesilaitokselle johdetun veden avulla tuotetaan laadukasta talousvettä maakunnassa 300 000 asukkaalle sekä teollisuuden käyttöön.

Sen sijaan haja-asutusalueilla kuivuus vaikuttaa kotitalouksien ja eläintilojen talousveden saantiin. Pohjavesialueet ovat jakautuneet maakunnassa epätasaisesti ja sijaitsevat asutuksen ja vedenkäytön kannalta pääsääntöisesti epäedullisissa paikoissa. Pohjavesialueet ovat paikoin pienehköjä ja pohjavesivarannot vähäisiä. Kaivovettä talousvetenään käyttävissä kotitalouksissa sekä saaristossa juomaveden saatavuus ja laatu voivat heikentyä ja vedentulo pahimmillaan loppua jopa kokonaan. Kuivuusjaksojen aikana voidaan antaa suosituksia vedenkäytön vähentämiseksi. Poikkeustilanteessa vedenjakelun kapasiteetti ei nykyisellään välttämättä riitä. Puhtaasta vedestä riippuvaiset yritykset esimerkiksi elintarvikealalla voivat häiriötilanteessa joutua supistamaan tuotantoaan.

Kuivat kaudet vaikuttavat luontoon ja maaperään

Kuivuus vaikuttaa lajeihin ja ekosysteemeihin. Se vaikuttaa ravintoketjuihin heikentäen eliöiden ravinnonhankintaa. Kasvillisuus kärsii kuivuudesta, hoidettujen ympäristöjen kastelutarve lisääntyy ja kuivuutta kestävä kasvillisuus voi tuhoutua. Kuivina aikoina vesistöt voivat pahimmillaan kuivua jopa kokonaan aiheuttaen jopa peruuttamatonta tuhoa vesiekosysteemeille. Luonnon eliöistä esimerkiksi siilit ja oravat kärsivät kuivuudesta.

Varsinais-Suomelle tyypillinen savimaaperä painuu kuivuessaan, mikä rikkoo samalla rakennusten perustuksia ja putkistoja. Pitkän kuivuusjakson jälkeiset rankkasateet puolestaan kasvattavat eroosiota ja maanvyörymärisiä. Pohjaveden pinnan aleneminen voi happamalla sulfaattimailla johtaa vesistöjen happamoitumiseen ja haitallisten raskasmetallien liukenemiseen veteen.

6. Maastopalot

Tiivistelmä: Maastopalokausi alkaa tulevaisuudessa aiemmin ja kestää pidempään. Maastopaloista syntyvän riskin ei ennusteta kuitenkaan kasvavan merkittävästi. Maastopalot ovat hyvin hallinnassa ja suuria paloja syttyy vain harvoin. Maastopalovaroitussjärjestelmä on toimiva ja syttyneet palot kyetään havaitsemaan ja sammuttamaan nopeasti. Palojen hallinnan kannalta olennainen metsäautotieverkosto on kattava mutta osittain heikossa kunnossa. Tilanteen kehittymistä on ilmaston muuttuessa syytä seurata ja ryhtyä tarvittaessa lisätoimiin.

Varsinais-Suomesta [tehdyn riskianalyysin perusteella](#) maastopaloaaran ei kokonaisuudessaan ennusteta kasvavan ilmastonmuutoksen myötä merkittävästi. Merkittävimmän muutoksen arvioidaan tapahtuvan keväällä, jolloin lumien sulamisen aikaistuminen ja sitä seuraavien kuivuusjaksojen yleistyminen aikaistaa maastopalokauden alkua. Talviaikaisten tuulituhojen lisääntyminen saattaa lisätä palavan aineksen määrää metsissä. Vaikka maastopalokausi piteneekin keväällä, kesällä maastopalojen esiintyminen saattaa pitkien hellejaksojen yleistymisestä huolimatta kuitenkin jopa laskea. Arvioissa on epävarmuustekijöitä, minkä vuoksi maastopalariskin kehitystä on syytä seurata tarkasti ja lisätä toimia tarvittaessa.

Maastopaloihin varautuminen on Suomessa hyvällä tasolla

Maastopalot ovat Suomessa olleet jo pitkään hyvin hallinnassa ja suuria paloja on syttynyt vain harvoin. Suomessa on toimiva metsäpalovaroitussjärjestelmä ja syttyneet maastopalot kyetään yleensä havaitsemaan sekä sammuttamaan nopeasti. Maastopalojen sammuttaminen on kuitenkin pois muilta kiireellisiltä pelastustehtäviltä, joihin vastaaminen voi pahimpaan metsäpaloaikaan viivästyä.

Kattava metsäautotieverkosto auttaa palojen nopeassa sammuttamisessa, mutta toisaalta monien yksityisteiden kunto on heikko. Talvien leudontuminen kuormittaa teitä jatkossa yhä enemmän, mikä saattaa vaikeuttaa kattavan tieverkoston ylläpitämistä. Koska maastopaloaika alkaa tulevaisuudessa keväällä yhä aikaisemmin, talven jäljiltä huonokuntoiset tiet saattavat vaikeuttaa palokohteisiin pääsemistä.

Maastopalot ovat riski terveydelle ja turvallisuudelle

Maastopalot leviävät harvoin asutuksen lähetyville, mutta ne voivat pahimmassa tapauksessa johtaa evakointeihin, aineellisiin vahinkoihin ja jopa hengenvaaraan. Luonnossa liikkuvat voivat joutua maastopalon vuoksi saarroksiin. Maastopaloista aiheutuu ilmanlaatua merkittävästi heikentävien savuhaittojen vuoksi terveydellistä haittaa haavoittuville ryhmille kuten sydän- ja keuhkosairaille. Savua voi kantautua maakuntaan myös sen ulkopuolelta.

7. Talviaikaiset riskit

Tiivistelmä: Talvet lämpenevät ilmastonmuutoksen myötä merkittävästi. Nollanylityspäivät lisääntyvät ja lumisateet muuttuvat vesisateiksi. Talvitulvien riski kasvaa erityisesti tilanteessa, jossa vesisateet yhdistyvät lumien sulamisvesiin ja routaiseen maahan. Sateisuuden ja viistosateiden lisääntyminen lisää rakennusten pitkäaikaista kosteuskuormitusta. Jatkuvat sulamis-jäätymissyklit haastavat tiestön kunnossapitoa sekä materiaalikestävyyttä ja tekevät kulkuväylät vaarallisen liukkaiksi. Liukkaus lisää tapaturmariskiä ja vaikeuttaa liikuntarajoitteisten liikkumista. Liukkaudentorjunta pahentaa katupölyongelmaa. Pimeät talvet vaikuttavat haitallisesti mielenterveyteen. Muuttuviin olosuhteisiin ei nykyisellään ole varauduttu riittävästi.

Talvien arvioidaan lämpenevän ilmastonmuutoksen vuoksi merkittävästi. Keskimääräinen lumensyvyys on vähentynyt noin 2–5 cm ja ensilumen saapuminen myöhentynyt noin neljä vuorokautta vuosikymmenessä. Pakkaspäivien määrä on ajanjaksolla 1991–2020 vähentynyt kuudella päivällä ajanjaksoon 1981–2010 verrattuna. Kaiken kaikkiaan talvisen vuodenajan arvioidaan vuosisadan puoliväliin mennessä lyhentyvän jopa 50 päivällä. Talvet ovatkin tulevaisuudessa yhä lyhyempiä, vähälumisempia, jäisempiä ja pimeämpiä.

Kuvaaja talvien muuttumisesta

Talvien muuttuminen lisää epävarmuutta maa- ja metsätaloudessa

Routaisen ajan lyheneminen lisää metsätaloudessa talviaikaisia tuulituhoja ja vaikeuttaa puunkorjuuta. Talvien leudontuminen mahdollistaa entistä paremmin uusien tuholaisien talvehtimisen. Toisaalta lämpimämmistä talvista on metsätaloudelle myös hyötyä puiden kasvun nopeutuessa.

Talvien muuttuminen ja lumipeitteen vähentyminen lisää maanviljelyn epävarmuutta muun muassa syysviljan ja monivuotisten kasvien talvehtimisen vaikeutuessa. Leudot ja sateiset talvet lisäävät vesistöihin kulkeutuvia ravinnevalumia ja köyhdyttävät peltoja ravinteista. Kasvituholaiset kestävät talvet jatkossa entistä paremmin. Talvisen vuodenajan lyhenemisestä on toisaalta myös hyötyä kasvukauden pidentymisen ansiosta, mikä mahdollistaa uusien viljelykasvien ja -lajikkeiden monipuolisemman viljelyn.

Talviaikaiset vesisateet lisäävät tulvariskiä

Talviaikaisten vesisateiden ja nollanylityspäivien yleistymisen lisäksi talvitulvien riskiä. Runsaan lumipeitteen, routaisen maan sekä voimakkaan vesisateen yhdistelmä on talvitulvien osalta erityisen ongelmallinen, sillä routainen maa ei kykene imemään itseensä suuria vesimääriä.

Rakennetussa ympäristössä tulvat voivat katkoa teitä, vahingoittaa rakennuksia ja äärimmäisissä tapauksissa johtaa hengenvaaraan. Talvitulvat vievät mukanaan valtavia määriä ravinteita ja muita haitta-aineita vesistöihin ja mereen.

Nollanylityspäivien lisääntyminen haastaa teiden ja rakennusten kunnossapitoa ja materiaalikestävyyttä

Jatkuvat sulamis-jäätymissyklit asettavat haasteita rakennusten ja teiden kunnossapidolle sekä käytettyjen materiaalien kestävyydelle. Sateet tulevat yhä useammin alas vetenä ja viistosateet lisääntyvät jopa kolmanneksella. Aikaisemmin kuivina pysyneisiin rakenteisiin tuulen voimasta ulottuvat viistosateet lisäävät rakennusten kosteuskuormitusta ja sitä kautta kosteusongelmien syntymisen riskiä. Kosteusongelmien lisääntyminen voi lisätä astmaan sairastumisen riskiä sekä erilaisia sisäilmasta aiheutuvia oireita.

Tieverkon kunto on jo nyt monin paikoin heikko ja korjausvelkaa on mittavasti. Tieverkko tarvitsee jatkossa entistä enemmän hoitoa, mistä aiheutuu lisäkustannuksia. Talviaikaisten sateiden lisääntyminen lisää tiepäällysteiden kulumista ja erityisesti vilkkaimpien teiden kulumisen arvioidaan lisääntyvän selvästi. Toisaalta lämpimämmän ilmaston arvioidaan vähentävän routavaurioiden riskiä.

Jääolosuhteiden muuttuminen vaikuttaa saariston talviaikaiseen saavutettavuuteen erityisesti kelirikkoaikaan, jolloin jää ei ole tarpeeksi vahvaa kulkemiseen, mutta toisaalta myöskään laiva- ja veneliikenteen kulku ei ole mahdollista.

Talviolosuhteiden muutokset vaikuttavat niin fyysiseen kuin henkiseenkin hyvinvointiin

Talvien muuttuminen asettaa haasteita liikkumisen turvallisuudelle ja saavutettavuudelle. Nollanylityspäivien lisääntyminen vaikeuttaa teiden kunnossapitoa ja tekee niistä vaarallisenkin liukkaita, jolloin onnettomuusriski kasvaa ja terveydenhuollon päivystykset voivat ajoittain kuormittua. Liukkaus vaikuttaa liikuntarajoitteisiin, jotka eivät välttämättä pysty liikkumaan ulkona talvisaikaan. Liukkaudentorjunta on tärkeää, mutta se voi pahentaa katupölyongelmaa, joka aiheuttaa jo nykyisin merkittäviä terveysvaikutuksia. Lisääntynyt suolaus voi aiheuttaa ympäristöongelmia. Toisaalta erityisen lämpiminä talvina kulkuväylien huolto voi liukkauden puutteen vuoksi olla jopa nykyistä helpompaa.

Talvien muuttuminen vaikuttaa mielenterveyteen. Pilvisyyden, sateisuuden ja pimeyden yhdistelmä lisää masennusoireiden esiintymistä ja esimerkiksi itsemurhien määrän on todettu lisääntyvän pimeinä aikoina. Talvien muuttumisella on myös vähentää esimerkiksi perinteisten talvilajien harrastusmahdollisuuksia. Talvien katoaminen saattaa aiheuttaa ihmisissä ympäristösurua.

8. Myrskytuulet

Tuulisuuden ei arvioida ilmastonmuutoksen myötä muuttuvan nykyisestä. Talviaikaisten metsätuhojen arvioidaan kuitenkin kasvavan. Kaatuneet puut voivat aiheuttaa haittaa niin tieverkostolle, rakennuksille, infrastruktuurille kuin myös ihmisillekin. Myrskyihin on varauduttu varsin hyvin esimerkiksi kattavalla tuulivaroitusjärjestelmällä sekä sähköverkkojen maakaapeloinnilla. Tilanne ei nykyisellään vaadi erityisiä lisätoimia, mutta esimerkiksi rakennusten ja infrastruktuurin ympäristössä olevan puuston kunto on syytä huomioida nykyistä paremmin.

Tuulisuuden ei yleisesti ottaen ennusteta ilmastonmuutoksen myötä lisääntyvän Suomessa nykyisestä. Talviaikaisten metsätuhojen arvioidaan kuitenkin tästä huolimatta kasvavan, sillä routainen aika lyhenee ja märkyys lisääntyy. Roudan puuttuessa erityisesti yleisimmästä lounaistuulesta poikkeava tuulensuunta lisää tuulituhojen riskiä. Puita voi kaatua niin teiden, asuinrakennusten, sähköverkkojen ja muun infrastruktuurin kuin myös ihmistenkin päälle. Tulevaisuudessa on entistä tärkeämpää huomioida metsähakkuiden yhteydessä säästettävien puiden herkkyys tuulta kohtaan sekä esimerkiksi rakennuksia ja kriittistä infrastruktuuria ympäröivän puuston kunto.

Tuuliriskeihin on varauduttu hyvin. Suomessa on toimiva tuulivaroitusjärjestelmä, jonka avulla voidaan varautua myrskyihin. Sähköverkkoyhtiöt ovat varautuneet myrskytuhoihin sähköverkkojen maakaapeloinnilla. Investoinnit ovat kuitenkin hintavia ja haja-asutusalueilla työ on yhä kesken. Yhteiskunnan kasvava sähköriippuvuus lisää altistumista sähkökatkojen vaikutuksille. Sähkökatkot vaikuttavat moniin kriittisiin toimintoihin kuten lämmitykseen, vesihuoltoon ja tietoliikenneyhteyksiin. Kaatuvat puut voivat katkaista liikenneväyliä ja pahimmillaan aiheuttaa myös henkilövahinkoja.

Talvimyrskyissä sade tulee yhä useammin alas vetenä, jolloin syntyy yhä useammin otollisia olosuhteita viistosateille, joiden ennustetaan kasvavan jopa kolmanneksella nykyisestä. Viistosateet lisäävät rakennusten kosteuskuormitusta ja aiheuttavat haasteita materiaalien kestävyydelle.

9. Biottiset riskit

Tiivistelmä: Ilmastonmuutos tuo Varsinais-Suomeen uusia tuholaisia ja taudinaiheuttajia. Ilmastonmuutos lisää tauti- ja tuholaisriskejä maa- ja metsätaloudessa kasvattaen viljelijöiden ja metsänomistajien taloudellisia tappioita. Erityisesti maataloudessa kaivataan aiheesta lisää tietoa, osaamista ja toimenpiteitä. Ilmastonmuutos pidentää ja pahentaa siitepölyallergiakautta ja tuo mukanaan myös uusia taudinvälittäjiä ja ihmisiin tarttuvia tauteja.

Bioottisilla riskeillä tarkoitetaan erilaisia elävien eliöiden aiheuttamia riskejä. Suomen viileä ilmasto on aikaisemmin suojellut maata monilta muualla maailmassa yleisesti tavattavilta tuholaisilta ja taudinaiheuttajilta. Ilmastonmuutoksen myötä tilanne on kuitenkin muuttumassa ja Varsinais-Suomi on kohtaamassa muuttuneen ilmaston haasteet Suomessa ensimmäisten joukossa.

Uudet taudit ja tuholaiset haastavat maa- ja metsätaloutta

Ilmastonmuutoksesta ei arvioida olevan haittaa yhdellekään nykyisistä metsätuholaisista. Metsätaloudessa ilmastonmuutos lisää todennäköisesti juurikäävän kaltaisten tautien ja kirjanpainajan kaltaisten tuholaisien aiheuttamia metsätuhoja ja siten myös taloudellisia tappioita. Havuparikas-sienen ja okakaarnakuoriaisen aiheuttamat mäntykuolemat ovat uusi ja huolestuttava, erityisesti Varsinais-Suomen rannikolla tavattava ilmiö. Ilmiötä seurataan ja tutkitaan, mutta tietoa sen arvioimiseksi tarvitaan vielä lisää. Ilmaston lämpenemisen ansiosta kiihtyvä metsänkasvu vähentää toisaalta tappioiden merkitystä.

Maataloudessa uusien kasvitautien, tuholaisien ja rikkakasvien yleistyminen lisää satotappioita ja siten myös viljelijöille aiheutuvia kustannuksia. Pahimmassa tapauksessa niiden lisääntyminen saattaa uhata jopa kansallista ruokaturvaa, minkä vuoksi riskien torjumiseen on syytä tarttua muun muassa uudenlaisia kasvilajikkeita kehittämällä. Maataloudessa kaivataan aiheesta lisää tietoa, osaamista ja toimenpiteitä.

Luonnollisesti leviävien tulokaslajien lisäksi etenkin kansainvälisen kasvikaupan kautta leviävät vieraslajit voivat aiheuttaa nopeasti laajaa tuhoa myös Suomessa.

Lämpenevä ilmasto pahentaa allergiaoireita ja tuo mukanaan uusia tauteja

Ilmaston lämpeneminen lisää siitepölyn määrää ja pidentää siitepölykautta. Allergisoivien puulajien kukinta on 1980-lukuun verrattuna aikaistunut noin viikolla ja niiden erittämän siitepölyn määrä kaksinkertaistunut. Suomalaisista noin joka viides saa allergisia oireita siitepölystä, joten allergiakausien pidentyminen ja paheneminen vaikuttaa hyvinvointiin.

Ilmastonmuutos on jo nyt lisännyt puutiaisten levittämien tautien esiintyvyyttä. Se saattaa tuoda Varsinais-Suomeen myös muita tauteja levittäviä hyönteisiä kuten tiikerihyttysen. Kuumina kesinä meriveden lämpeneminen voi lisätä voimakkaasti sekä sinilevän, noroviruksen että verenmyrkytystä aiheuttavan vibriobakteerin esiintymistä uimavesissä.

Ulkomaanmatkailijat voivat sairastua yhä useammin ilmastonmuutoksen myötä yleistyviin ja leviäviin sairauksiin. Esimerkiksi dengue, chikungunya, malaria ja zika kuuluvat sairauksiin, jotka voivat jatkossa tarttua matkailijoihin yhä useammin Euroopan sisälläkin.

10. Luontoriskit

Tiivistelmä: Ilmastonmuutos on yksi luontokadon tärkeimmistä ajureista. Ilmaston lämpeneminen pahentaa ihmistoimista aiheutuvaa luonnon tilan heikentymistä, vieraslajien leviämistä ja monimuotoisuuden katoamista. Luontokatoa on torjuttu erilaisten ohjelmien ja aloitteiden kautta, mutta ne eivät ole riittäneet sen etenemisen pysäyttämiseksi. Luonnon tila on monilta osin hälyttävä ja luonnon monimuotoisuutta tukevia toimia tarvitaan lisää erittäin kiireellisesti, jotta luonnolla ja sitä myöten myös yhteiskunnalla olisi parempi mahdollisuus sopeutua ilmastonmuutoksen vaikutuksiin.

Ilmastonmuutos on maan- ja merenkäytön muutosten, luonnon suoran hyödyntämisen, ympäristön saastumisen ja pilaantumisen sekä haitallisten vieraslajien leviämisen ohella yksi tärkeimmistä luontokadon ajureista. Ilmaston lämpeneminen pahentaa ihmistoiminnasta aiheutuvaa luonnon tilan heikentymistä ja muiden ajurien vaikutusta. Luontokato puolestaan pahentaa ilmastonmuutosta ja heikentää ekosysteemien sopeutumiskyvykkyyttä.

Varsinais-Suomen luonto on sopeutunut ilmastoon, jota ei enää ole. Nopea muutos haastaa eri lajien ja ekosysteemien sopeutumiskyvykkyyttä. Keskilämpötilan nouseminen siirtää viileämpään ilmastoon tottuneiden lajien esiintymisalueita pohjoisemmaksi. Samalla monet eteläistä alkuperää olevat tulokaslajit kuten eri hyönteis- ja lintulajit ovat jo nyt yleistyneet merkittävästi. Ilmastonmuutos muuttaa luonnon kiertokulkua ja esimerkiksi lintujen kevätmuutto ja kasvien kukinta aikaistuvat.

Osa lajeista kykenee siirtymään itse, mutta esimerkiksi puut ja monet muut lajit eivät tähän kykene. Maakunnasta saattaa pahimmassa tapauksessa hävitä tiettyjä lajeja jopa kokonaan. Siinä missä Varsinais-Suomen alkuperäislajisto kärsii ilmastonmuutoksen vaikutuksista, vieraslajit, taudit ja tuholaiset selviävät lämpenevässä ilmastossa entistä paremmin syrjäyttäen niiltä tilaa. Ilmastonmuutos vaikuttaa Suomen luontoon myös sen rajojen ulkopuolella: esimerkiksi Suomen linnustosta valtaosa kuuluu muuttolintuihin, joiden talvehtimispaikkojen muutokset vaikuttavat väistämättä myös niiden kantoihin Suomessa.

Luontokatoa on torjuttu erilaisten ohjelmien ja aloitteiden kautta, mutta toimet eivät ole osoittautuneet riittäviksi sen etenemisen pysäyttämiseksi. Luonnon tila on monilta osin hälyttävä ja luonnon monimuotoisuutta tukevia toimia tarvitaan kaikilla osa-alueilla lisää erittäin kiireellisesti, jotta luonnolla ja sitä kautta myös koko yhteiskunnalla olisi parempi mahdollisuus sopeutua ilmastonmuutoksen vaikutuksiin. Suorien luontotoimien lisäksi ilmastonmuutoksen hillinnällä on tärkeä rooli.

Saaristomeri on ainutlaatuinen ja ilmastonmuutokselle erityisen haavoittuva elinympäristö, joka kärsii monien eri ilmatoriskien yhteisvaikutuksista. Saaristomeren kohtaamia ilmastovaikutuksia käsitellään tarkemmin omassa käsittelyluvussa.

Nostoja ilmatoriskien yhteisvaikutuksista

1. Ilmatoriskeille haavoittuva Saaristomeri

Tiivistelmä: Saaristomeri kärsii useiden eri ilmatoriskien yhteisvaikutuksista, jotka vaikuttavat meren herkkään ekologiseen tilaan. Ilmaston lämpeneminen muuttaa meren lajistoa ja ekosysteemejä. Lisääntyvät kuivuusjaksot, rankkasateet ja yleinen sadannan kasvu lisää Saaristomeren ravinnekuormitusta. Sadannan lisääntyminen alentaa meren suolapitoisuutta ja heikentää merilajien elinoloja. Hellejaksojen paheneminen pahentaa sinilevätilannetta. Talvien lämpeneminen kutistaa jääpeitteen paksuutta ja laajuutta, heikentää viileään veteen sopeutuneiden lajien elinolosuhteita ja parantaa vieraslajien elinolosuhteita. Saaristomeren heikko tila vaikuttaa myös paikallisiin asukkaisiin, matkailijoihin ja elinkeinoihin. Saaristomeren valuma-alueella tehdään toimia meren tilan parantamiseksi, mutta työ kaipaa lisätoimenpiteitä ja -resursseja.

Vakavasta rehevöitymis- ja saastumisongelmasta kärsivä Saaristomeri on ollut heikossa kunnossa jo pitkään. Saaristomeri on ilmastonmuutokselle erityisen haavoittuva elinympäristö, joka kärsii monen riskitekijän yhteisvaikutuksista. Niin ilmaston lämpeneminen, helle- ja kuivuusjaksojen pidentyminen ja yleistyminen, yleisen sadannan ja rankkasateiden lisääntyminen kuin myös talvien muuttuminen vaikuttavat Saaristomeren ekologiseen tilaan. Saaristomeren herkän ekologisen tasapainon keikahtaminen voisi pahimmassa tapauksessa tuoda mukanaan jopa peruuttamattomia muutoksia meren tilaan.

Eri toimijat tekevät Saaristomeren tilan parantamiseksi monia toimia esimerkiksi Saaristomeriohjelman kautta. Toimia kaivataan kuitenkin kipeästi lisää koko Saaristomeren valuma-alueella, jossa täytyy lisätä toimenpiteitä vesien viivyttämiseksi ja luontaisen vesitasapainon palauttamiseksi lähemmäs luonnontilan kaltaista tilaa. Kun toimissa huomioidaan myös luonnon monimuotoisuus, on mahdollista parantaa sekä vesien laatua että eri lajien elinolosuhteita niin vesistöissä kuin niiden ranta-alueilla. Saaristomeren tila on heikko, mutta sen parantaminen on määrätietoisin toimin edelleenkin mahdollista.

Lämpeneminen muuttaa lajistoa ja meriekosysteemiä

Ilmaston lämpeneminen vaikuttaa Saaristomeren eri lajeihin ja elinympäristöihin. Veden lämpötila on vuosien 1980 ja 2023 välillä noussut merialueilla jo yli 2 astetta ja sen ennakoitaan vuosisadan loppuun mennessä nousevan vielä noin 2–4 astetta lisää. Lämpeneminen heikentää viileämpää elinympäristöä suosivien lajien kuten lohikalojen ja mateen elinolosuhteita ja parantaa lämmintä elinympäristöä suosivien lajien kuten särkikalojen sekä vieraslajien elinolosuhteita. Lämpenemisen seurauksena happikadon, rehevöitymisen ja ympäristömyrkköjen vaikutus voimistuu.

Ilmastonmuutos lisää ravinnevalumia Saaristomeren valuma-alueella

Ilmastonmuutoksen arvioidaan vähentävän routaisen ajan kestoa sekä lumipeitteisyyttä ja lisäävän talvisten vesisateiden määrää. Suurin osa Saaristomereen päätyvästä vuotuisesta ravinnekuormituksesta syntyy talvikuukausien aikana. Talvien muuttuminen lisää peltojen eroosiota ja siten myös vesistöihin päätyviä ravinnevalumia entisestään. Talviaikaisten rankkasateiden lisääntyminen voi johtaa erittäin voimakkaisiin lyhyen aikavälin ravinnevalumiin kuten talvina 2020 ja 2024.

Kuvaaja ravinnevalumista

Myös kesäaikainen ravinnekuormitus saattaa kuivuusjaksojen ja niitä seuraavien rankkasateiden seurauksena kasvaa. Pahasta kuivuusjaksosta kärsivä maa ei kykene imemään itseensä rankkasateista syntyviä runsaita vesimassoja. Vedet valuvat sen sijaan vesistöihin vieden sinne mukanaan runsaasti maa-ainesta ja ravinteita.

Sateiden lisääntyminen vaikuttaa ravinnekuormituksen ohella myös meriveden suolapitoisuuteen, joka Itämeressä on jo ennestään matala. Suolapitoisuuden aleneminen johtaa järvilajien lisääntymiseen ja merilajien taantumiseen. Saaristomerellä tämä tarkoittaa esimerkiksi sinisimpukan, rakkohaurun ja meriajokkaan kaltaisten ekosysteemeille tärkeiden avainlajien taantumista.

Jääpeite kutistuu Saaristomerellä

Saaristomeren jääpeitteen arvioidaan kutistuvan puoleen nykyisestä ja jään paksuuden arvioidaan vähenevän noin 6–7 cm vuosikymmenessä. Eteläinen Saaristomeri saattaa jo 30 vuoden päästä jäätyä vain harvakseltaan. Jääpeitteinen aika on nykyisin paikasta riippuen keskimäärin 5–90 päivää vuodessa ja sen arvioidaan lyhenevän noin viikon verran vuosikymmenessä. Jääpeitteen muutokset vaikuttavat moniin jäältä riippuvaisiin eliöihin kuten esimerkiksi itämerennorppaan, siikaan ja jäässä eläviin leviin ja bakteereihin. Veden lämpeneminen voi vaikuttaa myös meriveden sekoittumiseen, mikä pahentaisi happikatoa syvänteissä ja hidastaisi ravinteiden kulkeutumista pintaan. Jäätilanteen muuttuminen vaikuttaa luonnon lisäksi saariston talviaikaiseen saavutettavuuteen erityisesti kelirikko-aikaan, jolloin jää ei ole tarpeeksi vahvaa kulkemiseen, mutta toisaalta myöskään laiva- ja veneliikenteen kulku ei ole mahdollista.

Kuvaaja jäätilanteen kehityksestä

Saaristomeren tilan heikkeneminen vaikuttaa ihmisiin ja elinkeinoihin

Hellejaksojen yleistyminen ja pidentyminen vaikuttaa Saaristomereen. Veden lämpeneminen johtaa sinileväkasvustojen paksuuntumiseen ja laajenemiseen pidentäen samalla myös sinileväkauden kestoja. Lämmin vesi lisää uimareiden terveysriskejä lisäämällä noroviruksen sekä verenmyrkytystä aiheuttavan vibriobakteerin esiintymistä. Ilmastonmuutos on jo lisännyt puutiaisten levittämiä tauteja saaristossa.

Saaristomeren tilan heikkenemisellä on vaikutuksia rannikolla eläviin ihmisiin, matkailijoihin sekä elinkeinoihin. Saaristossa asuvien ihmisten ympäristö muuttuu vauhdilla, mikä vaikuttaa suoraan heidän arkeensa sekä perinteisiin elinkeinoihin kuten kalastukseen. Saaristomeren heikentyvä tila voi vaikuttaa haitallisesti paikallisidentiteettiin ja aiheuttaa ympäristösuroa. Matkailu on tärkeä elinkeino, mutta ympäristöongelmat ja erityisesti sinileväkausien pahentuminen voivat karkottaa matkailijoita pois. Hellejaksot lisäävät merialueiden virkistyskäytön houkuttelevuutta, mutta samanaikaisesti ympäristöongelmat heikentävät sitä.

2. Maanviljelyn sääolot muuttuvat yhä ennustamattommaksi

Tiivistelmä: Ilmastonmuutos lisää epävarmuutta maanviljelyssä sään ääri-ilmiöiden yleistyessä ja yleisen ennustamattomuuden lisääntyessä. Maanviljely kärsii samanaikaisesti monista eri haasteista: kuumuus, kuivuus, rankkasateet, tuholaiset ja talviaikaisten olosuhteiden muutokset vaikeuttavat viljelyä ja lisäävät taloudellisten tappioiden riskiä.

Maatalous on tärkeä sekä elinkeinona että kansallisena huoltovarmuustekijänä. Maanviljelyn toimintaympäristö muuttuu ilmastonmuutoksen myötä kuitenkin yhä epävarmemmaksi ja ennustamattommaksi. Ilmastonmuutoksen myötä aiemman ilmaston mukaiset normaalit kasvukaudet harvinaistuvat ja tilalle tulee entistä enemmän yllätyksellisyyttä ja sään ääri-ilmiöitä. Viljelijät joutuvat tulevaisuudessa kohtaamaan yhä useammin vaikeita talvisia olosuhteita, kuivuutta, kuumuutta, rankkasateita ja uusia tuholaisia. Toisaalta ilmaston lämpeneminen myös pidentää satokautta, mikä kasvattaa yleisesti satomääriä ja mahdollistaa uusien viljelykasvien monipuolisemman viljelyn.

Ilmastonmuutos tuo mukanaan kuivuutta ja rankkasateita

Ilmastonmuutoksen seurauksena pelloilla on jatkossa yhä useammin joko liian vähän tai liikaa vettä. Varsinais-Suomi on tunnistettu erityiseksi kuivuusriskialueeksi ja varsinaissuomalaisille viljelijöille aiheutuu kuivuudesta jo nykyisin lähes vuosittaisia satotappioita. Tilanteen arvioidaan lähitulevaisuudessa pahenevan entisestään. Kuivuusjaksot kohdistuvat yhä useammin keväälle aikaan, jolloin viljelykasvit vaativat eniten vettä mutta jolloin niiden juuret

eivät vielä ulotu tarpeeksi syvälle. Hellepäivien määrän kasvu ja hellejaksojen piteneminen lisäävät kuivuusriskiä kesällä. Itse veden puutteen lisäksi kuivuus altistaa viljelykasvit herkemmin myös kasvitaudeille ja tuholaisille. Kastelujärjestelmien lisääminen on järvien vähäisyyden ja virtavesien riittämättömyyden vuoksi hankalaa. Kannattamattomuusongelmat heikentävät monien viljelijöiden kohdalla mahdollisuuksia ryhtyä toimiin. Jatkossa kaivataan entistä enemmän valuma-alueitasoisia vesienhallintaratkaisuja sekä maan kasvukunnon parantamista orgaanisen aineksen määrää ja veden pidätyskykyä parantamalla.

Kuivuuden vastapainona aiempaa voimakkaammat rankkasateet aiheuttavat satotuhoja yhä useammin. Pellot vettyvät yhä useammin pitkäaikaisista sateista. Rankkasateet lisäävät peltojen eroosiota ja vievät runsaasti ravinteita mukanaan. Kuivuusjaksot kovettavat erityisesti saviperäiset pellot, jolloin ne eivät kykene imemään rankkasateiden mukanaan tuomia vesimääriä.

Talvien muuttuminen lisää viljelyn epävarmuutta ja tuo uusia tuholaisia

Talvet muuttuvat yhä lämpimämmiksi ja vähälumisemmiksi. Talvien muuttuminen lisää epävarmuutta muun muassa syysviljan ja monivuotisten kasvien talvehtimisen vaikeutuessa. Lämpimämpien talvien seurauksena yhä useampi kasvituholainen kykenee jatkossa selviämään Varsinais-Suomen ilmastossa, mikä lisää satotuhoriskiä. Yleinen sadannan kasvu lisää erityisesti talviaikaisia sateita, joiden myötä pelloilta poistuu entistä enemmän ravinteita, mikä köyhdyttää viljelysmaata ja heikentää vesistöjen tilaa.

3. Ilmastonmuutos lisää maaperään kohdistuvia riskejä

Tiivistelmä: Muuttuva ilmasto lisää maaperään kohdistuvia riskejä. Kuivuusjaksot, rankkasateet ja talviaikaisten sateiden lisääntyminen lisäävät jokieroosiota ja jokipengerten sortumia, maaperän eroosiota sekä maanvyöryjen ja -sortumien riskiä. Varsinais-Suomessa yleinen savimaaperä on herkkä ilmastonmuutoksen vaikutuksille, jotka pahentavat maaperän painumista ja tiivistymistä. Kuivuusjaksojen ja toisaalta myös sadejaksojen yleistyminen kasvattavat happamien sulfaattimaiden ympäristörasitusta. Lisääntynyt eroosio köyhdyttää peltoja ja lisää vesistöjen ravinnekuormaa. Maaperäriskeihin ei ole toistaiseksi varauduttu vielä riittävän kattavasti.

Talvien lämpeneminen sekä kuivuusjaksojen, rankkasateiden ja talviaikaisten sateiden yleistyminen lisäävät maaperäriskejä, joihin ei ole toistaiseksi vielä varauduttu riittävän kattavasti.

Sekä rankkasateiden yleisyyden ja voimakkuuden että yleisen vuotuisen sadannan arvioidaan kasvavan ilmastonmuutoksen myötä. Ilmaston lämpeneminen lisää talviaikaisia sademääriä,

mikä lisää erityisesti jokieroosiota ja jokipengerten sortumia. Ne lisäävät myös maaperän eroosiota sekä maanvyöryjen ja -sortumien riskiä. Savimaaperä lisää jokipengerten maanvyörymärisiä entisestään. Jokipengerten maanvyörymärisi on maakunnassa suurimmillaan Aurajoen, Uskelanjoen ja Paimionjoen alueella.

Varsinais-Suomelle tyypillinen kuivuudelle ja rankkasateille herkkä savimaaperä on ilmastonmuutoksen vaikutuksille altis. Savinen maaperä kovettuu kuivuessaan, jolloin kuivuusjaksoja seuraavat rankkasateet eivät kykene imeytymään aiheuttaen tulvia ja maaperän eroosiota. Savimaan painuminen rikkoo rakennusten perustuksia ja lisää niiden paalutustarvetta. Pelloilla savimaiden tiivistyminen heikentää maan rakennetta ja kasvukuntoa.

Kuivuusjaksojen ja sateisuuden lisääntyminen vaikuttaa maakunnassa laajalti esiintyviin happamiin sulfaattimaihin. Sulfaattipitoiset maat altistuvat kuivuusjaksojen aikana hapelle, jolloin maaperästä vapautuu rikkihappoa ja haitallisia raskasmetalleja. Pohjaveden pinnan myöhemmin noustessa nämä yhdisteet liukenevat veteen happamoittaen sekä maaperää että vesistöjä. Happamoitumisen riski on suurin jo valmiiksi eroosioherkillä alueilla, josta eri yhdisteet päätyvät esimerkiksi maanvyöryjen seurauksena herkemmin vesistöihin.

Talviaikaiset sateet vievät pelloilta mukanaan ravinteita ja lisäävät vesistöjen sekä Saaristomeren ravinnekuormitusta. Peltoeroosion seurauksena vesistöt rehevöityvät, liettyvät ja sameutuvat.

4. Ilmastonmuutoksen heijastevaikutukset

Tiivistelmä: Ilmastonmuutoksen globaalit vaikutukset vaikuttavat Varsinais-Suomeen. Ilmastonmuutoksen keikahduspisteiden ja luontokadon etenemisen vaikutukset maakuntaan ovat epävarmoja mutta mahdollisesti mittaviakin. Ilmastonmuutoksella on vaikutusta talouteen ja huoltovarmuuteen kansainvälisten toimitusketjujen ja vientimarkkinoiden mahdollisten häiriötilanteiden myötä. Ilmastonmuutos voi aiheuttaa ilmastosiirtolaisuuden kasvua, millä voi olla yhteiskunnallisia vaikutuksia myös Varsinais-Suomessa.

Varsinais-Suomi ei sijaitse tyhjiössä, vaan maakunta ja sen asukkaat ovat osa globaalia vahvasti keskinäisriippuvaista järjestelmää. Tämän vuoksi myös Varsinais-Suomen ulkopuolisilla ilmastoriskeillä on vaikutusta maakunnan asukkaisiin, yrityksiin ja ekosysteemeihin. Vaikka Suomen arvioidaan olevan suhteellisen turvassa ilmastonmuutoksen kaikkein vakavimmilta riskeiltä, ilmastonmuutoksen keikahduspisteet ja muut kerrannaisvaikutukset voivat muuttaa tilannetta merkittävästi.

Gloaalien elämää ylläpitävien järjestelmien romahtaminen voi muuttaa Varsinais-Suomen elinolosuhteita merkittävästi

Ilmastonmuutoksella voi olla arvaamattomia koko planeetan ilmastoon vaikuttavia seurauksia. Näitä ovat esimerkiksi ilmastonmuutoksen systeemiset keikahduspisteet kuten jäätiköiden sulaminen, Amazonin sademetsän tuhoutuminen tai Pohjois-Atlantin merivirtojen romahtaminen. Esimerkiksi Pohjois-Atlantin merivirtojen romahtaminen voi muuttaa Varsinais-Suomen ilmastoa merkittävästi.

Erilaisten elämää ylläpitävien järjestelmien romahtamiseen ei välttämättä ole mahdollista sopeutua ilman merkittäviä muutoksia nykyiseen toimintaympäristöömme. Näiden vaikutusten osalta tärkein ennaltaehkäisevä toimenpide on ilmastonmuutoksen hidastaminen päästöjä vähentämällä siten, ettei keikahduspisteitä saavuteta.

Ilmastonmuutos on yksi luontokadon tärkeimmistä ajureista. Ilmastonmuutos vaikuttaa Suomen luontoon myös sen rajojen ulkopuolella: esimerkiksi Suomen linnustosta valtaosa kuuluu muuttolintuihin, joiden talvehtimispaikkojen muutokset vaikuttavat väistämättä myös niiden kantoihin Suomessa. Maantieteellisesti kaukaistenkin ekosysteemien romahtaminen voi vaikuttaa elämään Varsinais-Suomessa. Ilmastonmuutoksen hillinnällä voidaan vaikuttaa globaaliin luontokatoon, mutta sen ratkaisemiseksi vaaditaan myös paljon muita toimia kulutustottumusten muuttamisesta alkaen.

Varsinais-Suomi kytkeytyy globaaliin talouteen kansainvälisten toimitusketjujen ja vientimarkkinoiden kautta

Ilmastonmuutoksesta aiheutuvien kriisi- ja katastrofitilanteiden yleistyminen niin Euroopassa kuin muuallakin maailmassa voi aiheuttaa vakavia häiriötilanteita kansainvälisiin toimitusketjuihin, mitkä voivat pidentää tuotteiden toimitusaikoja, nostaa raaka-aineiden ja komponenttien hintaa sekä aiheuttaa taloudellisia tappioita. Vientimarkkinoista, ulkomaisista raaka-aineista sekä erityisesti yksittäisistä tavarantoimittajista tai markkina-alueista kriittisesti riippuvaiset yritykset ovat kansainvälisen kaupan häiriöille erityisen alttiita.

Yritysten lisäksi kansainvälisten toimitusketjujen häiriöt vaikuttavat laajemmin myös yhteiskuntaan ja kansalaisiin. Suomalainen maataloustuotanto on monelta osin riippuvaista ulkomaisista tuotantopanoksista, joten markkinoiden häiriötilanteessa tuotantokustannukset ja siten myös elintarvikkeiden hinnat voivat nousta merkittävästikin. Tuontielintarvikkeiden hinnat voivat nousta ja tuotteiden saatavuus voi heiketä merkittävästikin globaalin tuotannon muuttuessa epävarmemmaksi. Terveystieteiden ja terveydenhuollon on vahvasti riippuvaista ulkomaisesta lääketuonnista ja terveysteknologiasta, jolloin ihmisten terveys voi häiriötilanteessa olla pahimmillaan jopa uhattuna. Matkailusektori on osittain ulkomaisista turisteista riippuvaista, joten mahdollisilla kriisitilanteilla voi olla äkillisiä muutoksia alan yrityksiin.

Ilmastonmuutoksen arvioidaan vaikuttavan erityisen voimakkaasti globaaliin etelään. Sään ääri-ilmiöt, nälänhädät, aavikoituminen ja yleisen toivottomuuden leviäminen voivat vaikuttaa vakavasti yhteiskunnalliseen vakauteen ympäri Afrikkaa ja Aasiaa. Tulevaisuudessa yhä

useampi ihminen saattaa joutua tai päätyä jättämään kotinsa ilmastonmuutoksen takia. Vaikka suurin osa ilmastosiirtolaisista muuttaakin uuteen asuinpaikkaan maansisäisesti, ilmastosiirtolaisuus voi vaikuttaa myös suomalaiseen yhteiskuntaan ja aiheuttaa erilaisia konfliktitilanteita.

Lähteet

Ahokangas, E. (2026). *Turun seudun maaperään kohdistuvat ilmastonmuutosvaikutukset*.

Ahopelto, L., Parjanne, A. & Tuukkanen, T. (2024). *Kuivuusriskien hallinnan kansalliset suuntaviivat*. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 2024:26.

<<https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-366-745-7>>

Ahopelto, L., Parkkila, P. & Parjanne, A. (2020). *Sirppujoen vesistöalueen kuivuusriskien hallintasuunnitelma*. Varsinais-Suomen Ely-keskus, 15.12.2020.

<<https://vesi.fi/aineistopankki/sirppujoen-vesistoalueen-kuivuusriskien-hallintasuunnitelma/>>

Allergia-, iho- ja astmaliitto (2025). *Ilmastonmuutos lisää siitepölyallergioita – astman riski kasvaa*.

<<https://allergia.fi/ilmastonmuutos-lisaa-siitepolyallergioita-astman-riski-kasvaa/>>

Baltic Sea Action Group. *Ilmastonmuutos muuttaa Itämerta*.

<<https://www.bsag.fi/itameri/ilmastonmuutos/>>

Economist Impact (2024). *Climate change's disruptive impact on global supply chains and the urgent call for resilience*. <https://impact.economist.com/projects/trade-in-transition/climate_change/>

European Environment Agency (2025). *Thematic Briefing – Climate Risks to the economy*.

<<https://www.eea.europa.eu/en/europe-environment-2025/thematic-briefings/climate-change/climate-risks-to-the-economy>>

Gregow, H., Mäkelä, A., Tuomenvirta, H., Juhola, S., Käyhkö, J., Perrels, A., Kuntsi-Reunanen, E., Mettiäinen, I., Näkkäläjärvi, K., Sorvali, J., Lehtonen, H., Hildén, M., Veijalainen, N., Kuosa, H., Sihvonen, M., Johansson, M., Leijala, U., Ahonen, S., Haapala, J., Korhonen, H., Ollikainen, M., Lilja, S., Ruuhela, R., Särkkä, J. & Siiriä, S-M. (2021). *Ilmastonmuutokseen sopeutumisen ohjauskeinot, kustannukset ja alueelliset ulottuvuudet*. Suomen ilmastopaneelin raportti 2/2021.

Gregow, H., Rantanen, M., Laurila, T.K. & Mäkelä, A. (2020). *Review on winds, extratropical cyclones and their impacts in Northern Europe and Finland*. Ilmatieteen laitos, Reports, 2020:3. <<http://hdl.handle.net/10138/320298>>

Ilmasto-opas (2014). *Itämeren erityispiirteet saattavat kadota ilmaston muuttuessa.*
<<https://www.ilmasto-opas.fi/artikkelit/itameren-erityispiirteet-saattavat-kadota-ilmaston-muuttuessa>>

Ilmasto-opas (2022). *Varsinais-Suomi – tyypillistä tammivyöhykkeen ilmasto.*
<<https://www.ilmasto-opas.fi/artikkelit/varsinais-suomi-tyypillista-tammivyohykkeen-ilmasto>>

Ilmasto-opas (2024). *Ilmastonmuutos lisää rakennetun ympäristön tulvariskejä.*
<<https://www.ilmasto-opas.fi/artikkelit/ilmastonmuutos-lisaa-rakennetun-ympariston-tulvariskeja>>

Ilmasto-opas. *Hakkuukertymä kasvaa mutta metsätuhot lisääntyvät.*
<<https://www.ilmasto-opas.fi/artikkelit/hakkuukertyma-kasvaa-mutta-metsatuhot-lisaantyyvat/>>

Ilmasto-opas. *Ilmastonmuutos aiheuttaa haasteita maantieliikenteelle.*
<<https://www.ilmasto-opas.fi/artikkelit/ilmastonmuutos-aiheuttaa-haasteita-maantieliikenteelle>>

Ilmatieteen laitos. *Alimmat suositeltavat rakentamiskorkeudet Suomen rannikolla.*
<<https://www.ilmatieteenlaitos.fi/alimmat-suositeltavat-rakentamiskorkeudet>>

Ilmatieteen laitos. *Taustaraportti – Ilmastonmuutos Suomessa.*
<https://www.sitra.fi/wp-content/uploads/2026/01/Taustaraportti_ilmastonmuutos_suomessa.pdf>

Ilmatieteen laitos (2023). *Maankohoamisilmiö suojaa Suomen rannikkoa merenpinnan nousulta, mutta ei loputtomiin.*
<<https://www.ilmatieteenlaitos.fi/uutinen/2c59AGOY0XKMpwD8Vqj4gy>>

Ilmatieteen laitos (2025). *Lämpenevä ilmasto tuo uusia tauteja Eurooppaan – punkit, hyttyset ja muut eläimet vektoreina.*
<<https://www.ilmatieteenlaitos.fi/artikkeli/5EFM1NWddpHkQVyKAtm6Bk>>

IPCC (2023). *Climate Change 2023 Synthesis Report.* IPCC.

Itämeri.fi. *Ilmastonmuutos vaikuttaa vääjäämättä Itämereen.*
<<https://itameri.fi/itameren-tila/ilmastonmuutos/>>

John Nurmisen Säätiö. *Ilmastonmuutos lisää rehevöitymistä ja kiihdyttää ravinnekuorman vaikutusta.*
<<https://johnnurmisenasaatio.fi/itameri/ilmastonmuutos/>>

Lenton, T. M., Milkoreit, M., Willcock, S., Abrams, J. F., Armstrong McKay, D. I., Buxton, J. E., Donges, J. F., Loriani, S., Wunderling, N., Alkemade, F., Barrett, M., Constantino, S., Powell, T.,

Smith, S. R., Boulton, C. A., Pinho, P., Dijkstra, H. A. Pearce-Kelly, P., Roman- Cuesta, R. M., Dennis, D. (toim.) (2025), *The Global Tipping Points Report 2025*. University of Exeter.

Kollanus, V., Halonen, J.I. & Lanki, T. (2023). *Helteen vaikutukset ja varautuminen terveydenhuollossa*. Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim, 139:13, 1127–1133.
<<https://www.duodecimlehti.fi/duo17765>>

Kriit, H.K., Chen-Xu, J., Semenza, J.C., Heiliger, H., ... & Rocklöv, J. (2026). *The 2026 Europe report of the Lancet Countdown on health and climate change: narrowing window for decisive health action*. The Lancet Public Health.
< [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS2468-2667\(26\)00025-3/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS2468-2667(26)00025-3/fulltext)>

Kühn, T., Hanhikoski, T., Laitinen, J., Salmi, R., Gasulla Fernández, N., Casajús Vallés, A., Meléndez-Landaverde, E.R., Trucchia, A., Gáborová, I., Žarnay, M., Kubáň, M., Zandersone, D. & Zandersons, V. (2025). *5 CRA Pilot reports: Lessons learnt and success stories*. CLIMAAX.
<https://files.cmcc.it/climaax/Deliverables/CLIMAAX_D3.2_pilot_CRAs_v3.pdf>

Luomaranta, A., Virman, M., Rantanen, M., Hautala, J., Ruosteenoja, K. & Mäkelä, A. (2025). *Sateisuuden havaittuja ja ennakoituja muutoksia Suomen maakunnissa*. Ilmatieteen laitos, Raportteja 2025:2. <<http://hdl.handle.net/10138/592579>>

Paanukoski, S., Mäkelä, P., Ylioja, T. & Höckerstedt, R. (2025). *Metsätuhoihin varautuminen Suomessa Maa- ja metsätalousministeriön hallinnonalan varautumissuunnitelma metsätuhoihin*. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 2025:13.

Pörtner, H.O., Scholes, R.J., Agard, J., Archer, E., Arneth, A., Bai, X., Barnes, D., Burrows, M., Chan, L., Cheung, W.L., Diamond, S., Donatti, C., Duarte, C., Eisenhauer, N., Foden, W., Gasalla, M. A., Handa, C., Hickler, T., Hoegh-Guldberg, O., Ichii, K., Jacob, U., Insarov, G., Kiessling, W., Leadley, P., Leemans, R., Levin, L., Lim, M., Maharaj, S., Managi, S., Marquet, P. A., McElwee, P., Midgley, G., Oberdorff, T., Obura, D., Osman, E., Pandit, R., Pascual, U., Pires, A. P. F., Popp, A., Reyes- García, V., Sankaran, M., Settele, J., Shin, Y. J., Sintayehu, D. W., Smith, P., Steiner, N., Strassburg, B., Sukumar, R., Trisos, C., Val, A.L., Wu, J., Aldrian, E., Parmesan, C., Pichs-Madruga, R., Roberts, D.C., Rogers, A.D., Díaz, S., Fischer, M., Hashimoto, S., Lavorel, S., Wu, N., Ngo, H.T. (2021). *IPBES-IPCC co-sponsored workshop report on biodiversity and climate change*. IBPES and IPCC.

Ruosteenoja, K., Räisänen, J., Venäläinen, A. & Kämäräinen, M. (2016). *Ilmastonmuutos lämmittää Suomen kasvukausia*. Suomen Maataloustieteellisen Seuran julkaisuja no 33.
<<https://doi.org/10.33354/smst.75245>>

Savonia. *Ilmastonmuutos ja terveys*.
<<https://ilmastoturvallisuus.savonia.fi/materiaalit-2/>>

Siivonen, S. (2025). *Uudenmaan ilmatoriski- ja haavoittuvuustarkastelu*. Uudenmaan liiton julkaisuja C 107.

Snellman, R. & Todorovic, S. (2023). *Kuivuusvaara ja -haavoittuvuuskarttojen tuottaminen Suomessa*. <<https://vesi.fi/aineistopankki/2990-2/>>

Suomen Luonto (2025). *Ympäristö nyt: Marraskuun tulvavedet syöksivät valtavan fosforikuorman Saaristomereen*. <<https://suomenluonto.fi/uutiset/nyt-ymparisto-marraskuun-tulvavedet-syoksisivat-valtavan-fosforikuorman-saaristomereen/>>

Sustainable Travel Finland (s.a.). *Sustainable Tourism Guide – Climate Change & Travel*. <<https://stfhub.visitfinland.com/guide/climate-change-and-travel>>

Sutela, S. & Ylioja, T. (toim.) (2025). *Metsätuhot vuonna 2024*. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 25/2025. Luonnonvarakeskus.

Tuomenvirta H., Haavisto R., Hildén M., Lanki T., Luhtala S., Meriläinen P., Mäkinen K., Parjanne A., Peltonen-Sainio P., Pilli-Sihvola K., Pöyry J., Sorvali J., Veijalainen N. (2018). *Sää- ja ilmatoriskit Suomessa – Kansallinen arvio*. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 43/2018.

Turku.fi. *Ilmastonmuutokseen sopeutumisen kartat*. <<https://www.turku.fi/ilmasto-ja-luontokaupunki/ilmastonmuutokseen-sopeutumisen-kartat>>

Turun seudun vesi. *Veden pitkä matka kuluttajalle*. <<https://turunseudunvesi.fi/veden-matka/>>

Turun tulvaryhmä (2022). *Turun rannikkoalueen tulvariskien hallintasuunnitelma vuosille 2022–2027*. Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, Raportteja 2/2022.

Valtioneuvosto (2023). *Valtioneuvoston selonteko kansallisesta ilmastonmuutokseen sopeutumis suunnitelmasta vuoteen 2030 – Hyvinvointia ja turvallisuutta muuttuvassa ilmastossa*. Valtioneuvoston julkaisu 2023:73.

Valonia (2025). *Maatalouden kuivuudesta ja rankkasateista tehtyjen ilmatoriskiarvioiden tuloksia*. Valonia.fi <<https://valonia.fi/materiaali/maatalouden-kuivuudesta-ja-rankkasateista-tehtyjen-ilmatoriskiarvioiden-tuloksia/>>

Varsinais-Suomen alueellinen riskiarvio (2023). <<https://sisainturvallisuus.fi/documents/8347581/8542516/Varsinais-Suomen+alueellinen+riskiarvio+2023.pdf/26821329-3ce4-dc79-fad1-bc8eb524ba83/Varsinais-Suomen+alueellinen+riskiarvio+2023.pdf?version=1.0&t=1680176909075>>

Vesi.fi. *Ajankohtaisia katsauksia vesitilanteesta*. <<https://www.vesi.fi/kuivuustilanne/>>

Vesi.fi. *Happamat sulfaattimaat vaativat maankäytöltä tarkkuutta.*

<<https://www.vesi.fi/teemasivu/happamat-sulfaattimaat/>>

Vesi.fi. *Kuivuuden vaikutukset.*

<<https://www.vesi.fi/vesitieto/kuivuuden-vaikutukset/>>

Vesi.fi. *Tulvariskien aluesivut – Tulvat Varsinais-Suomessa.*

<<https://www.vesi.fi/tulvariskien-aluesivut-varsinais-suomi/>>

Yle (2025). *Kevättulvat aikaistuivat, talvitulvat lisääntyivät – näin ilmastonmuutos muuttaa Suomen jokia.*

<<https://yle.fi/a/74-20158722>>

Yli-Heikkilä, K. & Badawieh, O. (2023). *Turun seudun jätevesiylivuotojen parempi hallinta.*

<https://valonia.fi/wp-content/uploads/2025/04/Jvylivuoto_Valonia_loppuraportti_2023_julkinen.pdf>