

20.12.2024

Ilmastonmuutokseen sopeutuminen Koillismaalla

LOPPURAPORTTI

JOONAS SÖDERHOLM, MIKKO HALONEN, IRIS MÄNTYLÄ
GAIA CONSULTING OY/SWECO FINLAND OY

ILARI LEHTONEN, HEIKKI TUOMENVIRTA, MIKKO LAAPAS
ILMATIETEEN LAITOS



ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE



Euroopan unionin
osarahoittama

Sisällysluettelo

Ilmastomuutosta ja ilmatoriskien hallintaa käsittelevää sanastoa	3
1. Johdanto.....	5
1.1 Hankkeen tausta.....	5
1.2 Tavoite ja fokus	6
1.3 Hankkeen toteutus ja raportin sisältö	8
2 Ilmastomuutoksen vaikutukset Koillismaalla	11
2.1 Vaikutukset tähän mennessä	11
2.2 Miten vaikutukset ovat näkyneet toimialoilla	20
2.3 Miten ilmasto Koillismaalla tulee muuttumaan.....	27
2.3.1 Ilmastomuutoksen skenaariot	27
2.3.2 Lämpötilan, sademäärän ja auringonsäteilyn kehitys	30
2.3.3 Lumipeitteen ja vesistöjen jäätilanteen kehitys.....	35
2.3.4 Tuulisuuden, myrskyjen ja rajuilmojen kehitys.....	38
2.4 Miten ilmastomuutoksen vaikutukset toimialoilla tulevat kehittymään	39
2.4.1 Energiantuotanto ja -jakelu.....	40
2.4.2 Metsä- ja puutoimiala.....	44
2.4.3 Alkutuotanto ja elintarvikejalostus.....	47
2.4.4 Matkailu	50
2.4.5 Liikenne ja logistiikka	53
2.5 Yhteenveto ilmastomuutoksen vaikutuksista Koillismaalla.....	54
3 Toimialojen valmius kohdata ilmastomuutoksen vaikutukset	56
3.1 Energiantuotannon ja -jakelun SWOT	56
3.2 Metsä- ja puutoimialan SWOT	58
3.3 Alkutuotannon ja elintarvikejalostuksen SWOT	60
3.4 Matkailun SWOT	63
3.5 Liikenteen ja logistiikan SWOT	65
4 Sopeutumisen toimintamallit ja ratkaisut.....	68
4.1 Energiantuotanto ja -jakelu.....	70
4.2 Metsä- ja puutoimiala.....	73
4.3 Alkutuotanto ja elintarvikejalostus.....	76
4.4 Matkailu	79

4.5 Liikenne ja logistiikka	81
5 Johtopäätökset.....	85
Lähdeluettelo	89
Liite	101

Ilmastonmuutosta ja ilmastoriskien hallintaa käsittelevää sanastoa¹

Ilmastonmuutokseen sopeutuminen tarkoittaa ihmisen ja luonnonjärjestelmien kykyä toimia vallitsevassa ilmastossa ja kykyä varautua ilmastossa tapahtuviin muutoksiin. Ihmisten toimet voivat edesauttaa myös luonnonjärjestelmien sopeutumista tulevaan ilmastoon. Sopeutumisen tarkoituksena on vähentää altistumista ja haavoittuvuutta (herkkyyttä) ilmastonmuutoksen vaikutuksille. Sopeutumisen avulla pyritään ehkäisemään tai lieventämään muutoksesta aiheutuvia kielteisiä vaikutuksia mutta myös hyötymään myönteisistä seurauksista. Hillintätoimiin verrattuna sopeutumistoimien vaikutukset näkyvät usein lyhyemmällä aikavälillä ja paikallisemmin.

Ilmastonmuutoksen hillintä tarkoittaa kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistä ja hiilinielujen ylläpitämistä ja vahvistamista erilaisin toimenpitein. Hiilinieluja ovat esimerkiksi metsät silloin, kun niiden hiilivarasto kasvaa eli kun ne sitovat ilmakehästä enemmän hiilidioksidia kuin hakkuut ja lahoaminen sinne vapauttavat. Päästöjen rajoittamisen tarkoituksena on hidastaa ja lopulta pysäyttää etenkin hiilidioksidipitoisuuden kasvu ilmakehässä.

Ilmastoskenaarioilla ennakoitaan ilmastonmuutoksen tulevia vaikutuksia. Ilmastoskenaariot kuvaavat sääsuureiden (lämpötila, sademäärät, tuulisuus) kehitystä erilaisten päästökkehitysten seurauksena, ja antavat sitä kautta mahdollisuuden ennakoita mahdollisia tulevaisuuden ilmasto-olosuhteita.

Vaaratekijänä ilmastonmuutos näkyy sekä hitaammin muuttuvina ilmastollisina ja luonnonilmiöinä, että äärevöityvinä veden kierto ja säähän liittyvinä ilmiöinä. Hitaammin muuttuvia ilmiöitä ovat esimerkiksi keskilämpötilan ja merenpinnan nousun sekä sateisuuden lisääntyminen. Ääreviä, tilapäisiä ilmiöitä ovat esimerkiksi helle- ja kuivuuskaudet ja toisaalta voimistuvat rankkasateet.

Altistumisella tarkoitetaan ihmisten ja yhteisöjen, elinkeinojen, luontoympäristön, ekosysteemipalveluiden ja luonnonvarojen, infrastruktuurin tai pääoman sijoittumista sellaiseen paikkaan tai olosuhteisiin, että niille aiheutuu mahdollisesti vahinkoa tai vaaraa ilmastonmuutoksen myötä.

Haavoittuvuus tarkoittaa IPCC:n eli hallitustenvälisen ilmastonmuutospaneelin määritelmän mukaan ”herkkyyttä potentiaalisesti vahinkoa tai vaaraa aiheuttavalle ilmiölle”. Haavoittuvuutta ilmenee yksilöiden ja yhteisöjen sekä instituutioiden tasoilla. Haavoittuvuutta voi ilmetä kaikilla edellä luetelluilla ilmastonmuutokselle alttiilla kohteilla, ja se on riippuvainen ajasta ja paikasta.

¹ Ilmasto-opas, n.d. ja IPCC

Ilmastokestävyydellä tarkoitetaan tietoista ja ennakoivaa kykyä toimia joustavasti säässä ja ilmastossa tapahtuvissa muutoksissa ja häiriötilanteissa, toipua niistä ja kehittää toimintaa ja varautumista niiden jälkeen.

1. Johdanto

1.1 Hankkeen tausta

Globaalisti 2023 on osoittautunut tähän mennessä kansainvälisen mittaushistorian kuumimaksi vuodeksi.² Suomen näkökulmasta on tärkeää ymmärtää, että jotkin ilmastonmuutoksen vaikutuksista ovat meillä globaalia keskipertaa merkittävämmät. Ilmastonmuutoksen myötä esim. Suomen keskilämpötila on noussut jo noin kaksi astetta 1800-luvun lopun jälkeen, globaalin keskilämpötilan nousun ollessa reilun 1 C astetta ja lähestyen itse asiassa jo Pariisin sopimuksessa tavoiteltua 1,5 asteen rajaa. Monia muitakin muutoksia voidaan Suomessa jo havaita niin sään ääri-ilmiöissä kuin monissa muissakin ilmastoparametreissa.

Suomi on kuulunut pitkään ilmastonmuutoksen sopeutumisen edelläkävijöihin. Suomi julkaisi pioneerina jo vuonna 2005 ensimmäisen kansallisen sopeutumisstrategiansa³, joka loi kokonais kuvan sopeutumistarpeista Suomessa ja jossa tunnistettiin joukko toimenpiteitä, joiden avulla sopeutumista ilmastonmuutoksen fyysisiin vaikutuksiin voitaisiin edistää.⁴ Strategiaa on säännöllisesti arvioitu ja kehitetty suunnitelmaksi toimeenpanon vauhdittamiseksi. Sopeutumistyö on asteittain jalkautunut alueelliselle ja paikalliselle tasolle sekä eri toimialoille. Työtä on Suomessa tukenut myös erittäin pitkäjänteinen ja kansallinen ilmastonmuutoksen vaikutuksiin ja vaihtoehtoihin sopeutusratkaisuihin keskittyvä tutkimustyö, johon on laaja-alaisesti osallistettu toimijoita Suomessa.⁵

Näistä erinomaisista lähtökohdista huolimatta, sopeutusratkaisujen vieminen käytäntöön eri toimialoilla ei ole aina edennyt riittävän ripeästi⁶. Usein sopeutumista ilmastonmuutokseen on pidetty liian monimutkaisena haasteena ja vastuun jako tarvittavista resursseista ja toimenpiteistä on monin paikoin koettu epäselväksi. Monille toimijoille on myös hämärän peitossa minkälaisia hyötyjä (esim. vältettyjä vahinkoja ja kustannuksia sään ääri-ilmiöistä, tai toisaalta ilmastokestävämpiä infra-ratkaisuja, uusia maatalouskäytäntöjä tai matkailupalveluita jne.) fiksulla ja ennakoivalla sopeutumisella voitaisiin saavuttaa. Näiden hyötyjen kirkastaminen on tärkeää paitsi sopivien sopeutumistoimien tunnistamisessa ja priorisoinnissa, myös eri toimijoiden motivoinnissa uusien toimintamallien ja konkreettisten sopeutumistoimien käyttöönottoon.

² Climate Adapt, n.d.

³ Maa- ja metsätalousministeriö, 2005

⁴ Strategian kohteina olivat sopeutumistarpeet maatalous- ja elintarviketuotannossa, metsätaloudessa, kalataloudessa, porotaloudessa, riistataloudessa, vesivarojen hallinnassa, luonnon monimuotoisuuden turvaamisessa, teollisuudessa, energiantuotannossa ja jakelussa, liikennesektorilla, alueidenkäytössä ja yhdyskunnissa, rakentamisessa, terveysalalla, matkailussa ja luonnon virkistyskäytössä sekä vakuutus toiminnassa.

⁵ Tuorein ja nykyinen kansallinen sopeutumis suunnitelma astui voimaan 2023, eli Kansallinen ilmastonmuutoksen sopeutumis suunnitelma 2030 (KISS2030). Tämä suunnitelma on osa ilmastolain mukaista ilmastopoliittista suunnittelujärjestelmää Suomessa.

⁶ Hilden ym., 2022

Ilmastonmuutokseen sopeutuminen sisältyy Pohjois-Pohjanmaan ilmastotyön jokaiseen kärkeeseen. *Ilmastonmuutokseen sopeutuminen Koillismaalla* (ISKO)⁷-hankkeen tavoitteena on luoda tilannekuva alueen toimialojen ilmastomuutokseen varautumisen tilasta sekä toimialoittain löytää tärkeimmät kehityskohdat ilmastomuutoksen tuomiin haasteisiin sopeutumiseksi sekä mahdollisuuksien hyödyntämiseksi. Hanke tarjoaa hyvän mahdollisuuden taklata yllä kuvattuja haasteita, koska se pyrkii ratkaisemaan niitä kokonaisvaltaisesti ja konkreettisesti kannustaen.

1.2 Tavoite ja fokus

Osana *Ilmastonmuutokseen sopeutuminen Koillismaalla* (ISKO) hanketta tämän työn erityisenä tavoitteena on

- I) **Tuottaa ja jakaa alueen toimijoille viimeisimpään tutkimukseen perustuvaa tietoa ilmastomuutoksen vaikutuksista Koillismaan keskeisillä toimialoilla.** Tarkempaan tarkasteluun valituilla toimialoilla on tähän asti ollut merkittävä vaikutus alueen talouden ja ihmisten hyvinvoinnin kannalta ja niiden merkityksen uskotaan pysyvän tärkeänä myös tulevaisuudessa. Näitä toimialoja ovat energiantuotanto ja -jakelu, metsä- ja puutoimiala, alkutuotanto ja elintarvikejalostus, matkailu sekä läpileikkaavana liikenne ja logistiikka. Toimialat on esitelty lyhyesti Infolaatikossa 1 alla. Toimialojen sekä niiden arvoketjujen tarkempi kuvaus esitetään luvussa 2, jossa on analysoitu ilmastomuutoksen vaikutuksia toimialoihin tähän mennessä sekä skenaarioiden avulla ennakoitu ilmastomuutoksen mahdollisia vaikutuksia tulevaisuudessa.
- II) **Luoda toimialakohtaiset ilmastomuutoksen vaikutusten arviot,** joiden pohjalta on tunnistettu toimialoihin kohdistuvia ilmastomuutoksen aiheuttamia uhkia ja mahdollisuuksia. Tämän analyysin tueksi on yhdessä alueen toimijoiden kanssa analysoitu toimialojen vahvuuksia ja heikkouksia hallita ilmastomuutoksen aiheuttamia riskejä ja/tai tarttua muutoksen aiheuttamiin mahdollisuuksiin (ns. SWOT-analyysi, luvussa 3). Tässä yhteydessä on myös pyritty tunnistamaan toimialojen välisiä riippuvuuksia, olkoon synergioita ja/tai ristiriitoja ilmastomuutokseen sopeutumisessa, jotka tulee huomioida sopeutumistoimia priorisoitaessa ja vietäessä käytäntöön.
- III) **Luoda toimialakohtaiset toimintasuositukset ja -mallit ilmastomuutokseen sopeutumiseen.** Suositusten kehittämisessä on pyritty ottamaan huomioon sopeutumisen opit ja hyvät käytännöt muilta alueilta ja/tai muista maista, räätälöiden ne Koillismaan toimialoille ja toimijoille sopiviksi. Kunkin toimialan arvoketjun kuvaaminen auttaa

⁷ ISKO-hanke on Euroopan unionin osarahoittama: <https://naturpolis.fi/hanke/ilmastonmuutokseen-sopeutuminen-koillismaalla/>

tunnistamaan kullekin toimialalle kustannustehokkaimmat ja soveliaimmat sopeutumiskeinot, ottaen huomioon, että jotkin sopeutumISRatkaisut voivat olla alueen toimijoille yhteisiä ja vastaavasti osa toimista on sellaisia, jotka on tehokkainta hoitaa itse, "oman talon / toiminnan piirissä". Osa sopeutumistoimista saattaa olla kustannustehokkainta taklata arvoketjun aiemmissa vaiheissa ja tästä syystä toimialojen sisäisen ja toimialojen välisen yhteistyön merkitys tulee todennäköisesti kasvamaan ilmastonmuutoksen edetessä (luku 4).

Tietolaatikko 1: Hankkeessa tarkasteltujen toimialojen kuvaukset

Energiantuotanto ja -jakelu: Energiantuotanto Koillismaalla keskittyy metsä- ja puutoimialan sivuvirtoihin sekä osin fossiilisiin polttoaineisiin, joita tuotetaan keskustaajamien (Kuusamo, Taivalkoski, Ruka) kaukolämpöverkoihin. Lisäksi sähköä tuotetaan Soilun vesivoimalaitoksella. Alueelle on suunnitteilla lisäenergiantuotantoa osana Kuubion teollisuusaluetta sekä tuulivoimaloita. Koillismaan alueen sähkönjakeluverkko on Caruna Oy:n omistuksessa ja kulkee valtatie 20 suuntaisesti. Energiajakelua voidaan myös pitää toimialoja läpyleikkaavana palveluna sillä se mahdollistaa muiden toimialojen toiminnan.

Metsä- ja puutoimiala: Koillismaa on metsäistä seutua, alueella on paljon metsänomistajia sekä pitkät perinteet puutuotteiden jalostuksessa esimerkiksi rakennusteollisuuden käyttöön. Lisäksi toimialan sivuvirroilla on merkittävä rooli uusiutuvan energian tuottamisessa alueen lämmön ja sähkön tuotantoon.

Alkutuotanto ja elintarvikejalostus: toimialaan alkutuotannon osalta kuuluvat maatalous (liha- ja maitotilat), porotalous sekä kalatalous (kalastus sekä vesiviljely). Elintarvikejalostus hyödyntää alkutuotannon raaka-aineita omien tuotteidensa valmistamiseen. Alkutuotannon ja elintarvikejalostuksen toiminnot ovat pääosin pienimuotoisia, paikallisessa omistuksessa olevia toimintoja. Monet maataloustuottajat ovat myös metsänomistajia ja siten kytkeytyvät metsä- ja puutoimialaan.

Matkailu: Koillismaan matkailu nojaa ympäri aluetta sijaitseviin luonnonmaisemiin, Oulangan ja Syötteen kansallispuistoihin sekä Ruka-Kuusamon ympärivuotiseen matkailualueeseen. Matkailijat saapuvat Koillismaalle Suomesta sekä ulkomailta (pääosin Euroopasta). Tällä hetkellä talviseisonki tuottaa suuren osan matkailun liikevaihdesta. Matkailualan toimijoihin luetaan liikennepalvelut, majoitus- ja ravitsemistoiminta, virkistyspalvelut sekä vähittäiskauppa.

Liikenne ja logistiikka: Toimiala on kriittistä alueen taloudelle, sillä hyvä liikenneyhteyksien saatavuus mahdollistaa tavaroiden ja ihmisten tehokkaan kuljettamisen Koillismaalta muualle Suomeen ja maailmalle sekä päinvastoin. Logistiikka Kuusamossa kulkee pääosin rekoilla valtateitä 5 tai 20 pitkin kohteeseen tai Oulun satamaan ja sitä kautta kansainvälisille markkinoille. Kuusamon lentokenttää käyttävät erityisesti kansainväliset matkailijat ja yritykset. Toimivat logistiikka- ja liikennejärjestelmät ovat elintärkeitä jokaisen alueelle tärkeän toimialan kannalta, ja niitä tarkastellaan tässä työssä "läpyleikkaavana" toimialana, joka voi mahdollistaa muiden toimialojen menestyksen myös muuttuvassa ilmastossa.

Hankkeen tavoitteena on auttaa luomaan alueen toimijoiden yhteinen näkemys sopeutusprioriteeteista, parempi ymmärrys sopeutumisen toimintamalleista, hyvistä menetelmistä ja ratkaisuista eri sektoreilla, mutta myös tarvittavasta yhteistyöstä eri toimijoiden ja toimialojen kesken

1.3 Hankkeen toteutus ja raportin sisältö

Työ on toteutettu osallistavalla tavalla, ja tähän on kuulunut mm. paikan päällä toteutetut työpajat sekä tiedon ja kokemusten kerääminen alueen avaintoimijoilta haastattelujen avulla. Tarkoituksena on ollut koko hankkeen aikana aktiivisesti jakaa tietoa ilmastonmuutoksesta ymmärrettävässä ja räätälöidyssä muodossa. Tämä vahvistaa osallistujien osaamista, sitoutumista ja samanaikaisesti pyrkii nostamaan sekä yksityisen että julkisen sektorin toimijoiden valmiutta tarttua tunnistettuihin toimintamalleihin ja ratkaisuihin, niin matkailun, alkutuotannon, elintarvikejalostuksen, metsä- ja puutoimialan, energiantuotannon, energianjakelun kuin logistiikan ja liikenteen aloilla.



Kuva 1: Hankkeen neljä päävaihetta ja aikataulu.

Hanke toteutettiin maaliskuu-joulukuu 2024 välisenä aikana Gaian⁸ ja Ilmatieteen laitoksen asiantuntijatiimin tiiviinä yhteistyönä neljässä työvaiheessa (kuva 1) lähestymistavalla, joka

- 1) **Hyödyntää ja tekee näkyväksi viimeisintä tutkimustietoa ilmastonmuutoksen vaikutuksista Suomessa.** Työssä huomioitiin ja tehtiin näkyväksi ilmastossa jo koetut muutokset, mikä luo myös hyvät lähtökohdat alueen toimijoille tarkastella ja asettaa mittasuhteeseen ilmastonmuutoksen mahdollisia tulevia vaikutuksia Koillismaalla.
- 2) **Tunnistaa eri toimialojen erityispiirteet sekä mahdolliset synergiat ilmatoriskien ennakoinnissa ja koordinoidussa hallinnassa.** Vaikka hankkeen puitteissa ei räätälöidä ja kehitetä yrityskohtaisia sopeutusratkaisuja, on työn aikana pyritty tunnistamaan toimialojen liiketoimintamalleja ja mahdollisuuksia tehdä erilaisia panostuksia ja investointeja, jotta ehdotetut sopeutumismallit olisivat mahdollisimman käyttökelpoisia Koillismaalla

⁸ Gaia Consulting Oy yhdistyi Sweco Finland Oy:n marraskuussa 2024.

- 3) Hyödyntää kansallisia ja kansainvälisiä oppeja toimialojen sopeutusratkaisujen ja toimintamallien kehittämisessä. Kotimaisissa ja kansainvälisissä sopeutumishankkeissa on tunnistettu joukko erilaisia sopeutusratkaisuja (teknisiä, taloudellisia, tietopalveluja, luontopohjaisia⁹, käyttäytymismallien muutoksiin perustuvia keinoja jne.), jotka valjastetaan tämän hankkeen käyttöön. Monet, esimerkiksi maankäyttöön liittyvät sopeutusratkaisut voivat samanaikaisesti palvella monia toimialoja ja tuottaa synergioita myös päästöjen vähentämisen, luonnon monimuotoisuuden turvaamisen ja asukkaiden yleisen viihtyisyyden näkökulmasta¹.
- 4) Toteuttaa työn tiiviissä yhteistyössä Koillismaan paikallisten toimijoiden ja asiantuntijoiden kanssa. Hankkeen osallistava lähestymistapa, johon kuului neljä työpajaa, kysely sekä haastatteluja, vahvistaa paikallista osaamista erityisesti ilmatoriskien ennakoinnissa tunnistamisessa ja hallinnassa. Tämä varmistaa myös sen, että kaikki Koillismaalla aiemmin tehty työ hyödynnetään hankkeessa siten, että se tukee edelleen toimijoiden osaamisen ja omistajuuden vahvistamista. Tarkempi kuvaus hankkeen osallistavista tilaisuuksista tietolaatikossa 2.

Tietolaatikko 2: Hankkeen osallistavien toimintatapojen kuvaus

Työpaja 1, 14.6.2024, Microsoft Teams: Työpajassa esiteltiin hankkeen lähestymistapa ja tavoitteet sekä ilmastomuutokseen sopeutumisesta saatavia hyötyjä, hyviä käytäntöjä ja esimerkkejä/oppeja Suomesta ja maailmalta. Lisäksi työpajassa esiteltiin alustavia tuloksia tarkasteltavien toimialojen kuvauksista sekä ilmastomuutoksen vaikutuksista Koillismaalla, joiden pohjalta käytiin keskustelua ja täydennettiin alustavaa analyysia yhdessä. Työpajaan osallistui 18 henkilöä eri toimialoilta. Keskustelussa toimialoista painottuivat metsä- ja puutoimiala, alkutuotanto ja elintarvikejalostus sekä matkailu.

Työpaja 2, 5.9.2024, Kuusamo-talo (osana BioInno-seminaaria): Työpajassa esiteltiin hankkeen alustavia tuloksia ilmastomuutoksen vaikutuksista tarkasteltujen toimialojen toimintaedellytyksiin ja niiden tulevaan kehitykseen Koillismaalla muuttuvassa ilmastossa. Sen jälkeen kahdeksassa ryhmässä (kattaen kaikki toimialat) työstettiin toimialakohtaisia SWOT-analyyskejä (vahvuudet, heikkoudet, uhat, mahdollisuudet) ilmastomuutoksen vaikutuksiin peilaten. Työpajaan osallistui 60 henkilöä.

Työpaja 3, 16.10.2024, Kuusamon kaupungintalo: Työpaja keskittyi erityisesti toimialojen SWOT-analyysien syventämiseen yhdessä Koillismaan toimialojen kanssa. Työpajassa esiteltiin SWOT-analyysin alustavat tulokset. Kahdessa ryhmässä työstettiin erityisesti toimialojen vahvuuksia ja heikkouksia ilmastomuutoksen tuomiin uhiin varautumisessa sekä mahdollisuuksien hyödyntämisessä. Lisäksi ryhmissä tunnistettiin toimialakohtaisia ja toimialojen rajoja ylittäviä sopeutumistoimia. Työpajaan osallistui 10 henkilöä. Ryhmätyössä keski-tyttiin metsä- ja puutoimialaan, alkutuotantoon ja elintarvikejalostukseen sekä matkailuun.

⁹ Monet luontopohjaiset ratkaisut, esim. rankkasateiden aiheuttamien taajamatulvien hallinnassa, ovat osoittautuneet sekä kustannustehokkaiksi että tarjonneet hiilen sitomiseen ja asukkaiden viihtyisyyteen liittyviä selkeitä oheishyötyjä.

Työpaja 4, 3.12.2024, Business Kuusamo: Työpaja keskittyi erityisesti sopeutumistoimien ja mallien tarkentamiseen ja priorisointiin yhdessä Koillismaan toimialojen kanssa. Työpajassa esiteltiin hyvän sopeutumisen periaatteet ja lähestymistavat sekä alustava listaus eri toimialoille potentiaalisesti soveltuvista erityyppisistä sopeutusratkaisuista. Kolmessa ryhmässä tarkennettiin ja täydennettiin toimintasuosituksia kullekin toimialalle ja valikoitiin 2–3 toimenpidettä tarkempaan tarkasteluun yhteistyön, resurssien ja tietotarpeiden näkökulmasta. Lisäksi tunnistettiin toimenpiteiden synergioita toisiin toimialoihin. Työpajaan osallistui 9 henkilöä. Ryhmätöissä keskityttiin energiantuotantoon ja -jakeluun, alkutuotantoon ja elintarvikejalostukseen sekä matkailuun.

Haastattelut ja kysely

Hankkeen aikana toteutettiin loka-joulukuussa 2024 yhteensä viisi haastattelua keskittyen niihin toimialoihin, joissa työpajojen ja kyselyn jälkeen tunnistettiin tietoaukkoja. Kyselyn (toteutettu syys-lokakuussa) tavoitteena oli tukea toimialakohtaisten SWOT-analysien laatimista, mutta koska kyselyyn saatiin vain yksi vastaus, täydentävien haastatteluiden merkitys tietoaukkojen täyttämässä kasvoi. Haastattelut jakautuivat toimialoille seuraavasti: energiantuotanto- ja jakelu (1 kpl), alkutuotanto ja elintarvikejalostus (2 kpl), matkailu (2 kpl). Haastatteluissa keskityttiin toimialakohtaisten SWOT-analysien täydentämiseen sekä jo tehtyjen ja tulevaisuudessa tarpeellisten sopeutumistoimien tunnistamiseen. Haastatteluiksi valikoitiin johtavassa asemassa olevia henkilöitä, jotta he pystyivät laajasti vastaamaan toimialoja koskeviin kysymyksiin.

Loppuraportin kappaleessa 2 kuvataan ilmastonmuutosta Koillismaalla (luku 2.1), tarkastellen ilmastonmuutoksen jo aiheuttamia vaikutuksia (luku 2.2) sekä mahdollisia tulevia vaikutuksia, hyödyntäen skenaariotarkastelua (luku 2.3). Vaikutukset näkyvät jo monin tavoin Koillismaan toimialoilla ja jo koetut muutokset esim. sadeoloissa, lämpötiloissa tai routimisessa luovat hyvän pohjan arvioida ja vertailla mahdollisten tulevien vaikutusten vakavuutta eri toimialoilla (luku 2.4). Luvussa 3 tarkastellaan toimialojen valmiutta taklata ilmastonmuutoksen aiheuttamia uhkia tai tarttua uusiin mahdollisuuksiin, analysoiden toimialojen vahvuuksista ja heikkouksia. Luvussa 4 esitellään sopeutumisen toimintamalleja ja sopeutusratkaisuja, jotka on hankkeen aikana tunnistettu tiiviissä yhteistyössä alueen toimialojen kanssa, ja lukuun 5 on koottu hankkeen keskeiset johtopäätökset.

2 Ilmastomuutoksen vaikutukset Koillismaalla

2.1 Vaikutukset tähän mennessä

Ilmastomuutoksen vaikutus tähän mennessä voidaan nähdä Suomessa selvimmin keskilämpötilan nousuna ja erilaisissa lämpötilan noususta suoraan riippuvaisissa säämuuttujissa, kuten kasvukauden lämpösummissa kesällä tai talven lumi- ja jääolosuhteissa. Sateisuudessa ja esimerkiksi tuulisuudessa ei ole Suomessa tapahtunut yhtä merkittäviä muutoksia, vaikka maailmanlaajuisesti ilmastomuutos vaikuttaa merkittävästi myös sateisuuteen ja vesivarojen riittävyyteen eri alueilla¹⁰. Ilmastomuutoksen sanotaan usein voimistavan erilaisia sään ääri-ilmiöitä¹¹. Tämä pätee ennen kaikkea sateisuuteen liittyviin ääri-ilmiöihin, mutta kaikki sään ääri-ilmiöt eivät ilmastomuutoksen seurauksena yleisty tai voimistu. Monien hyvin harvoin toistuvien ilmiöiden esiintymisessä tapahtuvia muutoksia on myös vaikea todentaa.

Pidemmällä aikavälillä Suomen ilmasto on 1900-luvun alun jälkeen lämmennyt tähän mennessä reilulla parilla asteella (kuva 2). 1900-luvulla erityisen lämmin sääjakso osui 1930-luvulle, jonka jälkeen ilmastomme viileni hitaasti 1960-luvulle asti. Vuosisadan lopulla lämpötila kääntyi selvään nousuun, ja 1980-luvun jälkeen lämpötila on noussut keskimäärin noin puoli astetta vuosikymmenessä.

Koillismaan alueella lämpötila on vaihdellut hyvin samankaltaisesti kuin Suomessa keskimäärin, mutta vuosienväliset erot ovat olleet hieman suurempia (kuva 3). Kuten muuallakin Suomessa, myös Kuusamon havaintojen mukaan lämpötila on noussut 1980-luvun jälkeen tasaisesti. Suomen ilmasto luonnehtii myös suuri vuosienvälinen vaihtelu, mutta vuoden 2005 jälkeen noin kolme vuotta neljästä on ollut Ilmatieteen laitoksen käyttämän uusimman normaalikauden 1991–2020 keskiarvoa lämpimämpiä, kun taas 1900-luvulla aivan valtaosa vuosista oli tätä keskiarvoa viileämpiä. Esimerkiksi 1990-luvulla kaikki vuodet olivat Kuusamossa jakson 1991–2020 keskiarvoa viileämpiä, eikä lämpimällä 1930-luvullakaan ollut kuin kolme jakson 1991–2020 keskiarvoa lämpimämpää vuotta.

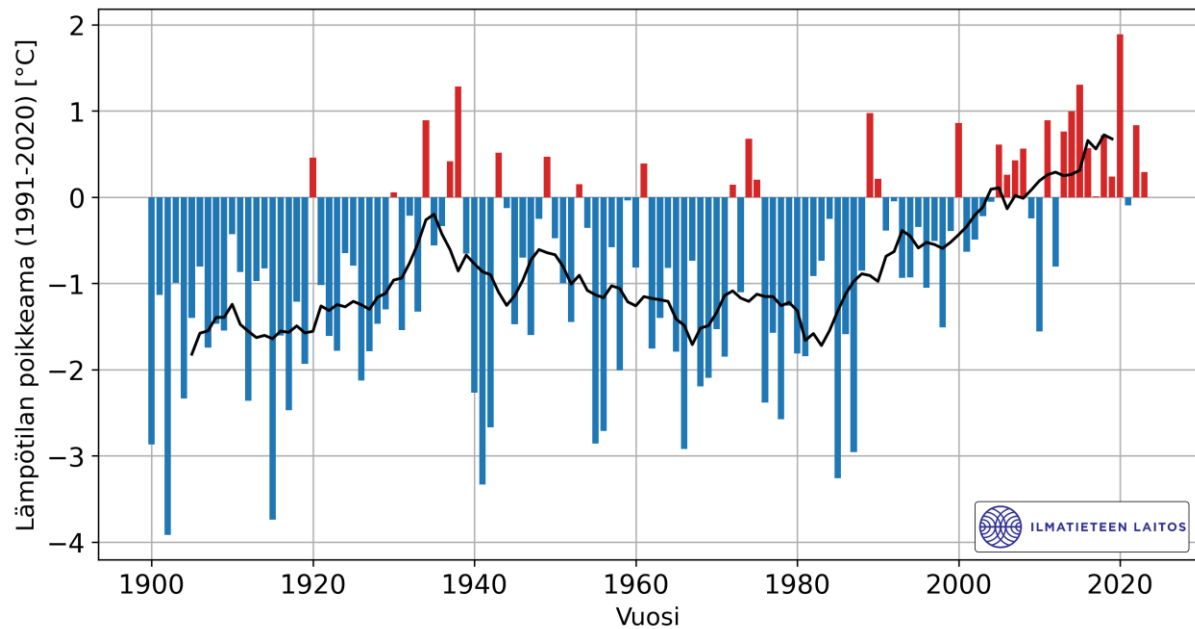
Vuoden keskilämpötila on Suomen etelärannikolla keskimäärin noin 7–8 astetta korkeampi kuin Pohjois-Lapissa, eli lämpötila nousee Suomessa etelää kohti siirryttäessä karkeasti ottaen asteen verran vajaan 150 kilometrin matkaa kohti. Koillismaalla viimeisten noin 40 vuoden aikana tapahtunut parin asteen lämpeneminen vastaa siten ilmastollista siirtymää noin 250–300 kilometriä etelään.

Keskilämpötilan vaihtelu Kuusamossa eri vuodenaikoina esitetään liitekuvisissa L1–L4 (katso raportin Liite). Yksittäisinä vuodenaikoina lämpötila vaihtelee enemmän kuin lämpötilan koko

¹⁰ IPCC, 2023

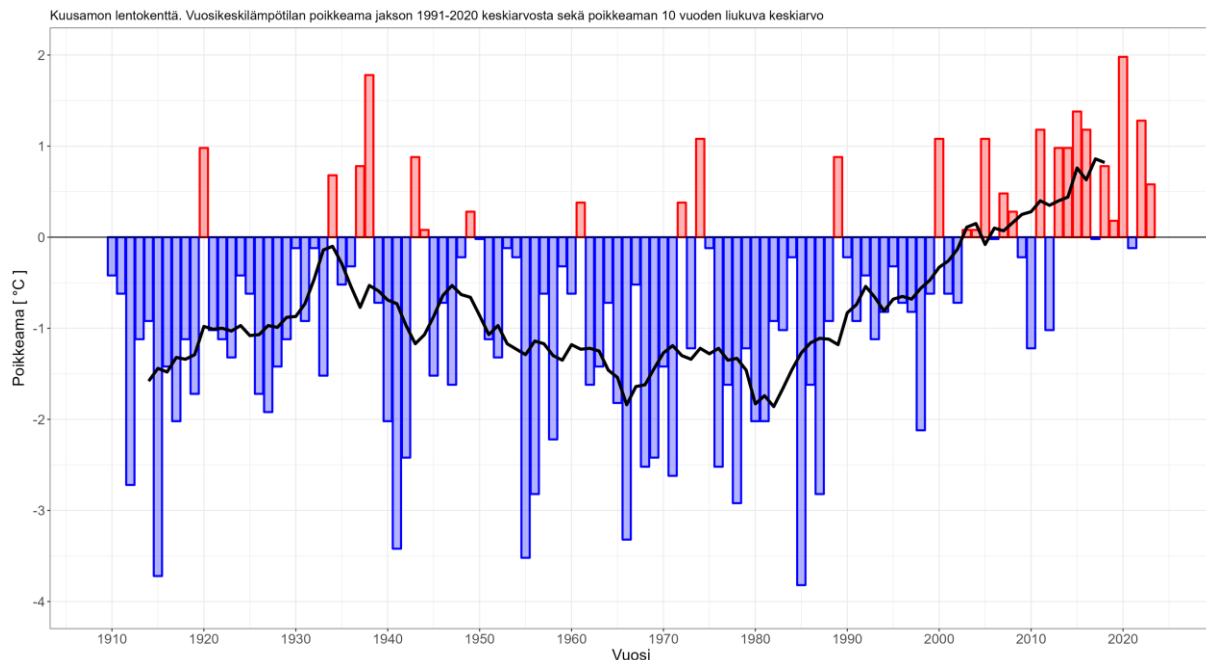
¹¹ IPCC, 2023

vuoden keskiarvo, mutta viimeisten noin 40 vuoden aikana lämpötila on noussut selvästi kaikkina vuodenaikoina. Eniten lämpötila on noussut talvikuukausina, jolloin myös lämpötilan vuosienvälinen vaihtelu on suurinta.



Kuva 2: Suomen vuosikeskilämpötilan poikkeama 30-vuotiskauden 1991–2020 keskiarvosta vuosina 1900–2023. Punaiset pylväät kuvaavat keskimääräistä lämpimämpiä ja siniset keskimääräistä kylmempiä vuosia. Musta käyrä kuvaa keskilämpötilan 10-vuotista liukuvaa keskiarvoa¹².

¹² Ilmatieteen laitos, 2024



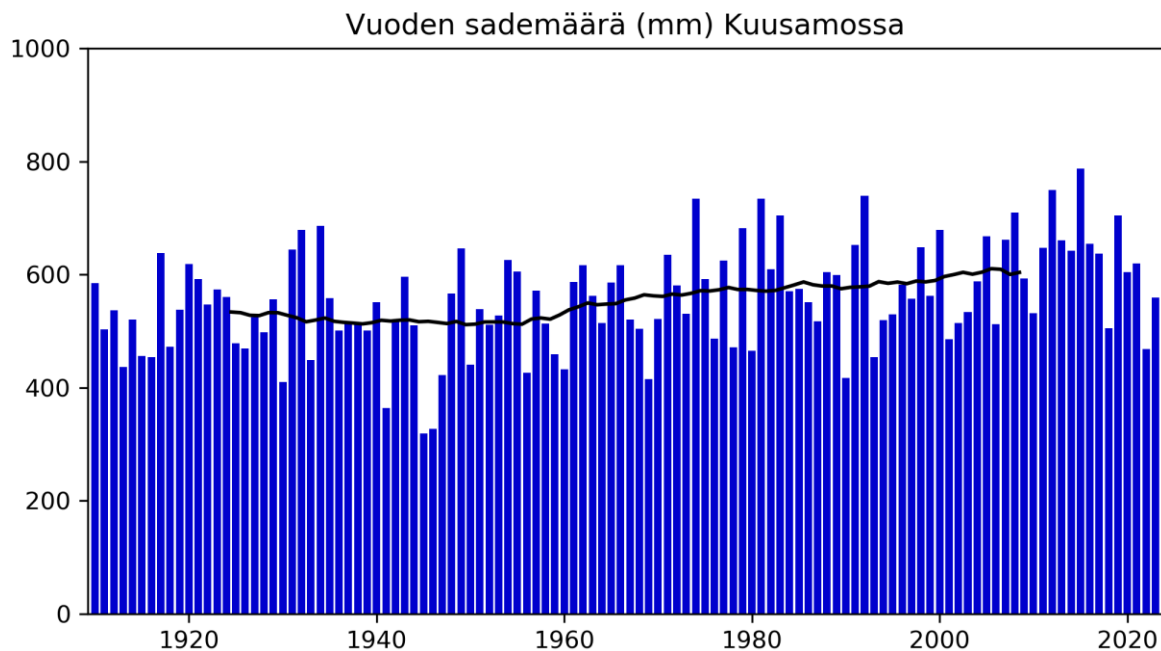
Kuva 3: Vuoden keskilämpötilan poikkeama jakson 1991-2020 keskiarvosta Kuusamossa vuosina 1910-2023. Punaiset pylväät kuvaavat keskimääräistä lämpimämpiä ja siniset keskimääräistä kylmempiä vuosia. Musta käyrä kuvaa keskilämpötilan 10-vuotista liukuvaa keskiarvoa.

Maailmanlaajuisesti pohjoiset napa-alueet ovat viime vuosikymmeninä lämmenneet selvästi nopeammin kuin maapallo keskimäärin¹³. Tähän on vaikuttanut muun muassa merijään väheneminen Pohjoisella jäämerellä. Novaja Zemljan pohjoispuolisilla merialueilla lämpeneminen on ollut jopa 6-7 kertaa nopeampaa kuin maapallolla keskimäärin. Myös Suomessa ja Koillismaalla lämpötila on noussut 2-3 kertaa nopeammin kuin maapallolla keskimäärin.

Lämpötilan kohoamisen lisäksi myös sademäärässä on Suomessa havaittu hienoista nousua. Kuusamossa keskimääräinen vuosisademäärä näyttäisi havaintojen mukaan kasvaneen 1900-luvun puolivälin jälkeen reilusta 500 mm:stä noin 600 mm:iin, eli noin 15 % (kuva 4). Sademäärä vaihtelee kuitenkin vuodesta toiseen lämpötilaa enemmän, eli myös pitkän aikavälin keskiarvoa kuivempia vuosia esiintyy edelleen usein. Vuodenaika- ja kuukausitasolla sademäärän vuosienvälinen vaihtelu on vielä paljon suurempaa kuin vuositason. Lisäksi sademäärän mittaamiseen liittyy suurempia epävarmuustekijöitä kuin esimerkiksi lämpötilan mittaamiseen. Epävarmuutta sademäärän pitkän aikavälin muutosten arvioimisessa aiheuttavat myös vuosikymmenten aikana tapahtuneet muutokset havainnointimenetelmissä. Suorien sademäärämittausten lisäksi päätelmä sademäärien kasvusta saa tukea Perämerellä 1900-luvun jälkimmäisellä puoliskolla havaitusta meriveden suolaisuuspitoisuuden laskusta ja Perämereen laskevien jokien havaitusta virtaamien kasvusta¹⁴.

¹³ Rantanen ym., 2022

¹⁴ Kniebusch ym., 2019



Kuva 4: Vuoden sademäärä (mm) Kuusamossa vuosina 1910–2023. Musta käyrä kuvaa vuosisademäärän 30 vuoden liukuvaa keskiarvoa. Vuosien 1910–1999 arvot perustuvat Kuusamon kirkonkylässä ja lentoasemalla tehtyihin mittauksiin, ja vuodesta 2020 lähtien sademäärä on mitattu Kuusamon Välikankaan säähavaintoasemalla. Vuosien 2000–2019 sademäärät on arvioitu hilamuotoisesta havaintoaineistosta¹⁵, jossa yksittäisten hilaruutujen päivittäiset sademäärät on arvioitu lähialueiden asemahavaintojen ja paikallisten olosuhteiden (maaston korkeus, järvisyys ja mereisyys) perusteella. Kuusamon sademäärää kuvaajassa edustaa Kuusamon keskustan kohdalle osuvan hilaruudun arvioitu sademäärä.

Tuulisuudessa ei ole havaittu Suomen alueella tapahtuneen mitään kovin merkittäviä muutoksia. Havaintojen mukaan keskituulen nopeudet ovat suurimmassa osassa maata pikemmin hienoisesti heikentyneet kuin voimistuneet¹⁶. Kuusamon lentoasemalla tehtyjen havaintojen perusteella sekä keskituulen nopeudet että vuotuiset voimakkaimmat tuulen nopeudet näyttäisivät jaksolla 1959–2015 hieman heikentyneen. Voimakkaiden matalapainemyrskyjen esiintymistä luonnehtii kuitenkin suuri vuosien ja vuosikymmentenkin välinen vaihtelu¹⁷. Kesäisin metsissä tuulituhoja aiheuttavien konvektiivisten rajuilmojen esiintymisessä ajallinen ja alueellinen vaihtelu on vielä suurempaa. Pienialaisia tuulituhoja aiheuttavia ukkosrajuilmoja esiintyy joka kesä, mutta laajoja, useiden maakuntien alueilla suurta tuhoa aiheuttavia voimakkaita rajuilmoja on maassamme esiintynyt karkeasti noin kerran vuosikymmenessä. Koillismaan alueella merkittävin rajuilma on ollut kesällä 2021 juhannuksen alla kehittynyt Paularajuilma¹⁸, joka aiheutti Koillismaan lisäksi merkittävää tuhoa myös Pohjois-Pohjanmaalla sekä

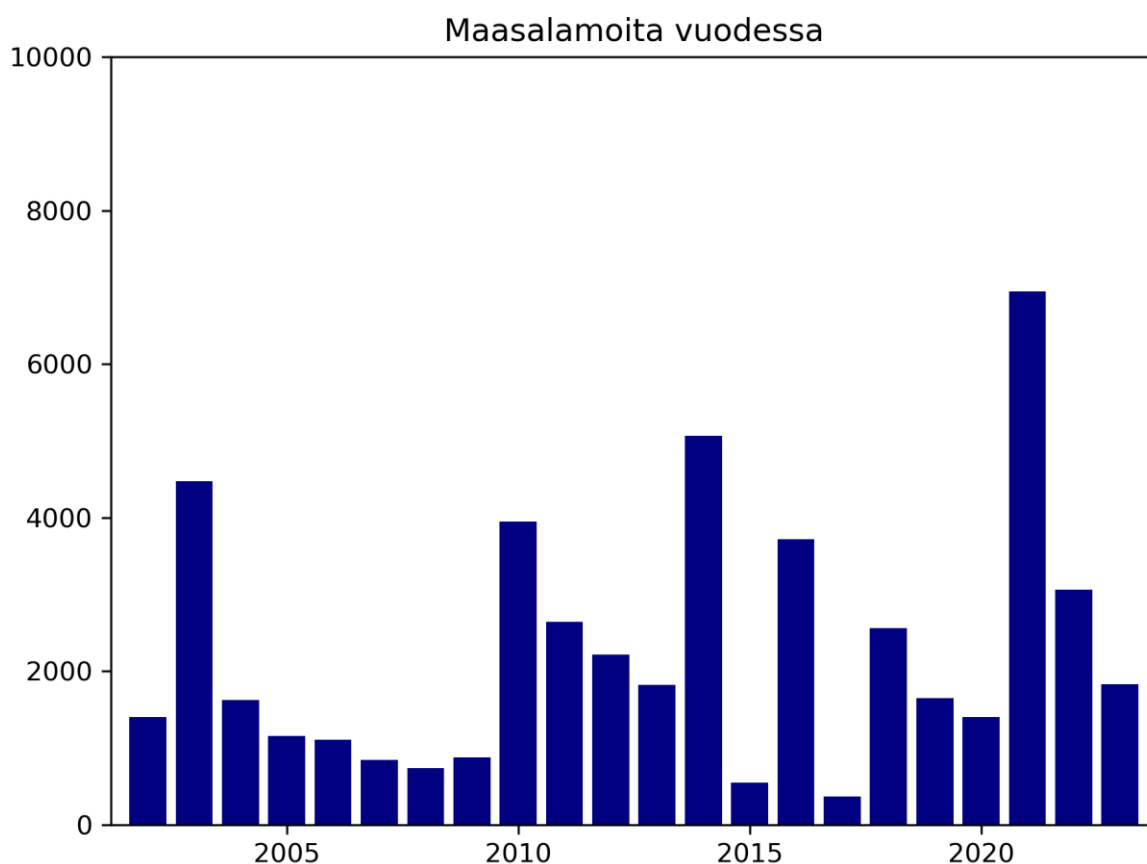
¹⁵ Aalto ym., 2016

¹⁶ Laapas ja Venäläinen, 2017

¹⁷ Laurila ym., 2021

¹⁸ Virman ym., 2024

Kainuun pohjoisosissa. Myös kesän 2010 rajuilmoista elokuun alussa peräkkäisinä päivinä kehittyneiden rajuilmojen Lahja ja Sylvi vaikutusalue ulottui Koillismaalle. Kesäisiin rajuilmoihin liittyy kovien tuulenpuuskien lisäksi tyypillisesti runsasta salamointia. Vertailukelpoista salamapaikannustietoa on Suomesta olemassa viimeisten reilun 20 vuoden ajalta¹⁹. Tänä aikana vuosittain havaittu maasalamoiden lukumäärä on Koillismaalla vaihdellut alle tuhannesta noin 7000 salamaan (kuva 5). Eniten salamoiti kesällä 2021, mikä selittyy suurelta osin Paula-rajuilman yhteydessä havaitulla salamoinnilla. Koko Suomessa Paula-rajuilma tuotti noin 24 000 maasalamaa. Keskimääräisistä vuosittaisista ukkospäivien lukumääristä on Suomesta havaintoja jopa 1800-luvun lopulta asti, ja tämä havaintoaikasarja osoittaa ukkosten esiintymisen vaihdelleen vuosikymmenestä toiseen ilman mitään selkeää pitkän aikavälin trendiä²⁰.



Kuva 5: Kuusamon ja Taivalkosken alueilla vuosittain havaitut maasalamamäärät vuosina 2002–2023.

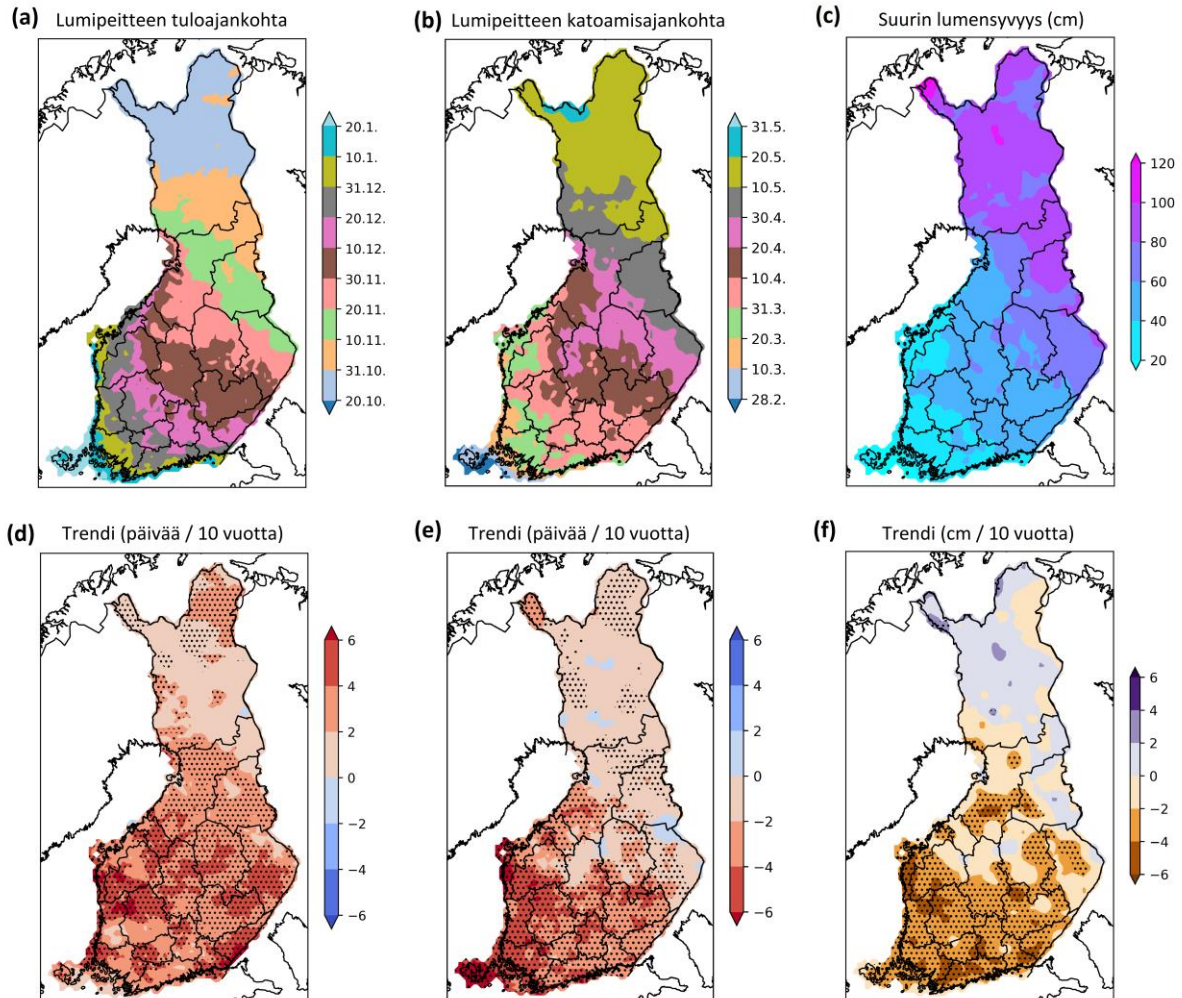
Keskimääräinen lumensyvyys on suurimmassa osassa Suomea ohentunut ja lumipeitekausi lyhentynyt²¹. Lumentulon ajankohta on etenkin maan etelä- ja keskiosissa siirtynyt myöhäisemmäksi ja keväällä lumipeitteen katoamisen ajankohta on aikaistunut erityisesti Länsi-

¹⁹ Laurila ja Mäkelä, 2019

²⁰ Laurila ja Mäkelä, 2019

²¹ Luomaranta ym., 2019

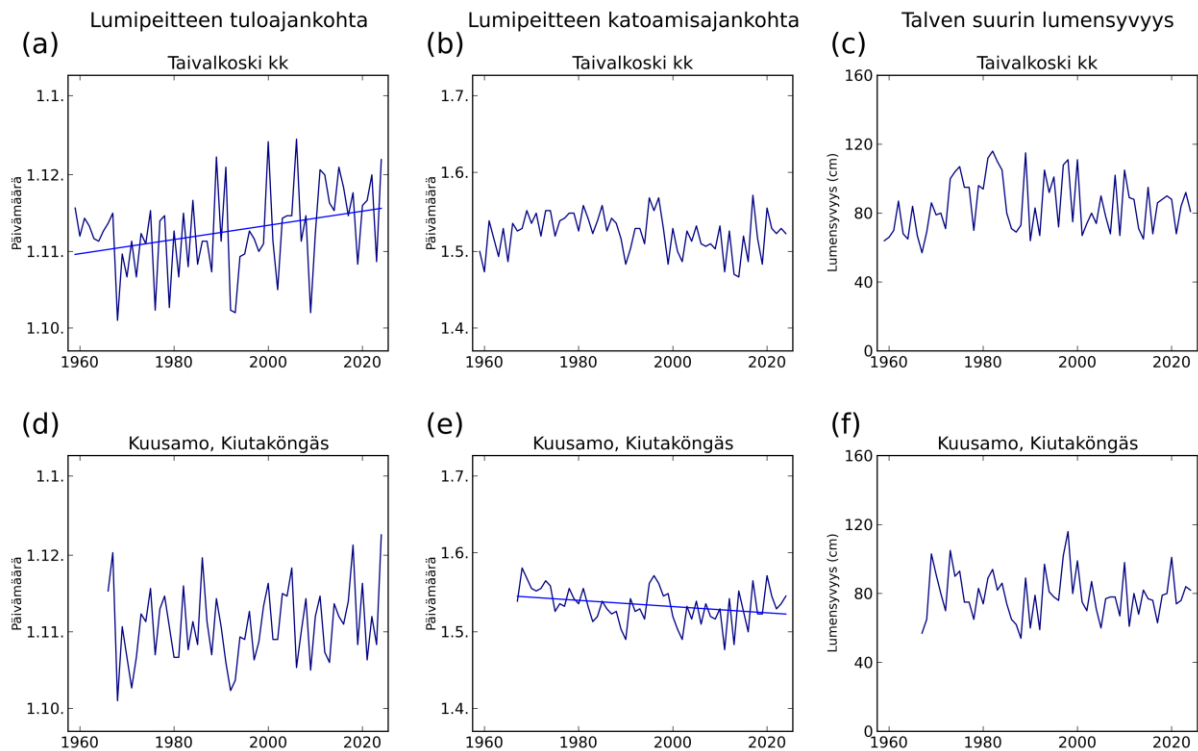
Suomessa (kuva 6). Pohjois-Suomessa muutokset lumentulon ja lumipeitteen katoamisen ajankohdassa ovat olleet pienempiä. Maan etelä- ja keskiosissa myös talven maksimilumensyvydet ovat ohentuneet selvästi, mutta Pohjois-Suomessa talven suurin lumensyvyys, joka sattuu tyypillisesti maaliskuun tienoilla, ei ole juuri muuttunut. Kuten muuallakin Pohjois-Suomessa, myös Koillismaan alueella muutokset talven lumiolosuhteissa ovat olleet selvästi pienempiä kuin etelämpänä Suomessa.



Kuva 6: Talven pysyvän lumipeitteen keskimääräinen tuloajankohta (a), keskimääräinen katoamisajankohta (b) ja keskimäärin suurin lumensyvyys (c) jaksolla 1991–2020. Alarivin kuvissa esitetään vastavasti talven pysyvän lumipeitteen keskimääräisen tuloajankohdan (d), keskimääräisen katoamisajankohdan (e) ja keskimäärin suurimman lumensyvyyden (f) lineaarinen trendi jaksolla 1961–2020. Alueet, joilla trendi on t-testisuuren mukaan tilastollisesti merkitsevä alle 5 %:n riskitasolla on alarivin kuvissa esitetty mustalla pisteytyksellä. Kuva perustuu koko Suomen 10×10 kilometrin alueellisella tarkkuudella kattavaan hilamuotoiseen havaintoaineistoon²².

²² Aalto ym., 2016

Keskimäärin talven pysyvä lumipeite muodostuu Koillismaalle marraskuun ensimmäisen kolmanneksen aikana ja lumipeite katoaa vähän ennen toukokuun puoliväliä. Varsinkin lumipeitteen tuloajankohta syksyllä kuitenkin vaihtelee vuodesta toiseen melko paljon. Aikaisimmillaan lumipeite on muodostunut jo lokakuun alussa, myöhäisimmillään vasta joulukuun alussa (kuva 7).



Kuva 7: Pysyvän lumipeitteen tulo- ja katoamisajankohdat sekä talven suurin lumensyvyys Taivalkoskella vuosina 1959–2024 ja Kuusamon Kiutaköngäällä vuosina 1967–2024. Kuviin on piirretty myös t-testisuureen mukaan alle 5 %:n riskitasolla tilastollisesti merkitsevät trendit.

Taivalkoskella lumipeitteen tuloajankohta on 1960-luvun jälkeen siirtynyt keskimäärin pari viikkoa myöhäisemmäksi (kuva 7a), mutta Kuusamon Kiutaköngään havaintoasemalla lumipeitteen tuloajankohdassa ei ole tapahtunut tilastollisesti merkitsevää muutosta (kuva 7d). Lumipeitteen katoamisajankohta keväällä puolestaan näyttäisi keskimäärin hieman aikaistuneen Kiutaköngään havaintoasemalla (kuva 7e), mutta Taivalkoskella ei lumipeitteen katoamisajankohdassa ole tapahtunut tilastollisesti merkitsevää muutosta (kuva 7b). Taivalkoskelta lumi on useana keväänä sulanut jo huhtikuun lopulla ja joinain vuosina Kiutaköngäältäkin. Myöhäisimpinäkin keväin lumipeite on kadonnut toukokuun loppuun mennessä. Talven suurin lumensyvyys on molemmilla havaintoasemilla vaihdellut reilusta puolesta metristä yli metriin ilman mitään muutosta viime vuosikymmeninä (kuvat 7c ja 7f). Keskimääräinen talven suurin lumensyvyys on Koillismaan alueella reilut 80 cm, ja useimmiten lumipeite on paksuimmillaan maaliskuussa. Lumipeitteen ominaisuuksiin vaikuttavat muun muassa talviset

suojasääjaksot ja vesisateet. Havaintojen mukaan Koillismaalla ja muualla Pohjois-Suomessa lumipeitteisenä aikana sattuneet talviset vesisateet ovat viime vuosikymmeninä yleistyneet²³
²⁴.

Muutokset keskimääräisissä lämpötiloissa heijastuvat vahvasti kasvukauden olosuhteita kuvaavan tehoisan lämpösumman arvoihin. Tehoisa lämpösumma saadaan laskemalla kasvukauden ajalta vuorokauden keskilämpötilat yhteen +5 asteen ylittävältä osalta. Esimerkiksi vuorokausi, jonka keskilämpötila on 10 astetta, kasvattaa tehoisaa lämpösummaa viidellä astepäivällä. Koillismaan alueella kasvukauden tehoisan lämpösumman keskimääräiset arvot ovat 1960-luvun jälkeen kohonneet noin 800–900 astepäivästä noin 900–1000 astepäivään²⁵. Sen sijaan, kun tarkastellaan muutoksia äärilämpötiloissa, havaitaan, että hellepäivät eivät ole Kuusamossa yleistyneet lainkaan, mutta hyvin kylmiä päiviä, jolloin vuorokauden alin lämpötila on alle –30 astetta on 1990-luvun jälkeen ollut vain puolet siitä, mitä 1960–80-luvuilla (kuva 8). Kylmien lämpötilojen voimakas väheneminen on samaan aikaan havaittu muuallakin Pohjois-Suomessa²⁶, kun taas helteet näyttäisivät toistaiseksi yleistyneen vain Etelä-Suomessa²⁷. Kylmien lämpötilojen nopea lämpeneminen on ollut yhteydessä arktisen alueen lämpenemiseen: arktiselta alueelta lähtöisin olevat kylmät koillisvirtaukset ovat talvella leudontuneet enemmän kuin lauhdat atlanttiset ilmavirtaukset²⁸.

²³ Aalto ym., 2023

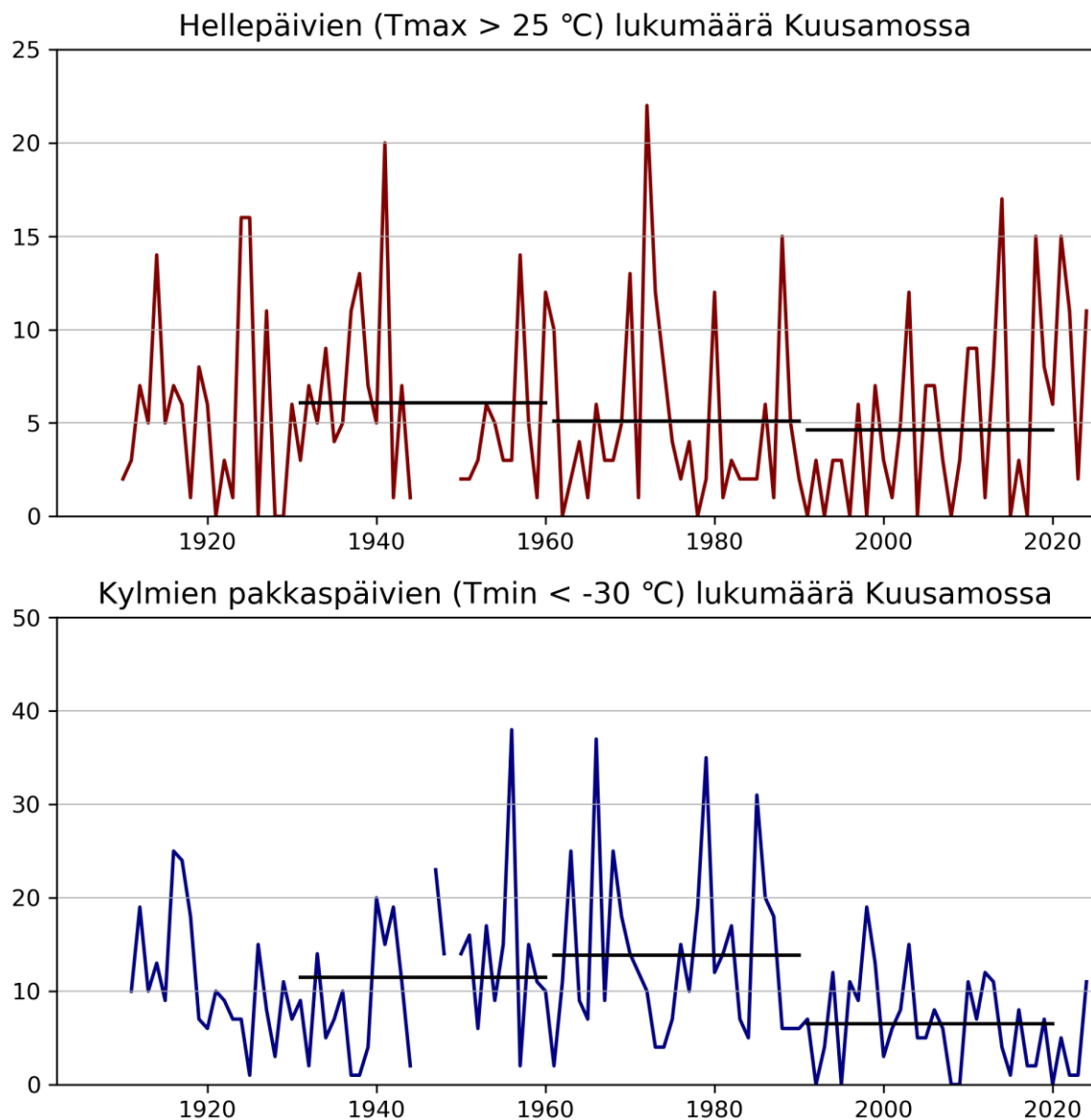
²⁴ Rasmus ym., 2023

²⁵ Rasmus ym., 2023

²⁶ Rasmus ym., 2023

²⁷ Aalto ym., 2023

²⁸ Rantanen ym., 2023



Kuva 8: Hellepäivien (vuorokauden ylin lämpötila yli 25 °C) lukumäärä Kuusamossa vuosina 1910–2024 (yläkuva), ja hyvin kylmien päivien (vuorokauden alin lämpötila alle -30 °C) lukumäärä Kuusamossa talvina 1910/11–2023/24 (alakuva). Mustat vaakaviivat kuvaavat hellepäivien ja kylmien päivien vuosittaisten lukumäärien keskiarvoa 30-vuotisjaksoilla 1931–1960, 1961–1990 ja 1991–2020. Vuosien 1945–1949 havainnoista osa puuttuu. Lämpötila on mitattu Kuusamon lentoasemalla ja kirkonkylässä.

Etelä-Suomessa on merkkejä myös kesäaikaisen kuivuuden yleistymisestä, mutta Pohjois-Suomessa kuivuus ei ole lisääntynyt²⁹. Rankkojen sateiden esiintymisessä muutostrendit ovat vierekkäisilläkin sääasemilla usein täysin päinvastaisia rankkasateiden ajallisesti ja paikallisesti hyvin vaihtelevan luonteen takia. Kuitenkin koko Pohjoismaiden ja Baltian alueella on

²⁹ Aalto ym., 2023

viimeisten noin 50 vuoden aikana havaittu useammilla sääasemilla ennemmin rankkasateiden voimakkuuden kasvua kuin heikentymistä osoittavia trendejä³⁰.

2.2 Miten vaikutukset ovat näkyneet toimialoilla

Tarkasteluun valituista Koillismaan toimialoista monet ovat sääriippuvaisia ja tästä syystä perusvalmius muuttuvan ilmaston haasteisiin vastaamiseksi on usealla toimialalla jo kohtalaisella tasolla. Osa koetuista vaikutuksista on syntynyt sään luontaisesta vaihtelusta (kuivuudet tai hellejaksot) ja/tai sään ääri-ilmiöistä (esim. Paula-rajuilma), mutta kuten luvussa 2.1 on kuvattu, ilmasto kokonaisuudessaan Suomessa ja Koillismaalla on merkittävässä muutoksessa. Tässä luvussa 2.2 esitetään tiivis yhteenveto eri toimialojen tähän mennessä kohtaamista ilmastomuutoksen vaikutuksista. Se luo pohjan yksityiskohtaisemmalle analyysille siitä, minkälaisia riskejä ja/tai mahdollisuuksia ilmastomuutos voi tulevaisuudessa synnyttää eri toimialoille Koillismaalla (luvut 2.3–2.4).

Energiantuotanto ja -jakelu

Tietolaatikko 3: Yhteenveto energiantuotantoon ja -jakeluun kohdistuneista ilmastomuutoksen vaikutuksista

Keskilämpötila on kohonnut etenkin talvella, ja kovat pakkasjaksot ovat harvinaistuneet, mikä on vähentänyt lämmitysenergian tarvetta.

Sademäärä on kasvanut jonkin verran.

Tuulisuudessa ei ole tapahtunut suuria muutoksia. Sähköverkon kehittämisessä pääpaino on ollut sähkön toimitusvarmuuden parantamisessa erityisesti myrskytuhojen varalta. Kehitystä ovat ohjanneet sähkömarkkinalain asettamat vaatimukset.

Tuuli- ja aurinkoenergian tuotannon voimakas kasvu on **kasvattanut sähköntuotannon sääriippuvuutta**. Tähän vaikuttaa myös tuulivoimatuotannon voimakas keskittyminen Länsi-Suomeen.

Energiantuotanto on parhaillaan murroksessa tuuli- ja aurinkovoiman merkityksen kasvaessa nopeasti. Etenkin tuulivoimakapasiteetin kasvu on muuttanut sähköntuotantoa aiempaa sääriippuvaisemmaksi. Tuulivoimatuotanto on keskittynyt vahvasti Länsi-Suomeen³¹, koska muun muassa siirtoyhteyksien kapasiteetti ja itärajan läheisyys ja siihen liittyvät turvallisuuskysymykset ovat rajoittaneet investointeja Itä-Suomeen³². Tuulivoimatuotantoa on kuitenkin myös Koillismaalla. Tuotantolaitosten rakentaminen nykyistä laajemmalle alueelle vähentäisi tuulivoimatuotannon paikallista sääriippuvuutta.

Koillismaalla metsäteollisuuden sivuvirroilla on merkittävä rooli alueen energiantuotannossa. Metsäteollisuuden sivuvirtojen hyödyntäminen on huomattavasti tehostunut viime

³⁰ Dyrrdal ym., 2021

³¹ Suomen uusiutuvat ry, n.d.

³² Yle, 2022

vuosikymmeninä, ja valtakunnallisesti jo noin 95 % tehdasprosessien sivuvirroista ohjautuu nykyään hyötykäyttöön³³.

Ilmaston muuttumisen suorat vaikutukset ovat toistaiseksi olleet energiantuotannossa vähäisiä, etenkin toimialalla tapahtuneisiin muihin muutoksiin verrattuna. Tuulisuudessa ei ole vielä havaittu Suomessa tapahtuneen merkittäviä muutoksia ilmastonmuutoksen seurauksena. Pohjois-Suomessa havaitun sademäärien ja jokivirtaamien kasvun voi olettaa jossain määrin parantaneen vesivoiman tuotantoedellytyksiä. Talvet ovat muuttuneet lauhemmiksi ja kovat pakkasjaksot ovat käyneet selvästi aiempaa harvinaisemmiksi, mikä on samanaikaisesti pienentänyt lämmitysenergian tarvetta ja tasannut sähkön kulutushuippuja. Toisaalta kesäiset lämpötilan nousut ja helleaallot edellyttävät jatkuvasti kasvavaa viilennyskapasiteettia.

Sähköverkon kehittämisessä pääpaino on viimeisten reilun kymmenen vuoden aikana ollut sähkön toimitusvarmuuden parantamisessa. Katalyyttina toimivat kesän 2010 rajuilmat sekä vuoden 2011 tapaninpäivän myrsky, jotka aiheuttivat maan etelä- ja keskiosissa laajoja ja pitkäkestoisia sähkökatkoja. Yhteiskunnan riippuvuus häiriöttömästä sähköverkosta on koko ajan kasvanut, ja standardit sähkön toimitusvarmuudelle asettaa vuonna 2013 voimaantullut sähkömarkkinalaki³⁴. Laissa säädetään esimerkiksi lumi- tai myrskytuhoon aiheuttaman sähkökatkon sallituksi enimmäiskestoksi taajama-alueilla kuusi tuntia ja haja-asutusalueilla 36 tuntia. Koillismaalla sähköjakeluverkosta vastaavan Caruna Oy:n tavoitteena on täyttää lain asettamat laatuvaatimukset vuoden 2036 loppuun mennessä³⁵.

Käytännössä sähkön toimitusvarmuutta on pyritty parantamaan kaivamalla sähköverkkoa maan alle, mikä pienentää energianjakelun sääherkkyyttä eliminoimalla myrskytuhojen riskin. Koillismaan alueella Caruna Oy on vuodesta 2022 lähtien asentanut Kuusamon, Rukan, Porsion ja Iso-Syötteen taajamiin maakaapelia 269 kilometriä ja purkanut ilmajohtoa 156 kilometriä³⁶. Alueen keskijänniteverkosta valtaosa on maakaapeloitu jo aiemmin, ja tällä hetkellä maakaapeloinnissa keskitytään pienjänniteverkkoon. Säävarmuuden paranemisen lisäksi uusi sähköverkko kestää aiempaa paremmin kuormituksen vaihteluita.

Metsä- ja puutoimiala

Tietolaatikko 4: Yhteenveto metsä- ja puutoimialaan kohdistuneista ilmastonmuutoksen vaikutuksista

Tuuli on Suomessa merkittävin metsätuhojen aiheuttaja. Tuulituhojen esiintymistä luonnehtii suuri ajallinen ja alueellinen vaihtelu. Koillismaalla Paula-rajuilma aiheutti laajoja metsätuhoja kesällä 2021, mutta mitään selvää pitkän aikavälin muutostrendiä tuulisuudessa tai myrskyjen esiintymisessä ei ole havaittu.

Lumituhot ovat tavallisia Koillismaan korkean maaston alueiden metsissä. Kainuun metsissä sattui pahoja lumituhon talvella 2017–2018, mutta Koillismaalla vastaavilta laaja-alaisilta tuhoilta on viime vuosina säästytt.

³³ Metsäteollisuus, 2024

³⁴ Finlex, 2013

³⁵ Caruna Oy, 2024

³⁶ Caruna Oy, 2024

Kirjanpainaja on runsastunut Etelä- ja Kaakkois-Suomessa Pohjois-Karjalaa myöten ja aiheuttaa vuosittain 5–12 miljoonan euron taloudelliset tappiot suomalaisille metsänomistajille. Pohjois-Suomessa kirjanpainaja ei ole kuitenkaan toistaiseksi aiheuttanut merkittäviä tuhoja.

Ilmastonmuutoksen oletetaan yleisesti ottaen lisäävän metsätuhoja, sekä suoraan vahinkoja aiheuttavien ilmiöiden kautta (esim. myrskytuulet, joiden tuhoja routimisen väheneminen voimistaa, metsäpalot, kuivuus jne.) mutta myös välillisesti, lisäten erilaisten tuholaiten ja tautien leviämisen todennäköisyyttä metsissämme. Viime aikoina paljon huomiota on saanut kaarna-kuoriaisiin lukeutuvan kirjanpainajan (*Ips typographus*) runsastuminen. Kirjanpainaja on taloudellisesti merkittävin kuusen runkotuholainen. Suomessa se on aiheuttanut viime vuosina noin 5–12 miljoonan euron taloudelliset tappiot metsänomistajille vuosittain³⁷. Tavallisesti kirjanpainaja elää tuulen kaatamissa tai muuten vioittuneissa kuusissa, mutta suotuisissa olosuhteissa lajin populaatio voi runsastua nopeasti moninkertaiseksi, jolloin kirjanpainajat iskeytyvät myös terveisiin kuusiin. Kirjanpainaja hyötyy kasvukausien lämpenemisestä sekä kuivuudesta, joka heikentää kuusten pihkapuolustusta. Myös tuulituhot edesauttavat kirjanpainajakannan kasvua, koska voimakkaiden myrskyjen jäljiltä metsissä on runsaasti tarjolla kirjanpainajien lisääntymiseen sopivaa vioittunutta puustoa. Viime vuosina kirjanpainaja on aiheuttanut suuria tuhoja Keski-Euroopan kuusikoissa^{38 39}, ja myös Etelä- ja Kaakkois-Suomessa se on nopeasti runsastunut vuoden 2010 jälkeen, jolloin kirjanpainajalla havaittiin ensimmäisen kerran Suomessa kaksi sukupolvea kesässä^{40 41}. Lämpimien kesien lisäksi kirjanpainajan runsastumista 2010-luvun alussa edesauttoivat kesän 2010 ukkosrajuilmat, jotka aiheuttivat laajoja metsätuhoja maan etelä- ja keskiosissa⁴². Viime vuosina kirjanpainajatuhot ovat levittäytyneet edelleen pohjoiseen, ja kesällä 2024 uutisoitiin, että Kolin kansallispuiston kuuset uhkaavat kirjanpainajatuhojen seurauksena kuolla vain kuudessa vuodessa⁴³. Koillismaalla kirjanpainajatuhoilta on kuitenkin vielä toistaiseksi välttytty, vaikka kirjanpainajaa tavataan myös Pohjois-Suomessa.

Merkittävin metsätuhojen aiheuttaja Suomessa on tähän asti ollut tuuli. Tuulituhot luonnehtii suuri alueellinen ja ajallinen vaihtelu. Muutama yksittäinen myrsky tai rajuilma aiheuttaa tyypillisesti valtaosan pitkän aikavälin tuulituhista. Esimerkiksi Ruotsissa kaksi myrskyä aiheuttivat noin puolet koko maassa 1900-luvulla tuulen aiheuttamista metsätuhoista⁴⁴, ja tammi-kuussa 2005 Gudrun-myrsky kaatoi Etelä-Ruotsissa enemmän metsää kuin mitä Ruotsissa tyypillisesti hakataan yhtenä vuonna koko maassa⁴⁵. Koillismaan alueella suurta tuhoa aiheuttivat 22.6.2021 riehuneen Paula-rajuilman⁴⁶ voimakkaat ukkospuuskat. Suomen metsäkeskuksen

³⁷ Lyytikäinen-Saarenmaa, 2023

³⁸ Melin ym., 2022

³⁹ Metsälehti, 2023

⁴⁰ Pouttu ja Annala, 2010

⁴¹ Lyytikäinen-Saarenmaa, 2023

⁴² Viiri ym., 2011

⁴³ Yle, 2024

⁴⁴ Nilsson ym., 2004

⁴⁵ Science Daily, 2012

⁴⁶ Virman ym., 2024

arvion mukaan Paula-rajuilma tuhosi noin neljä miljoonaa kuutiometriä puustoa yli 55 000 hehtaarin alueella⁴⁷. Tuhot olivat suurimpia Kuusamon (1,40 miljoonaa kuutiota), Taivalkosken (0,75 miljoonaa kuutiota) ja Pudasjärven (0,70 miljoonaa kuutiota) kuntien alueilla. Voimakkaat ukkospuuskat aiheuttavat paikallisia metsätuhoja joka kesä, mutta Paula-rajuilman mittaluokan tuulituhot sattuu Suomen metsissä noin kerran kymmenessä vuodessa tai harvemmin. Toistaiseksi ei ole kuitenkaan viitteitä siitä, että ilmaston lämpeneminen olisi merkittävästi vaikuttanut myrskyjen tai voimakkaiden rajuilmojen ja ukkosten esiintymiseen Suomessa tai muualla Pohjois-Euroopan alueella⁴⁸. Ukkosten esiintyminen on pitkällä aikavälillä vaihdellut vuosikymmenestä toiseen, ja viime vuosikymmeninä salamamäärät näyttäisivät keskimäärin jonkin verran pienentyneen⁴⁹.

Lumituhot ovat yleisiä Koillismaan korkean maaston alueilla, joskin Koillismaan ja Lapin metsät ovat melko hyvin sopeutuneita tykkylumeen. Vaara-alueiden lakimetsiin tykkyä kerryttää erityisesti alkutalvesta Perämerestä haihtuva kosteus. Koillismaan alueella on viime vuosina säästyttävä laajoilta lumituhoilta. Sen sijaan Kainuussa koettiin talvella 2017–2018 historian pahimmiksi luonnehditut lumituhot^{50 51}. Tuhoista arvioitiin koituneen metsänomistajille 20–30 miljoonan euron menetykset⁵². Lumituhosta kärsineet metsät sijaitsivat pääosin yli 200 metrin korkeudella merenpinnan tasosta.

Ilmastonmuutos sekä luonnon monimuotoisuuskysymysten korostuminen ovat kiihdyttäneet julkista keskustelua metsien ekologisesta kestävästä käytöstä. Suomalaisten metsien käyttöä ohjaavissa Tapio Oy:n ylläpitämissä metsänhoidon suosituksissa⁵³ ilmastokestävyys tuotiin vuonna 2020 uutena elementtinä mukaan osaksi suositusten laadintaa. Yhdeksi merkittävimmistä keinoista varmistaa metsien elinvoimaisuutta muuttuvassa ilmastossa on tunnistettu sekametsien ja lehtipuuosuuden lisääminen⁵⁴. Monet metsien ilmastokestävyteen tähtäävät toimet tukevat myös metsäluonnon monimuotoisuutta.

Alkutuotanto ja elintarvikejalostus

Tietolaatikko 5: Yhteenveto alkutuotantoon ja elintarvikejalostukseen kohdistuneista ilmastonmuutoksen vaikutuksista

Kasvukaudet ovat keskimäärin lämmenneet selvästi. Ennätyksellisen lämpimänä kasvukautena 2024 kasvukauden tehoisa lämpösumma oli Koillismaalla samaa tasoa kuin Etelä-Suomessa 1900-luvun lopun tyyppillisinä kesinä.

⁴⁷ Metsäkeskus, 2022

⁴⁸ Gregow ym., 2020

⁴⁹ Laurila ja Mäkelä, 2019

⁵⁰ Yle, 2018

⁵¹ Nuorteva, H. (toim.), 2019

⁵² Maaseudun Tulevaisuus, 2019

⁵³ Metsänhoidon suositukset, n.d.

⁵⁴ Metsänhoidon suositukset, n.d.

Vesistöjen lämpeneminen on vaikuttanut kalakantoihin. Kevätkutuiset kalat, kuten hauki, ahven ja harjus ovat pääsääntöisesti runsastuneet. Lohikalat, kuten siika, ovat puolestaan vähentyneet. Avovesikausi on pidentynyt.

Talvet ovat lauhtuneet. Vesisateet lumipeiteaikana ovat yleistyneet, ja talven lauhoina sääjaksoina lumipeitteeseen voi muodostua jääkerroksia, jotka vaikeuttavat porojen ravinnonsaantia. Syystalven vaihtelevat sääolosuhteet ovat ylipäättään vaikeita poronhoitoelinkeinolle.

Kasvukausien lämpösummat ovat kasvaneet Koillismaallakin tilastollisesti merkitsevästi⁵⁵, ja kesällä 2024 kasvukauden lämpösumma oli Koillismaalla ennätykselliset noin 1300 astepäivää, joka vastaa tyypillisiä Etelä-Suomessa 1900-luvun loppupuolella vallinneita kasvuolosuhteita. Kasvukaudet, jotka olivat 1900-luvun ilmastossa keskimääräistä viileämpiä, ovat käyneet selvästi aiempaa harvinaisemmiksi.

Maamme vesistöissä pintavesien lämpötilojen on havaittu kohonneen⁵⁶ ja jääpeitteisen ajan lyhentyneen⁵⁷, millä on ollut vaikutusta kalakantoihin. Pohjois-Suomen vesistöistä kalakantojen muutoksista on tietoa muun muassa Inarijärveltä, missä kalastajat ovat huomanneet kevätkutuisien kalojen, kuten hauen, ahvenen ja harjuksen runsastuneen. Saalismäärät ovat kasvaneet myös pidentyneen avovesikauden takia⁵⁸. Toisaalta talvikalastus on muuttunut vaikeammaksi ja vaarallisemmaksikin lyhentyneen jääpeitekauden ja heikentyneiden jääolosuhteiden seurauksena. Kuusamon seudulla kalastajien kokemukset ovat pääpiirteissään samansuuntaisia⁵⁹. Lohikalat, kuten siika, ovat kärsineet ilmaston lämpenemisestä. Kuusamossa siikaa saadaan hyvin enää kunnan pohjoisosan vesistöistä.

Talvien lauhtuminen on näkynyt muun muassa lumipeiteaikaisten vesisateiden yleistymisenä⁶⁰. Talviset vesisateet muodostavat lumipeitteeseen jääkerroksia, mikä vaikeuttaa porojen ravinnonsaantia. Jos lumi sataa sulaan maahan, kasvaa puolestaan homeen muodostumisen riski porojen talvilaitumilla. Poronhoitotöissä muuttuva ilmasto koetaan vuodenaikojen säiden kautta⁶¹ ⁶². Eryyksen hankalia ovat leudot ja säätilaltaan vaihtelevat alkutalvet, joiden on koettu yleistyneen. Suomen poronhoitoalueella hankalia olosuhteita koettiin muun muassa vuosien 2019 ja 2021 syystalvina. Monissa paliskunnissa vaikeat sääolosuhteet aiheuttivat merkittäviä porotappioita, ja myös vasatuotanto jäi heikoksi. Kevättalvella 2022 Suomen poronhoitoalueen pohjoisosien paliskunnissa porojen talvilaitumilta kerätyistä näytteistä löytyi runsaasti mykotoksiineja, jotka todennäköisesti vaikuttivat heikentävästi porojen terveyteen⁶³. Sopeutumiskeinona vaikeisiin luonnonolosuhteisiin koko poronhoitoalueella on

⁵⁵ Rasmus ym., 2023

⁵⁶ Schneider ja Hook, 2010

⁵⁷ Korhonen, 2005

⁵⁸ Turunen ym., 2023

⁵⁹ Työpaja 4: Ilmastomuutokseen sopeutuminen Koillismaalla, 3.12.2024

⁶⁰ Aalto ym., 2023

⁶¹ Rasmus ym., 2023

⁶² Rasmus, 2022

⁶³ Kumpula ym., 2024

otettu käyttöön porojen talvinen lisäruokinta⁶⁴ ⁶⁵. Eteläisellä poronhoitoalueella pienimuotoista lisäruokintaa harjoitettiin jo 1800-luvulla. Pääasiallisena syynä lisäruokinnan käytölle on luppometsien väheneminen.

Matkailu

Tietolaatikko 6: Yhteenveto matkailuun kohdistuneista ilmastomuutoksen vaikutuksista

Lumipeiteaika on lyhentynyt. Keskimääräinen pysyvän lumipeitteen tuloajankohta on siirtynyt hieman myöhäisemmäksi, mikä on kasvattanut alkutalven lumitilanteen epävarmuutta. Keskitalven lumensyvyudet eivät ole muuttuneet Koillismaahan alueella, mutta Etelä- ja Länsi-Suomessa lumipeite on ohentunut selvästi.

Vesistöjen jäätyminen syksyllä on siirtynyt myöhäisemmäksi.

Osa alueen matkailuyrittäjistä on jo varautunut lumitilanteen heikkenemiseen kehittämällä vaihtoehtoisia aktiviteetteja ja muiden vuodenaikojen kuin talvikauden toimintaa. Rukan hiihtokeskuksessa on oltu edelläkävijöitä myös säilölumen kokeilussa.

Matkailu on Koillismaalla keskittynyt erityisesti talvikauteen. Talvimatkailu perustuu pitkälti lumen ja siihen liittyviin aktiviteetteihin, kuten lasketteluun ja hiihtoon, joten matkailun näkökulmasta lumitilanteen muutokset ovat erityisen merkittäviä, ja Kuusamon matkailuyrittäjien mukaan ilmastomuutos on jonkinmoinen uhka alueen matkailuelinkeinolle⁶⁶. Matkailualalla ilmastomuutoksen koetut vaikutukset liittyvätkin nimenomaan alkutalven lumitilanteen muuttumiseen epävarmemmaksi sekä lisääntyneeseen epävarmuuteen vesistöjen jäätymisestä. Toisaalta osa matkailuyrittäjistä ei ole huomannut mitään ilmastomuutoksen vaikutuksia.

Osa alueen yrityksistä on jo varautunut lumitilanteen mahdolliseen heikkenemiseen kehittämällä vaihtoehtoisia aktiviteetteja, kuten mönkijäsafareita moottorikelkkasafareiden tilalle tai patikointia lasketteluun tilalle. Rukan hiihtokeskuksessa on oltu edelläkävijöitä säilölumen käytön kokeilussa, ja syksystä 2016 alkaen laskettelukausi on vuosittain käynnistetty edellisenä talvena säilötyn lumen avulla⁶⁷. Matkailualalla lumitilanteen heikkenemiseen on varauduttu myös kehittämällä muiden vuodenaikojen toimintaa⁶⁸.

Koillismaahan alueella on myös tunnistettu matkailun hiilikompensaatiotoiminnan kehittämisen välttämättömyys matkailualan ilmastovaikutusten pienentämiseksi. Hiilikompensaatiotoiminta voi tarjota myös taloudellisia liiketoimintamahdollisuuksia, ja paikallisesti toteutettuna sillä voidaan kehittää alueen elinvoimaa⁶⁹.

⁶⁴ paliskunnat.fi, n.d.

⁶⁵ Majjala ym., 2013

⁶⁶ Liira, 2015

⁶⁷ Ruka, n.d.

⁶⁸ Liira, 2015

⁶⁹ Simkin ym., 2023

Liikenne ja logistiikka

Tietolaatikko 7: Yhteenveto liikenteeseen ja logistiikkaan kohdistuneista ilmastomuutoksen vaikutuksista

Keskitalven vetiset keliolosuhteet ovat yleistyneet yhä pohjoisempana Suomessa. Vetinen soratie on vaikea ylläpitää ja kosteat olosuhteet koettelevat myös päällystettyjä teitä.

Tienpidossa on varauduttu **rankkasateiden voimistumiseen** suuremmilla soratierummuilla ja kasvattamalla kuivatuksen mitoitus.

Jään määrä on vähentynyt Perämerellä ja jääkentän liike on lisääntynyt, mikä on tehnyt jäätilanteesta aiempaa vaihtelevamman ja vaikeammin ennustettavan. Ahtojäissä liikkuminen on erityisen vaikeaa.

Valtion tie- ja rataverkon sekä vesiväylien ylläpidosta vastaavan Väyläviraston tienpidon asiantuntijoiden kokemuksissa ilmastomuutoksen vaikutuksista korostuu talvien leudontuminen⁷⁰. Pysyvän talven raja ja lämpötilan nollaraja ovat Suomessa siirtyneet pohjoisemmaksi, mikä on näkynyt pintakelirikon yleistymisenä muinakin vuodenaikoina kuin perinteisenä keli-rikkokautena keväällä. Talvella lauhdat ja vetiset sääjaksot koettelevat niin päällystettyjä kuin päällystämättömiäkin teitä, kun taas pakkassää on teiden kunnossapidon kannalta ”helppoa säätä”. Rankkasateiden voimistumiseen on jo varauduttu suuremmilla soratierummuilla ja kasvattamalla kuivatuksen mitoitus kertomella 1,2. Koillismaan elinkeinoelämälle tärkeiden Perämeren laivaväylien kunnossapidon on koettu vaikeutuneen, koska merijään määrän vähentyessä jäätilanne on muuttunut vaihtelevammaksi ja vaikeammin ennakoitavaksi. Ahtojäissä liikkuminen on erityisen vaikeaa.

⁷⁰ Lehtonen ym., 2024

2.3 Miten ilmasto Koillismaalla tulee muuttumaan

2.3.1 Ilmastomuutoksen skenaariot

Ilmaston tulevan kehityksen arvioimisessa keskeisimpiä työkaluja ovat ilmastomallit, joilla simuloidaan ilmakehän ja valtamerten käyttäytymistä virtausmekaniikan ja lämpöopin peruslakien avulla. Näiden ilmastomallilaskelmien pohjatiedoiksi tarvitaan arvioita kasvihuonekaasujen ja pienhiukkasten pitoisuuksien kehittymisestä ilmakehässä. Tätä varten kasvihuonekaasujen ja pienhiukkasten päästöjen ja pitoisuuksien tulevasta kehityksestä on laadittu erilaisiin oletuksiin ihmiskunnan kehityksestä perustuvia vaihtoehtoisia kehityspolkuja. Viimeisten noin kymmenen vuoden aikana julkaistuissa ilmastomuutostutkimuksissa on käytetty useimmiten niin kutsuttuja RCP- ja SSP-skenaarioita. RCP-skenaariot (Representative Concentration Pathways)⁷¹ laadittiin hallitustenvälisen ilmastomuutospaneelin (Intergovernmental Panel on Climate Change; IPCC) vuosina 2013–2014 julkaistua viidettä arviointiraporttia⁷² varten. Uusimassa, vuosina 2021–2022 julkaistussa IPCC:n kuudennessa arviointiraportissa⁷³ nämä päästöskenaariot päivitettiin ja yhdistettiin sosioekonomisia muutospolkuja kuvaaviin SSP-skenaarioihin (Shared Socioeconomic Pathways)⁷⁴, joiden lyhyt kuvaus on esitetty taulukossa 1.

Kolme useimmiten ilmastomuutostutkimuksessa käytettyä tulevaisuusskenaariota ovat alhaisten kasvihuonekaasupäästöjen kehityspolku SSP1-2.6, keskinkertaisten päästöjen kehityspolku SSP2-4.5 ja hyvin suurten päästöjen kehityspolku SSP5-8.5, joita vastaavat läheisesti aiemmat RCP-skenaariot RCP2.6, RCP4.5 ja RCP8.5. Ilmaston lämpenemistä tällä hetkellä eniten vauhdittavan kasvihuonekaasun eli hiilidioksidin maailmanlaajuiset päästöt ja pitoisuus ilmakehässä näiden kehityspolkujen mukaisesti on kuvassa 9 esitetty vuoteen 2100 asti. Usein näistä kolmesta kehityspolusta tarkastellaan myös vain keskinkertaisten ja hyvin suurten päästöjen skenaarioita. Alhaisten päästöjen skenaario eroaa keskinkertaisten päästöjen skenaariorista lähinnä siten, että siinä lämpeneminen pysähtyy jo 2050-luvulla. Koska tässäkin skenaariorissa maailmanlaajuinen lämpötilan nousu hyvin suurella todennäköisyydellä ylittää Pariisin ilmastopöytäkirjassa⁷⁵ asetetun 1,5 asteen tavoitteen, on laadittu vielä alhaisempien kasvihuonekaasupäästöjen skenaario SSP1-1.9 kuvaamaan kehityspolkua, joka johtaisi Pariisin ilmastopöytäkirjan tavoitteiden täyttymiseen.

IPCC:n kuudennessa arviointiraportissa⁷⁶ ei oteta kantaa eri kehityspolkujen todennäköisyyksiin. Alhaisten päästöjen skenaarion vaatimalle kehityspolulle pääseminen vaikuttaa kuitenkin epätodennäköiseltä, huomioiden myös viimeisimpien kansainvälisten ilmastokokousten

⁷¹ van Vuuren ym., 2011

⁷² IPCC, 2013

⁷³ IPCC, 2021

⁷⁴ Riahi ym., 2017

⁷⁵ United Nations, n.d.

⁷⁶ IPCC, 2021

tulokset, koska se vaatisi hyvin tehokkaita ja nopeita maailmanlaajuisia kasvihuonekaasupäästöjen rajoitustoimia sekä hiilidioksidin sitomista ilmakehästä. Lisäksi tähän mennessä ilmakehän kasvihuonekaasujen pitoisuudet ovat seuranneet parhaiten hyvin suurten päästöjen skenaarion mukaista kehityspolkua⁷⁷. Kuitenkin, kun otetaan huomioon ilmastopolitiikan julkilautut tavoitteet ja jo tähän mennessä hyväksytyt ilmastopimukset, voidaan myös kasvihuonekaasupäästöjen hallitsemattoman kasvun jatkumista pitää epätodennäköisenä⁷⁸. Siten keskinkertaisten päästöjen mukainen kehityspolku näyttäytyy näistä vaihtoehtoista todennäköisimpänä tulevaisuudenkuvana.

Kaikkiin ilmastomuutosarvioihin liittyy epävarmuutta, ja epävarmuus kasvaa sitä suuremaksi, mitä pidemmälle tulevaisuuteen katsotaan. Vaihtoehtoiset tulevaisuuden kehityspolut ilmentävät ihmiskunnan tulevaan kehitykseen liittyvää epävarmuutta, mutta vaikka ilmakehän kasvihuonekaasupitoisuuksien tuleva kehitys tunnettaisiin jo ennalta tarkasti, arvioihin tulevaisuuden ilmastosta liittyisi silti epävarmuutta. Esimerkiksi SSP2-4.5-kehityspolun toteutuessa maapallon keskilämpötilan arvioidaan olevan kuluvan vuosisadan lopulla 90 % todennäköisyydellä 2,1–3,5 °C esiteollista aikaa korkeampi. Yleensä ilmastomuutoksen arvioidaan etenevän tasaisesti, mutta on myös mahdollista, että tietyn kynnysarvon ylittyessä ilmastojärjestelmässä käynnistyy palauteilmiöitä, jotka voivat johtaa alueellisesti tai jopa globaalisti epälineaarisiin, nopeisiin ja peruuttamattomiin tai hitaasti palautuviin ilmaston muutoksiin. Tällaisten vaikeasti ennustettavien keikahduspisteiden todennäköisyys kasvaa sitä suuremmaksi, mitä enemmän ja nopeammin ilmasto muuttuu. Esimerkki paikallisesti nopeasta epälineaarisesta muutoksesta on ollut Arktiksen nopea lämpeneminen niillä alueilla, joilta merijää on sulanut. Pohjois-Euroopan ilmastoon voimakkaasti vaikuttava ilmastojärjestelmän keikahduspiste olisi tropiikista napa-alueille lämpöä siirtävän Atlantin termohaliinikierron pysähtyminen. Viime vuosikymmenten aikana termohaliinikierron on havaittu heikentyneen^{79 80 81}, mutta sen romahtamista on pidetty epätodennäköisenä. Viime vuosina on kuitenkin julkaistu uusia tutkimuksia, joiden mukaan todennäköisyys termohaliinikierron pysähtymiselle kuluvan vuosisadan aikana olisi selvästi aiempaa arvioitua suurempi^{82 83}. Termohaliinikierron romahtamiseen voisi johtaa suurien makean veden määrrien virtaaminen Pohjois-Atlantille Grönlannin mannerjäätikön sulaessa. Pohjois-Euroopan ilmasto muuttuisi tällöin nykyistä mantereisemmaksi ja viileämmäksi. Erityisesti talvet kylmenisivät. Riskiä termohaliinikierron pysähtymiselle voidaan pienentää vähentämällä kasvihuonekaasupäästöjä.

⁷⁷ Schwalm ym., 2020

⁷⁸ Hausfather ja Peters, 2020

⁷⁹ Bakker ym., 2016

⁸⁰ Caesar ym., 2018

⁸¹ Mimi ja Liu, 2024

⁸² Ditlevsen ja Ditlevsen, 2023

⁸³ van Westen ym., 2024

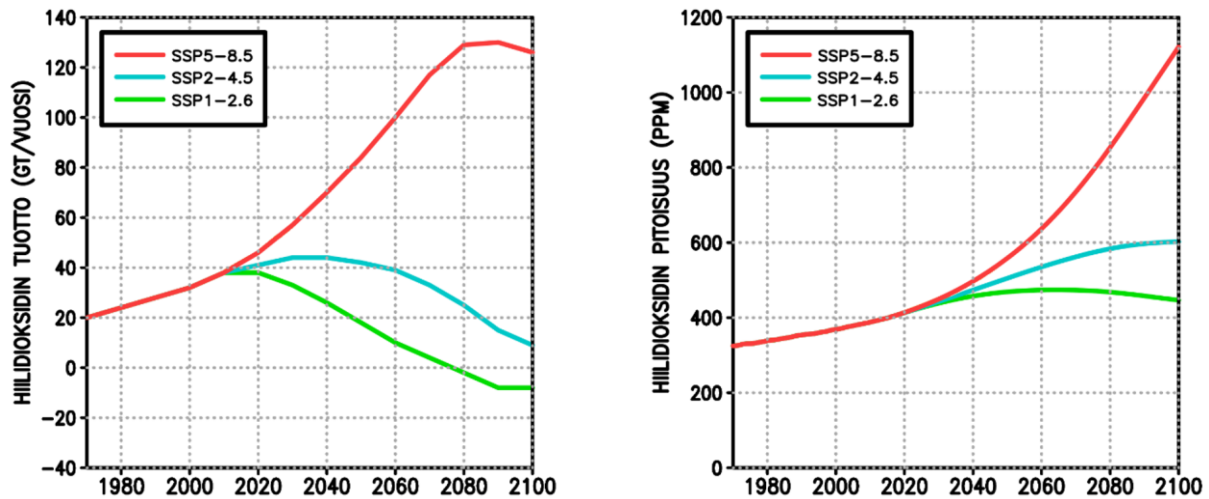
Taulukko 1: IPCC:n kuudennessa arviointiraportissa⁸⁴ käytettyjen kasvihuonekaasujen päästöskenaarioiden lyhyt kuvaus. Viimeisessä sarakkeessa esitetty arvio lämpötilan noususta kuvaa maapallon keskilämpötilan arvioitua nousua esiteolliselta ajalta jaksoon 2081–2100 mennessä. Kolmea useimmiten käytettyä SSP-skenaariota (SSP1-2.6, SSP2-4.5 ja SSP5-8.5) vastaavat läheisesti IPCC:n viidennen arviointiraportin⁸⁵ skenaariot RCP2.6, RCP4.5 ja RCP8.5. Skenaarioihin liittyvät lukuarvot (2.6, 4.5 ja 8.5 jne.) kuvaavat ilmakehän kasvihuonekaasujen ja pienhiukkasten pitoisuuksien muuttumisesta aiheutuvaa maapallon säteilypakotteen muutosta watteina neliömetriä kohti vuodesta 1750 vuoteen 2100. Säteilypakotteen muutos on verrannollinen kasvihuoneilmiöstä aiheutuvan lämmitysvaikutuksen voimistumiseen, eli suurempi lukuarvo kuvaa voimakkaampaa lämpenemistä⁸⁶.

SSP-skenaario	Skenaarion lyhyt sanallinen kuvaus	Arvioitu lämpötilan nousu
SSP1-1.9	Hyvin alhaiset kasvihuonekaasupäästöt. Ihmiskunta on hiilineutraali noin vuonna 2050.	1,4 °C (1,0...1,8 °C)
SSP1-2.6	Alhaiset kasvihuonekaasupäästöt. Ihmiskunta on hiilineutraali noin vuonna 2075.	1,8 °C (1,3...2,4 °C)
SSP2-4.5	Keskinkertaiset kasvihuonekaasupäästöt. Ihmiskunnan tuottamat hiilidioksidipäästöt kasvavat aluksi hitaasti, mutta kääntyvät laskuun ennen vuotta 2050.	2,7 °C (2,1...3,5 °C)
SSP3-7.0	Suuret kasvihuonekaasupäästöt. Ihmiskunnan tuottamat hiilidioksidipäästöt kaksinkertaistuvat nykyisestä vuoteen 2100 mennessä.	3,6 °C (2,8...4,6 °C)
SSP5-8.5	Hyvin suuret kasvihuonekaasupäästöt. Ihmiskunnan tuottamat hiilidioksidipäästöt kolminkertaistuvat nykyisestä vuoteen 2075 mennessä.	4,4 °C (3,3...5,7 °C)

⁸⁴ IPCC, 2021

⁸⁵ IPCC, 2013

⁸⁶ Lehtonen ym., 2024



Kuva 9: Kolmen yleisimmin käytetyn SSP-kehityspolun mukaiset ihmiskunnan ilmakehään tuottamat nettomääräiset hiilidioksidin päästöt (vasen kuva; yksikkö miljardia tonnia hiilidioksidia vuodessa) ja ilmakehän hiilidioksidipitoisuus (oikea kuva; yksikkö ppm eli tilavuuden miljoonasosaa) vuosina 1970–2100⁸⁷.

2.3.2 Lämpötilan, sademäärän ja auringonsäteilyn kehitys

Kuvassa 10 on esitetty kolmen yleisimmin käytetyn SSP-skenaarion mukainen vuoden keskilämpötilan ennustettu kehitys Kuusamossa. Vastaava sademäärän kehitys on esitetty kuvassa 11. Kuvista nähdään, että lähitulevaisuudessa eri kehityspolkujen väliset erot eivät ole vielä kovin suuria: vuoteen 2050 mennessä vuoden keskilämpötila kohoaa todennäköisesti 1–2 asteella nykyisestä, eli lämpeneminen jatkuu likimain viimeaikaisella nopeudella, ja sademäärän muutosskenaariot pysyvät hyvin nipussa 2050-luvulle asti. Vuosisadan lopulla skenaarioiden erot kasvavat. SSP1-2.6-skenaariossa lämpeneminen loppuu 2050-luvun jälkeen, jolloin keskimääräiset vuodet olisivat suunnilleen yhtä lämpimiä kuin lämpimimmät tähän mennessä havaitut vuodet ovat olleet. SSP2-4.5-skenaariossa lämpeneminen jatkuu melko tasaisesti läpi vuosisadan, ja vuoden keskilämpötila olisi kuluva vuosisadan lopulla Kuusamossa noin 4 astetta. Tämä vastaisi 1900-luvun lopulla Etelä-Suomen sisämaassa vallinneita olosuhteita. SSP5-8.5-skenaariota seuraava kehityskulku toisi Kuusamoon vuosisadan loppuun mennessä Etelä-Suomen rannikkoseutujen nykyiset keskilämpötilat. Tämä ei kuitenkaan täysin vastaisi nykyisiä lounaissaariston ilmasto-oloja, koska Koillismaan alueen ilmasto on mantereisempi.

Kun lämpötilan ja sademäärän ennustettuja muutoksia verrataan näiden suureiden havaittuun vuosienväliseen vaihteluun, voidaan huomata, ettei sademäärän ennusteta muuttuvan yhtä merkittävästi kuin lämpötilan. Hyvin suurten päästöjen kehityspolulla keskimääräinen vuosisademäärä kasvaisi kuluva vuosisadan aikana nykyisestä noin 600 mm:stä todennäköisesti noin 700 mm:iin ja alhaisempien päästöjen kehityspoluilla noin 650 mm:iin.

⁸⁷ Ilmatieteen laitos, 2022

Nykyilmastossakin esiintyy selvästi tätä sateisempia yksittäisiä vuosia, kun taas keskilämpötila kohoaa SSP2-4.5- ja SSP5-8.5-kehityspoluilla nykyilmaston vuosittaisen vaihteluvälin yläpuolelle.

Lämpötilan, sademäärän ja auringonsäteilyn kuukausikohtaiset muutokset Koillismaan alueella siirryttäessä jaksosta 1981–2010 jaksoon 2041–2070 on esitetty kuvissa 12–13 SSP2-4.5-kehityspolun mukaisesti. Lämpötilan ennustetaan kohoavan enemmän talvella kuin kesällä. Yksittäisten kuukausien lämpötilan muutosarvioissa on melko paljon epävarmuutta, mikä johtuu paitsi eri ilmastomallien tuottamien muutosennusteiden välisistä eroista myös ilmaston luontaisesta vaihtelusta. Kuitenkin lämpötila nousee kaikkina kuukausina hyvin suurella todennäköisyydellä. Kesällä keskilämpötilan muutos on todennäköisesti 1–4 astetta ja talvella 1–7 astetta.

Myös sademäärä todennäköisemmin kasvaa kuin pienenee kaikkina kuukausina, ja myös sademäärän muutoksen ennustetaan olevan suurempi talvella kuin kesällä (kuva 11). Kesällä ja alkusyksyllä sademäärä muuttuu todennäköisesti vain vähän, jos ollenkaan. Lisäksi kokonaissademäärän vähäisen lisäyksen kesällä ennustetaan olevan seurausta käytännössä yksinomaan sateiden voimistumisesta. Voimakkaimmat rankkasateet esiintyvät Suomen ilmastossa aina kesäisin. Tarkan erottelukyvyn HCLIM-38-AROME-ilmastomallilla tehtyjen kokeiden perusteella voimakkaimpien lyhytkestoisten rankkasateiden intensiteetin voidaan arvioida kuluvaan vuosisadan aikana voimistuvan RCP4.5-skenaarion toteutuessa noin 20 % ja RCP8.5-skenaarion toteutuessa jopa 30–60 %⁸⁸. Suurimpien vuorokausisademäärien ennustetaan kasvavan jonkin verran vähemmän, todennäköisimmin 10–40 %. Sateen keskimääräisen intensiteetin ennustetaan kasvavan sitä enemmän, mitä voimakkaammin ilmasto lämpeenee.

Talvella vesisateen osuuden kokonaissademäärästä ennustetaan ilmaston lämmitessä kasvavan⁸⁹. Vuosisadan loppuun mennessä talvien vesisateiden määrä voi jopa kaksin-kolminkertaistua⁹⁰. Koillismaan alueella myös jäätävän vesisateen esiintymisen ennustetaan yleistyvän⁹¹.

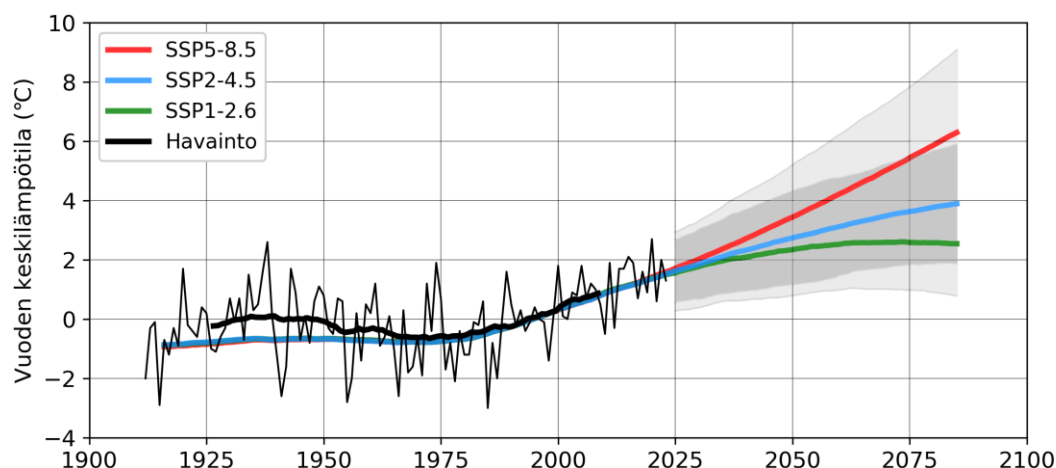
Pilvisyyden ennustetaan kesällä ja alkusyksystä jopa vähenevän (kuva 14). Sen sijaan talvella pilvisyyden määrän ennustetaan jonkin verran lisääntyvän. Erityisesti marras-joulukuussa auringonsäteilyn määrä todennäköisesti pienenee. Ennustetut muutokset auringonsäteilyn määrässä eivät kuitenkaan ole kovin suuria, ja muutoksen epävarmuushaarukka ulottuu vuoden kaikkina kuukausina nollan molemmin puolin.

⁸⁸ Lehtonen ym., 2024

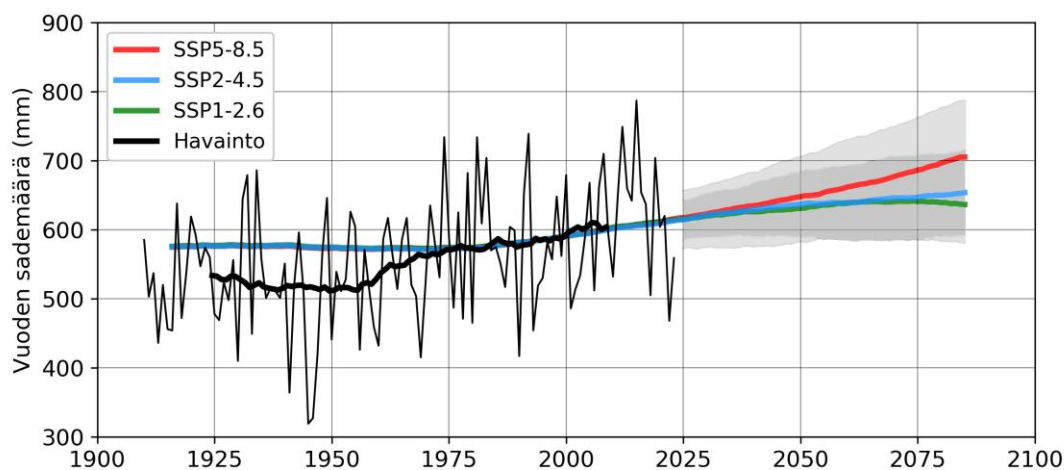
⁸⁹ Räisänen, 2021

⁹⁰ Lehtonen ym., 2024

⁹¹ Kämäräinen ym., 2018



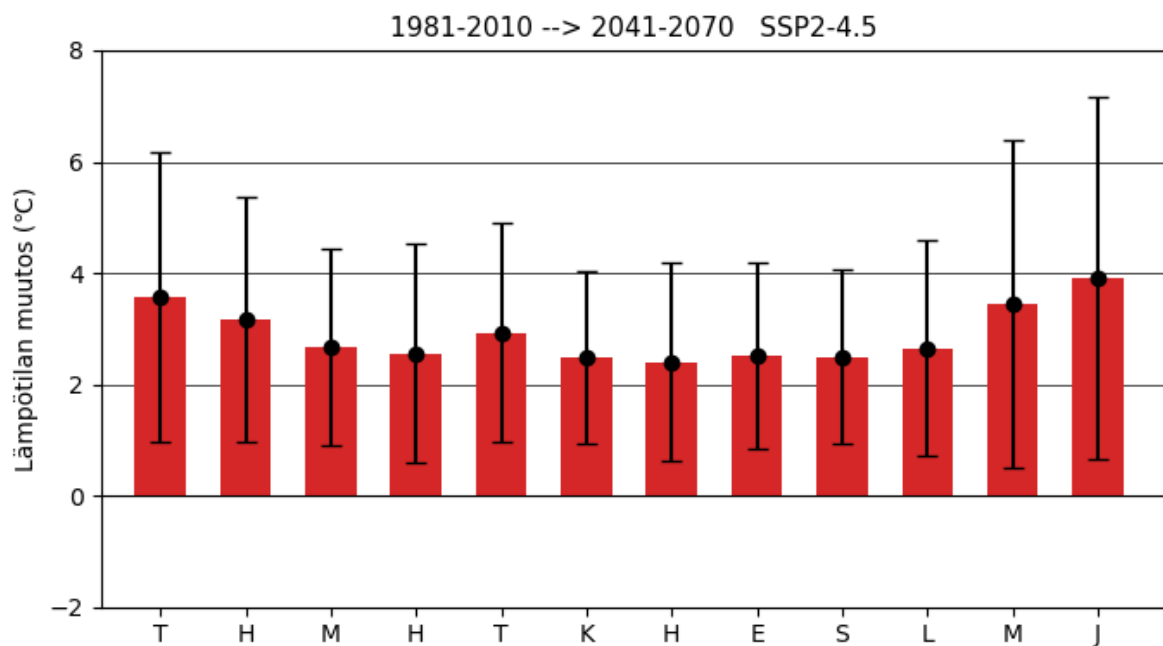
Kuva 10: Vuoden keskilämpötilan havaittu ja ennustettu kehitys Kuusamossa. Paksu musta käyrä esittää Kuusamon havaitun vuosikeskilämpötilan 30 vuoden liukuvaa keskiarvoa ja ohuet mustat käyrät esittävät havaitun keskilämpötilan yksittäisinä vuosina jaksolla 1910–2023. Värilliset käyrät esittävät vuoden keskilämpötilan ennustetun kehityksen SSP1-2.6-, SSP2-4.5- ja SSP5-8.5-kehityspolkujen mukaisesti. Tummanharmaa varjostus kuvaa aluetta, jolle keskilämpötilan 30 vuoden liukuva keskiarvo asettuu 90 % todennäköisyydellä SSP2-4.5-kehityspolun toteutuessa, ja vaaleanharmaa varjostus kuvaa vastaavasti SSP1-2.6- ja SSP5-8.5-kehityspolkujen mukaisten ennusteiden epävarmuutta. Ennusteet perustuvat 28 maailmanlaajuisen ilmastomuutosmallin tulosten keskiarvoon verrattuna jakson 1981–2010 havaittuun keskilämpötilaan⁹².



Kuva 11: Vuoden sademäärän havaittu ja ennustettu kehitys Kuusamossa. Paksu musta käyrä esittää Kuusamon havaitun vuosisademäärän 30 vuoden liukuvaa keskiarvoa ja ohuet mustat käyrät esittävät havaitun sademäärän yksittäisinä vuosina jaksolla 1910–2023. Vuosien 1910–1999 arvot perustuvat Kuusamon kirkonkylässä ja lentoasemalla tehtyihin mittauksiin, ja vuodesta 2020 lähtien sademäärä on mitattu Kuusamon Välikankaan säähavaintoasemalla. Vuosien 2000–2019 sademäärät on arvioitu

⁹² Ruosteenoja ja Jylhä, 2021

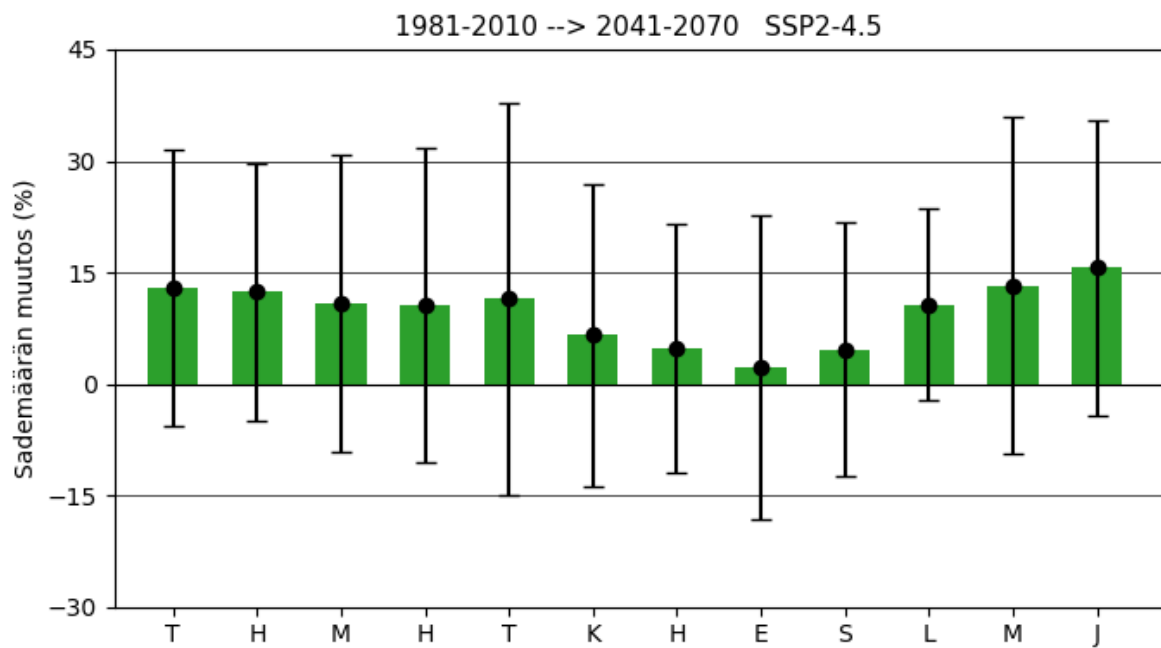
hilaruotoisesta havaintoaineistosta⁹³, jossa yksittäisten hilaruutujen päivittäiset sademäärät on arvioitu lähialueiden asemahavaintojen ja paikallisten olosuhteiden (maaston korkeus, järvisyys ja mereisyys) perusteella. Kuusamon sademäärää kuvaajassa edustaa Kuusamon keskustan kohdalle osuvan hilaruudun arvioitu sademäärä. Värilliset käyrät esittävät vuoden sademäärän ennustetun kehityksen SSP1-2.6-, SSP2-4.5- ja SSP5-8.5-kehityspolkujen mukaisesti. Tummanharmaa varjostus kuvaa aluetta, jolle sademäärän 30 vuoden liukuva keskiarvo asettuu 90 % todennäköisyydellä SSP2-4.5-kehityspolun toteutuessa, ja vaaleanharmaa varjostus kuvaa vastaavasti SSP1-2.6- ja SSP5-8.5-kehityspolkujen mukaisen ennusteiden epävarmuutta. Ennusteet perustuvat 28 maailmanlaajuisen ilmastomuutosmallin tulosten keskiarvoon verrattuna jakson 1981–2010 havaittuun sademäärään⁹⁴.



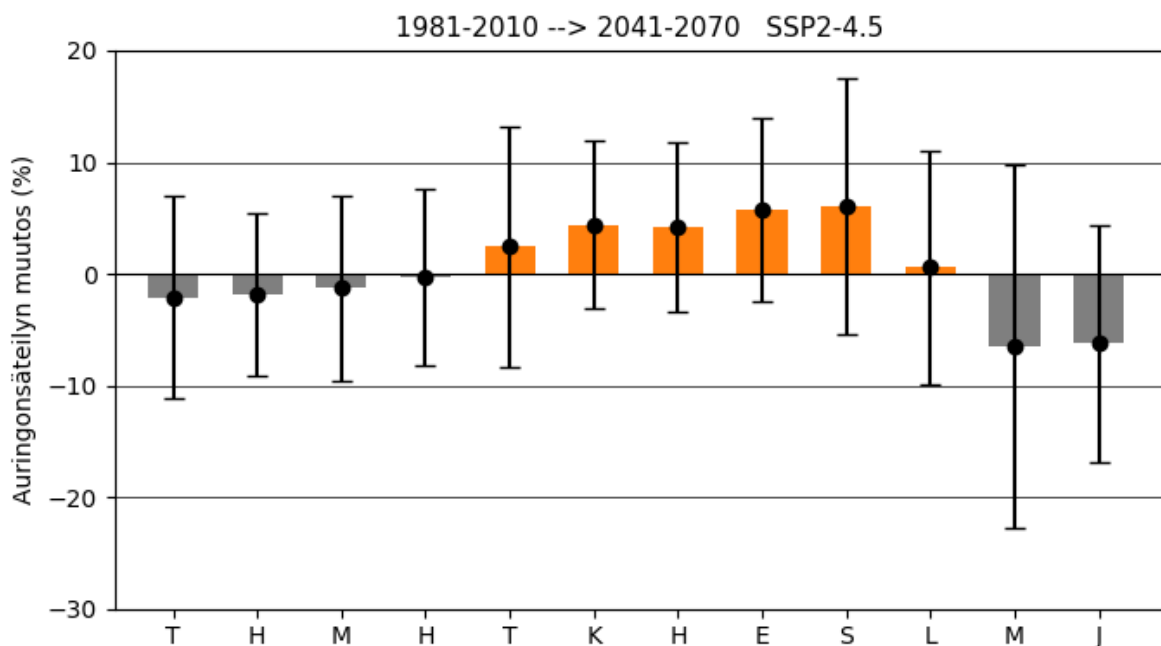
Kuva 12: SSP2-4.5-kehityspolun mukainen keskilämpötilan ennustettu muutos Koillismaan alueella vuoden eri kuukausina jaksojen 1981–2010 ja 2041–2070 välillä. Värilliset palkit esittävät 28 maailmanlaajuisen ilmastomallin tulosten keskiarvoja ja virhepalkit kuvaavat mallituloksista laskettua todennäköisyysväliä, jonka sisälle muutos osuu 90 % todennäköisyydellä.

⁹³ Aalto ym., 2016

⁹⁴ Ruosteenoja ja Jylhä, 2021



Kuva 13: SSP2-4.5-kehityspolun mukainen sademäärän ennustettu muutos Koillismaan alueella vuoden eri kuukausina jaksojen 1981-2010 ja 2041-2070 välillä. Värilliset palkit esittävät 28 maailmanlaajuisen ilmastomallin tulosten keskiarvoja ja virhepalkit kuvaavat mallituloksista laskettua todennäköisyysväliä, jonka sisälle muutos osuu 90 % todennäköisyydellä.



Kuva 14: SSP2-4.5-kehityspolun mukainen auringonsäteilyn määrän ennustettu muutos Koillismaan alueella vuoden eri kuukausina jaksojen 1981-2010 ja 2041-2070 välillä. Värilliset palkit esittävät 28 maailmanlaajuisen ilmastomallin tulosten keskiarvoja ja virhepalkit kuvaavat mallituloksista laskettua todennäköisyysväliä, jonka sisälle muutos osuu 90 % todennäköisyydellä.

Lämpenemisen vaikutusta kasvukauden lämpösummiin ja hellepäivien lukumääriin on havainnollistettu liitekuvin L5 ja L6. Vuosisadan puoliväliin mennessä kasvukauden keskimääräisen lämpösumman ennustetaan kohoavan Kuusamossa noin 1100–1200 astepäivään. Lämpimimpinä kasvukausina voidaan jo lähivuosikymmeninä saavuttaa 1400–1500 astepäivän lämpösummakertymiä. Vuosisadan lopulla keskimääräinen lämpösumma saavuttaa RCP4.5-skenaariototeutuksessa todennäköisesti reilun 1200 astepäivän tason ja ylittää RCP8.5-skenaariossa 1500 astepäivää. RCP8.5-skenaariossa kylmimpienkin kasvukausien ennustetaan olevan vuosisadan lopulla tämän päivän keskimääräisiä kasvukausia lämpimämpiä. Myös hellepäivien lukumäärän ennustetaan keskimäärin kasvavan kuluvan vuosisadan aikana. Kuitenkin lähes helteettömiä kesiä esiintyy kaikissa skenaarioissa vielä vuosisadan lopullakin, mutta lämpimimpinä kesinä hellepäiviä voi olla paljon enemmän kuin mitä nykyilmastossa on koettu.

2.3.3 Lumipeitteen ja vesistöjen jäätilanteen kehitys

Lumipeitteen muutokset ovat suoraan riippuvaisia lämpötilan ja sateisuuden muutoksista. Lauhtuvat syksyt viivästyttävät lumipeitteen tuloa ja keväällä lämpötilan kohoaminen puolestaan aikaistaa lumen sulamista. Talvella sademäärän kasvun ja yleistyvien suojasäiden vaikutus osittain kumoavat toisensa.

Lumipeitteen ennustettuja ja myös havaittuja muutoksia Rukatunturin ympäristössä on havainnollistettu taulukoissa 2 ja 3. Sekä jaksoilla 1961–1990 että 1991–2020 alueella oli vähintään sentin lumipeite kaikkina päivinä joulumaaliskuussa. Myös huhtikuussa oli vain joinain harvoina vuosina muutama yksittäinen lumeton päivä ennen vappua. Vielä toukokuunkin päivistä on lumisia ollut keskimäärin lähes puolet. Syysmarraskuussa oli vuosina 1991–2020 jonkin verran vähemmän lumipeitepäiviä kuin aiemmalla jaksolla 1961–1990. Alkutalven lumipeite on kuitenkin usein vielä ohut, mutta suurin piirtein joulun ja pääsiäisen välisenä aikana lunta on lähes aina ollut vähintään 20 senttiä.

Lähtöleveysuudessa (vuosina 2031–2060) keskitalven lumipeite ei vielä ole uhattuna. Voimakkaan lämpenemisen RCP8.5-skenaariossa alkaa kuitenkin joulukuussa esiintyä yksittäisiä lumettomia päiviä ja alkutalven lumipeite ohenee: joulukuussa lunta olisi lähes puolet ajasta alle 20 cm. Loka-marraskuussa lumipeitteisen ajan osuus vähenee. Myös lumipeitteen katoaminen keväällä aikaistuu, ja viimeistenkin lumien odotetaan useina vuosina sulavan ennen vappua. Vuosisadan lopulla alkutalven lumipeite muuttuu lämpenemisen jatkuessa entistä epävarmemmaksi. Sen sijaan tammi-maaliskuussa ei keskinkertaisen lämpenemisen RCP4.5-skenaariossa ennusteta esiintyvän täysin lumettomia päiviä vuosisadan lopullakaan ja helmi-maaliskuussa lunta olisi edelleen lähes jatkuvasti vähintään 20 cm. Sen sijaan RCP8.5-skenaariototeutuksessa yksittäisiä lumettomia päiviä voisi vuosisadan lopulla olla myös tammi-maaliskuussa ja joulukuussa kokonaan lumettoman ajan osuus olisi lähes kymmenesosan. Marraskuussa lumipeitteistä aikaa olisi keskimäärin enää puolet kuukaudesta, ja tämänkin ajan lumipeite olisi yleensä ohut. Keväällä lumen katoaminen aikaistuisi keskimäärin

lähelle huhtikuun puoliväliä, kun RCP4.5-skenaariossa lumipeite katoaisi vuosisadan lopulla tyypillisesti lähellä vappua.

Talvien leudontuminen vaikuttaa myös lumipeitteen ominaisuuksiin. Kuiva pakkaslumisade harvinaistuu, sen sijaan raskasta märkää lunta ja vettäkin sataa aiempaa useammin ja runsaammin^{95 96}. Talvisten vesisateiden yleistyminen voi kasvattaa jäisen lumipeitteen esiintymistä. Myös jäätävän vesisateen arvioidaan yleistyvän⁹⁷.

Lumipeitteen muutosten lisäksi on tehty tutkimuksia ilmastomuutoksen vaikutuksesta puiden oksistoille kertyviin lumikuormiin. Näiden tutkimusten^{98 99 100} tulosten mukaan Koillismaan alueella raskaat, puustovaurioita aiheuttavat lumikuormat näyttäisivät ilmaston lämmetessä yleistyvän. Tämä johtuu sekä siitä, että raskaat nuoskalumisateet lämpötilan ollessa lähellä nollaa astetta vaikuttavat yleistyvän kuin myös siitä, että huurteen kertymiselle otolliset olosuhteet näyttäisivät niin ikään yleistyvän. Korkean maaston alueilla puiden oksistoihin ja muun muassa voimalinjoihin kertyy talvisin huurtumalla merkittäviä tykkylumikuormia. Huurretta kertyy, kun matalalla roikkuvat pilvet viistävät vaara-alueiden lakimetsiä. Lauhtuvat pakaset ja talvisin runsastuva pilvisyys, muun muassa Perämeren jääpeitteen vähenemisen seurauksena, kasvattavat huurteen kertymiselle otollisten olosuhteiden esiintymistä.

Taulukko 2: Lumipeitteen todennäköisyys (%) Kuusamon Rukatunturilla vuoden eri kuukausina havaintojen mukaan vuosina 1961–1990 ja 1991–2020 sekä RCP4.5- ja RCP8.5-skenaarioiden mukainen ennuste lumipeitteen todennäköisyydestä vuosina 2031–2060 ja 2071–2100. Lumipeitteeksi lasketaan vähintään 1 cm:n syvyinen lumikerros. Havaittu lumipeitteen todennäköisyys perustuu Ilmatieteen laitoksen 10×10 kilometrin tarkkuuteen tuottamaan hilamuotoiseen havaintoaineistoon¹⁰¹. Ennustettu lumensyvyys on mallinnettu¹⁰² harhakorjattujen vuorokauden keskilämpötilojen ja sademäärien avulla perustuen seitsemään eri EURO-CORDEX-ilmastomallisimulaatioon¹⁰³.

kuukausi	1961–1990 havainto	1991–2020 havainto	2031–2060 ennuste RCP4.5/RCP8.5	2071–2100 ennuste RCP4.5/RCP8.5
tammikuu	100,0	100,0	100,0/100,0	100,0/98,9
helmikuu	100,0	100,0	100,0/99,9	100,0/99,8
maaliskuu	100,0	100,0	100,0/99,8	100,0/98,1
huhtikuu	99,8	99,8	93,3/87,0	82,5/51,8

⁹⁵ Lehtonen ym., 2024

⁹⁶ Räisänen, 2016

⁹⁷ Kämäräinen ym., 2018

⁹⁸ Lehtonen ym., 2014

⁹⁹ Groenemeijer ym., 2016

¹⁰⁰ Asikainen ym., 2019

¹⁰¹ Aalto ym., 2016

¹⁰² Lehtonen ym., 2019

¹⁰³ Honkaniemi ym. 2024

toukokuu	48,0	47,7	22,5/16,5	11,9/1,7
kesäkuu	0,4	0,9	<0,1/0,1	<0,1/0,0
heinäkuu	0,0	0,0	0,0/0,0	0,0/0,0
elokuu	0,0	0,0	0,0/0,0	0,0/0,0
syyskuu	1,6	0,6	1,2/0,4	0,5/0,1
lokakuu	42,9	35,8	30,7/25,4	22,7/8,1
marraskuu	92,0	89,2	83,6/77,4	76,7/53,6
joulukuu	100,0	100,0	99,9/98,1	98,2/91,3

Taulukko 3: Todennäköisyys (%) sille, että lumensyvyys on vähintään 20 cm Kuusamon Rukatunturilla vuoden eri kuukausina havaintojen mukaan vuosina 1961–1990 ja 1991–2020 sekä RCP4.5- ja RCP8.5-skenaarioiden mukainen ennuste siitä, että lumensyvyys on vähintään 20 cm vuosina 2031–2060 ja 2071–2100. Havaittu lumipeitteen todennäköisyys perustuu Ilmatieteen laitoksen 10×10 kilometrin tarkkuuteen tuottamaan hilamuotoiseen havaintoaineistoon¹⁰⁴. Ennustettu lumensyvyys on mallinnettu¹⁰⁵ harhakorjattujen vuorokauden keskilämpötilojen ja sademäärien avulla perustuen seitsemään eri EURO-CORDEX-ilmastomallisimulaatioon¹⁰⁶.

kuukausi	1961–1990 ha- vainto	1991–2020 ha- vainto	2031–2060 en- nuste RCP4.5/RCP8.5	2071–2100 en- nuste RCP4.5/RCP8.5
tammikuu	95,9	100,0	96,5/93,7	88,4/69,8
helmikuu	99,6	100,0	99,8/98,5	98,7/89,7
maaliskuu	100,0	100,0	100,0/98,3	98,8/86,5
huhtikuu	97,6	97,1	86,9/77,7	72,0/37,1
toukokuu	26,6	22,5	14,3/8,5	6,0/0,7
kesäkuu	0,0	0,0	0,0/0,0	0,0/0,0
heinäkuu	0,0	0,0	0,0/0,0	0,0/0,0
elokuu	0,0	0,0	0,0/0,0	0,0/0,0
syyskuu	0,0	0,0	0,0/0,0	0,0/0,0
lokakuu	3,2	0,1	0,5/0,4	0,3/<0,1
marraskuu	31,3	27,4	18,5/9,9	11,7/4,5
joulukuu	85,8	83,3	69,8/54,6	52,7/29,9

¹⁰⁴ Aalto ym., 2016

¹⁰⁵ Lehtonen ym., 2019

¹⁰⁶ Honkaniemi ym., 2024

Vesistöjen jäätyminen voidaan olettaa viivästyvän suunnilleen saman verran kuin talven tulo ja lumipeitteen muodostuminenkin viivästyvät. Koska jään paksuuskasvu on likimain verrannollinen pakkassumman kertymiseen, lauhtuvat talvet tarkoittavat sitä, että vesistöjen jääpeite on myös keskitalvella aiempaa ohuempi, etenkin kun jään paksuuskasvua ehkäisevän lumipeitteen ei ennusteta keskitalvella merkittävästi ohenevan, ainakaan vielä lähivuosikymmeninä.

Perämerellä jäätalven pituuden odotetaan lyhenevän lähitulevaisuudessa noin viikon vuosikymmentä kohti¹⁰⁷. Vuosisadan puolivälissä yleistyvät talvet, jolloin Perämeri ei jäädy kauttaaltaan, mutta rannikkoalueilla jäätä esiintyy joka talvi vielä vuosisadan lopullakin. Kiintojään paksuuden odotetaan pienenevän noin 6–7 cm vuosikymmenessä. Nykyisin kiintojään maksimipaksuus on tyypillisesti 40–75 cm. Jään ajalehtimisen on ennustettu tulevaisuudessa lisääntyvän¹⁰⁸, mikä yhdessä vähenevän yhtenäisen jääpeitteen kanssa voi vaikeuttaa jäätilanteen ennustettavuutta kasvattamalla jäätilanteen nopeaa paikallista vaihtelevuutta.

2.3.4 Tuulisuuden, myrskyjen ja rajuilmojen kehitys

Keskimääräisen tuulen nopeuden arvioidaan Suomessa pysyvän kuluvaan vuosisadan aikana likimain ennallaan¹⁰⁹. Eri ilmastomallien tuottamissa tuloksissa on kuitenkin suuria eroja: osa malleista ennakoii tuulten voimistuvan, osa heikkenevän. Samansuuntaisia tuloksia on saatu myös tutkimuksissa, joissa on tutkittu ilmastomuutoksen vaikutusta kovien tuulten esiintymiseen. Näissä tutkimuksissa on saatu tulokseksi, että mitään kovin merkittäviä muutoksia ei välttämättä myrskyisyydessäkään ole odotettavissa^{110 111 112}.

Voimakkaiden konvektiivisten rajuilmojen ja ukkosten sekä rakeiden esiintymiselle suotuisten olosuhteiden on kuitenkin ennustettu Suomen alueella yleistyvän ilmaston lämmetessä^{113 114 115}. Taulukossa 4 on esitetty arvioita ukkosen, raesateiden ja trombien esiintymiselle otollisten sääolosuhteiden esiintymistodennäköisyyksistä Kuusamossa jaksoilla 1971–2000, 2021–2050 ja 2071–2100. Vuotuisten ukkospäivien lukumäärään arvioidaan kasvavan 1900-luvun lopun noin 12 päivästä noin 17 päivään ennen kuluvaan vuosisadan puoliväliä ja 19–26 päivään vuosisadan loppuun mennessä. Rakeiden ja trombien esiintymistodennäköisyydet kasvavat enusteen mukaan likimain samaa tahtia.

¹⁰⁷ Gregow ym., 2021

¹⁰⁸ Höglund ym., 2017

¹⁰⁹ Ruosteenoja ja Jylhä, 2021

¹¹⁰ Groenemeijer ym., 2016

¹¹¹ Ruosteenoja ym., 2019

¹¹² Gregow ym., 2020

¹¹³ Groenemeijer ym., 2016

¹¹⁴ Púčik ym., 2017

¹¹⁵ Rädler ym., 2019

Toisen tutkimuksen¹¹⁶ mukaan ukkosten ja voimakkaiden ukkospuuskien esiintymisen arvioidaan Suomen alueella kasvavan kuluvaan vuosisadan aikana keskinkertaisten päästöjen RCP4.5-skenaariossa noin 10-20 % ja voimakkaan lämpenemisen RCP8.5-skenaariossa jopa 20-40 %. Toistaiseksi mitään merkkejä ukkosten yleistymisestä ei ole kuitenkaan havaittu¹¹⁷.

Taulukko 4: Keskimääräinen sellaisten päivien vuosittainen lukumäärä Kuusamossa, jolloin olosuhteet ovat suotuisat ukkosten, suurien rakeiden (rakeiden halkaisija yli 2 cm), jäätirakeiden (rakeiden halkaisija yli 5 cm) ja trombien esiintymiselle¹¹⁸.

Jakso	Ukkospäivät	Raepäivät (yli 2 cm)	Raepäivät (yli 5 cm)	Trombipäivät
1971-2000	11,8	0,0046	0,00046	0,000013
2021-2050 RCP4.5	16,8	0,0058	0,00060	0,000016
2021-2050 RCP8.5	17,0	0,0059	0,00059	0,000016
2071-2100 RCP4.5	19,2	0,0066	0,00068	0,000018
2071-2100 RCP8.5	26,1	0,0094	0,00107	0,000025

2.4 Miten ilmastonmuutoksen vaikutukset toimialoilla tulevat kehittymään

Ilmastonmuutoksen vaikutusten lopullinen vakavuus eri toimijoille syntyy monen asian yhdistelmästä ja on aina hyvin paikkasidonnaista. Ilmastonmuutoksen vaikutukset saattavat suoraan vaikeuttaa toimialan liiketoimintaa ja/tai jopa lamaannuttaa jonkin toimialan, mutta tämä voi myös tapahtua välillisesti, mikäli ilmastonmuutoksen vaikutukset iskevät johonkin toimijaan ja/tai arvoketjun osaan, josta toimiala on hyvin riippuvainen. Tästä syystä tarkasteltaessa ilmastonmuutoksen mahdollisia vaikutuksia Koillismaan toimialojen kehittymiseen tulevaisuudessa, on tärkeää tunnistaa toimialojen olennaiset arvoketjut. Esimerkiksi puun jalostajat ovat riippuvaisia arvoketjun alkupään metsistä. Samoin läpileikkaavat toimialat, kuten energiantuotanto- ja jakelu tai liikenne ja logistiikka ovat korvaamattomia Koillismaan toimialojen

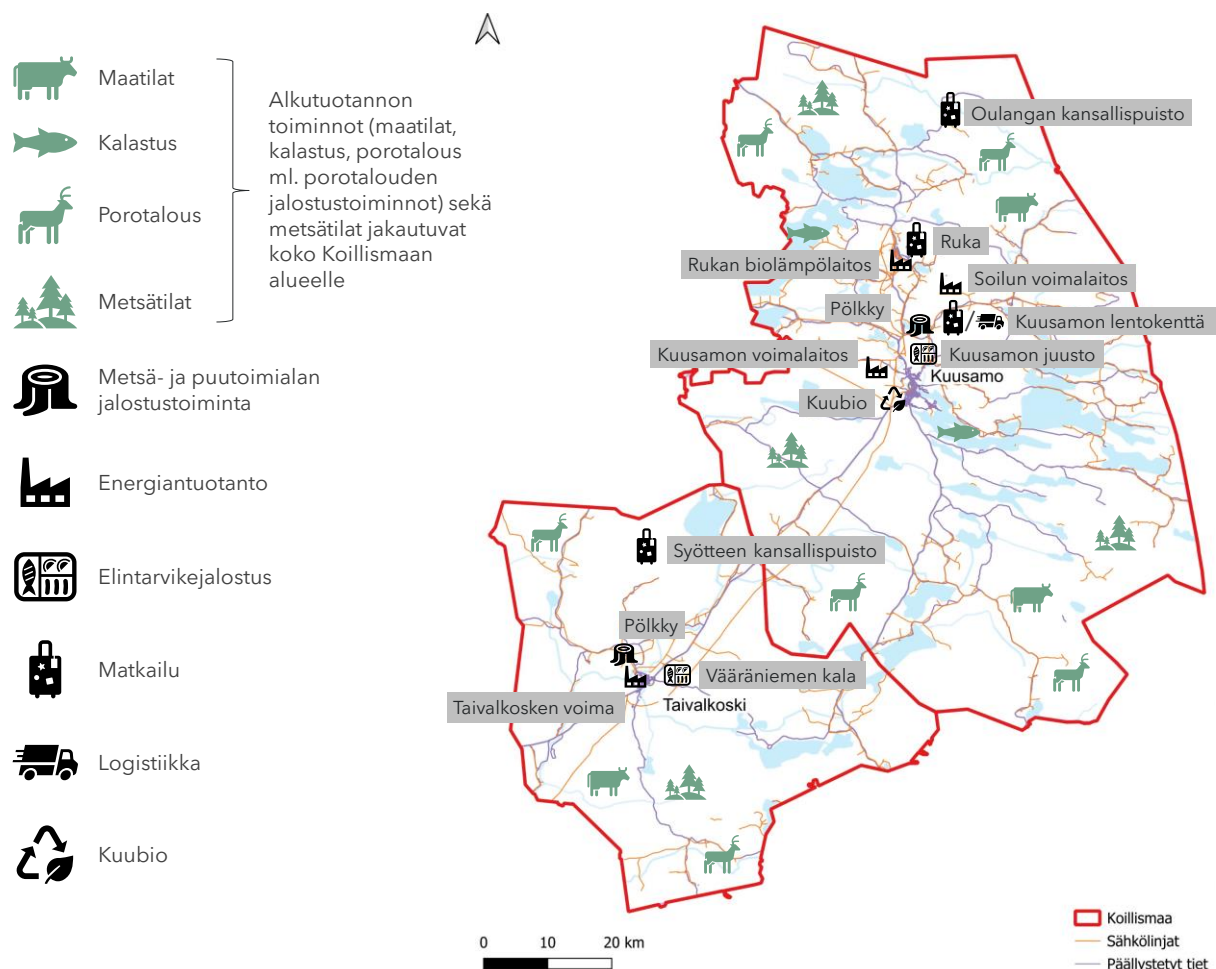
¹¹⁶ Rädler ym., 2019

¹¹⁷ Laurila ja Mäkelä, 2019

¹¹⁸ RAIN, 2020

toimintakyvyn kannalta, erilaisten tuotteiden ja palveluiden valmistuksessa ja/tai niiden saamisessa markkinoille.

Analyysissä on tästä syystä pyritty tunnistamaan kunkin toimialan ydintoimintojen lisäksi sen keskeiset arvoketjun osat ja sijainnit, jotta Koillismaalla osataan valita optimaaliset sopeutumiskeinot ilmastoriskien hallintaan tulevaisuudessa. Karttakuvaan 15 on koottu esimerkkejä tarkasteltujen toimialojen sijainneista Koillismaan alueella, kuvaamaan maantieteellisen sijainnin merkitystä, muistuttamaan toimialojen monista riippuvuuksista toisistaan ja tukemaan arvoketjupohjaista analyysia.



Kuva 15. Ilmastonmuutoksen vaikutuksia analysoitaessa on hyvä tunnistaa toimialojen ja niiden arvoketjujen sijoittuminen Koillismaalla.

2.4.1 Energiantuotanto ja -jakelu

Toimialan arvoketjun kuvaus

Energiantuotanto ja -jakelu on kokoaan merkittävämpi toimiala Koillismaalla johtuen kriittisistä kytköksistä muihin toimialoihin. Energiantuotanto ja -jakelu mahdollistaa muiden toimialojen toiminnan, ja on toisaalta itse riippuvainen metsäteollisuuden sivuvirroista.

Energiantuotannon ja -jakelun arvoketju muodostuu karkeasti neljästä osasta (kuva 16). Arvoketjun alkupäässä on tuotantolaitosten suunnittelu, rakentaminen ja huoltaminen huomioiden sijainnin, raaka-aineen saatavuuden sekä mm. ympäristövaikutukset. Koillismaan energiantuotanto keskittyy metsäteollisuuden sivuvirtoihin sekä osin fossiilisiin polttoaineisiin (kevyt polttoöljy). Lämpöenergiaa tuotetaan Kuusamon, Taivalkosken ja Rukan keskustaajamien kaukolämpöverkkoon Torangin voimalaitoksella (Advenin ja Kuusamon energia- ja vesiosuuskunnan omistuksessa), Taivalkosken Voiman lämpölaitoksella (Pölkky Oy:n ja Taivalkosken kunnan yhteisomistuksessa), sekä Rukan biolaitoksella (Kuusamon energia- ja vesiosuuskunnan omistuksessa)¹¹⁹. Itse kaukolämpöverkot ovat Kuusamon EVO:n (Kuusamo, Ruka) sekä Taivalkosken kunnan (Taivalkoski) omistuksessa¹²⁰. Lisäksi Soilun vesivoimalaitos (Koskienergia Oy:n omistuksessa¹²¹) sijaitsee Rukan ja Kuusamon välissä. Koillismaa on yhteydessä lähi-alueiden energiantuotantoon, sillä alueella sijaitsee useita pääosin lijoen vesivoimaloihin kytköksissä olevia säännösteltyjä järviä, kuten Ilnijärvi ja Kurkijärvi¹²².

Koillismaalla on aikomuksena tulevaisuudessa tuottaa merkittävästi enemmän uusiutuvaa energiaa. Esimerkiksi Kuubion uudelle teollisuusalueelle ollaan suunnittelemassa biolämpölaitosta, biokaasulaitosta sekä aurinkovoimalaa¹²³. Lisäksi Kuusamoon on suunnitteilla useita tuulivoimahankkeita (esim. Matkavaara)¹²⁴. Kuitenkin Koillismaan sijainti itärajan läheisyydessä sekä rajoitettu sähkönsiirtokapasiteetti¹²⁵ osin hidastavat tai estävät suurten energia-hankkeiden toteuttamista alueella.

Koillismaan alueen 20kV sähkönjakeluverkko on Caruna Oy:n omistuksessa ja kulkee valtatie 20 suuntaisesti. Caruna on viime vuosina investoinut sähköverkon säävarmentamiseen maakaapeloinneilla. Vuoden 2022 jälkeen maakaapelia on asennettu yhteensä 269 kilometriä¹²⁶. Säävarma ja kapasiteetiltaan riittävä sähköverkko on välttämätön alueen jokaisen toimialan toiminnalle – ja toimialojen edelleen sähköistyessä ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi energiatoimialan kriittisyys korostuu entisestään.

Energia kulkee lämmön ja sähkön muodoissa loppukäyttäjille kaukolämpöverkkoa sekä sähköverkkoja pitkin. Kaukolämpöverkko palvelee Koillismaalla asuntoja, tehtaita ja toimitiloja keskustaajamissa, kun taas sähköverkko toimittaa sähköä koteihin ja yrityksiin ympäri Koillismaata. Huomioitavaa on, että Koillismaan suurilla teollisuustoimijoilla, kuten Kuusamon

¹¹⁹ Energiategollisuus, 2024, Pölkky Oy, 2022 ja Kuusamon EVO, n.d.

¹²⁰ Kuusamon EVO, n.d. ja Taivalkoski, n.d.

¹²¹ Koillissanomat, 2023

¹²² Työpaja 2: Ilmastonmuutokseen sopeutuminen Koillismaalla -hanke, 5.9.2024

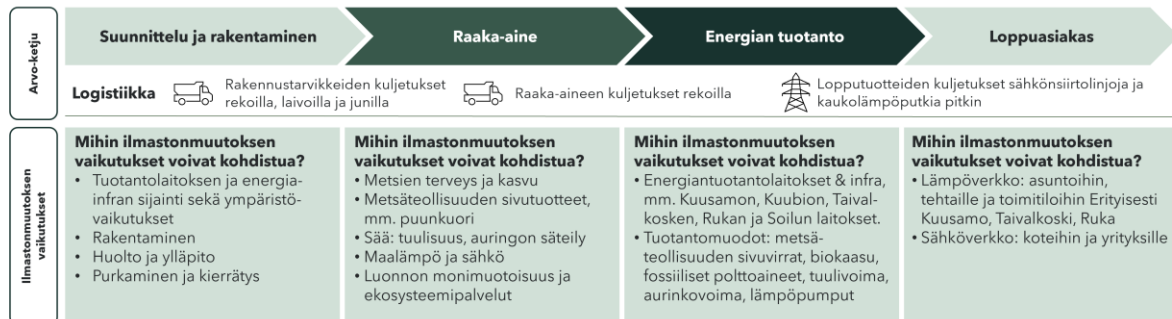
¹²³ Kuubion teollisuusalueen esite 2023

¹²⁴ Suomen uusiutuvat ry, n.d.

¹²⁵ Fingrid, n.d., Työpaja 3: Ilmastonmuutokseen sopeutuminen Koillismaalla, 16.10.2024

¹²⁶ Caruna Oy, 2024

juusto, on pääosin omat tuotantolaitokset, jotka syöttävät energiaa sekä tehtaan toimintoihin että paikalliseen kaukolämpöverkkoon¹²⁷.



Kuva 16. Energiantuotannon ja -jakelun arvoketjukuvaus sisältäen arvoketjun osat, joihin ilmastomuutoksen vaikutukset voivat kohdistua

Ilmastomuutoksen vaikutukset tulevaisuudessa

Tietolaatikko 8: Yhteenveto energiantuotantoon ja -jakeluun kohdistuvista vaikutuksista

Lämmitysenergian tarve pienenee talvella, ja kovien pakkasten lauhtuminen tasaa sähkön kulutushuippuja.

Syystalven sateet keskimäärin runsastuvat, minkä voidaan olettaa jossain määrin parantavan vesivoiman tuotantoedellytyksiä talvipuolella vuotta. Myös kevättulvien aikaistuminen vaikuttaa vesivoimaloiden varastoaltaiden täyttöasteen vuodenaikaiseen käyttäytymiseen.

Alailmakehän jäätävät olosuhteet yleistyvät talvella, mikä lisää jään kertymistä sähköverkkoihin sekä tuulivoimaloiden lapoihin. Tuulivoimatuotannossa jäätävät olosuhteet voivat aiheuttaa merkittäviä tuotantotappioita. Lisääntyvät metsätuhot voivat **vaikuttaa metsäteollisuuden sivuvirtoihin** ja aiheuttaa epävakautta puumarkkinoilla.

Säätövoiman merkitys korostuu sääriippuvaisen energiantuotannon osuuden edelleen kasvaessa.

Energiantuotanto on murroksessa sääriippuvaisen energiantuotannon osuuden kasvaessa ja yhteiskunnan sähköistyessä yhä voimakkaammin, minkä odotetaan lisäävän sähkönkulutusta lähitulevaisuudessa. Ilmastomuutoksen suora vaikutus vähentää sähkönkulutusta etenkin talvella lämmitysenergian tarpeen pienentyessä. Kovien pakkasten harvinaistuminen ja lauhtuminen myös tasaa sähkön kulutushuippuja talvella. Sääriippuvaisista energiantuotantomuodoista tuulivoiman tuotantopotentiaalin arvioidaan säilyvän likimain ennallaan, koska ennustetut muutokset tuulisuudessa ovat vähäisiä. Kuitenkin jäätävien olosuhteiden yleistyminen talvella voi heikentää tuulivoiman tuotantoedellytyksiä. Jään kertyminen tuulivoimalan lapoihin heikentää voimalan tehontuottoa ja kasvattaa myös voimalan kuormitusta. Pahimmillaan jään kertyminen voi jopa pysäyttää tuulivoimaloita¹²⁸. Suomen oloissa tuulivoimalat

¹²⁷ Kuusamon Juusto, 2023

¹²⁸ Yle, 2022

kärsivät talvella usein pilvijäätämisestä¹²⁹. Pilvisyyden lisääntymisen talvella voidaan arvioida kasvattavan pilvijäätämisen riskiä. Jäätä voi kertyä tuulivoimalan lapoihin myös jäätävän sateen seurauksena, mutta tämä on Suomessa paljon harvinaisempaa. Kuitenkin myös jäätävän sateen riskin on arvioitu Koillismaalla kasvavan. Tuulivoimaloiden jäätämiskasvun alueellista vaihtelua voi arvioida Suomen tuuliatlaksen¹³⁰ yhteydessä julkaistun jäätämiskasvatlaksen avulla. Jäätämiskasvu on pääsääntöisesti korkein ympäristöään korkeammilla maastonkohdilla. Koillismaalla jäätämiskasvu on erityisen suuri Puolangelan Taivalkosken kirkonkylän länsipuolitse kohti Posiota ulottuvalla alueella, jossa maasto nousee Pohjois-Pohjanmaan laakeiden suoalueiden itäpuolella nopeasti itää kohti.

Sähkönjakelussa sähköverkon sääherkkyys pienenee jatkuvasti maakaapeloinnin edelleen edetessä, mutta ilmajohtoverkko on yhä alttiina tuuli- ja lumituhoille. Vaikka ilmastonmuutoksen ei arvioida vaikuttavan myrskyisyyteen kovinkaan merkittävästi¹³¹, suotuisat olosuhteet voimakkailla kesäisillä rajuilmoilla saattavat jonkin verran yleistyä¹³². Metsien lumituhoariskin arvioidaan Koillismaan alueella kasvavan¹³³. Osaltaan tähän vaikuttaa huurteen kertymiselle suotuisten olosuhteiden yleistymisen, mutta myös raskaan, märän lumisateen tilanteiden arvioidaan Koillismaan alueella yleistyvän¹³⁴. Lisäksi jääpeitteen väheneminen Perämerellä ja Vienanmerellä lisää kosteuden haihtumista alailmakehään, mikä omalta osaltaan todennäköisesti lisää huurteen kertymistä ilmajohtoihin. Myös jäätävien vesisateiden arvioidaan Koillismaalla yleistyvän¹³⁵.

Auringonsäteilyn arvioidaan Koillismaalla lisääntyvän kesällä ja alkusyksyllä lähivuosisikymmenten aikana muutamilla prosenteilla, mikä parantaisi hieman aurinkoenergian tuotantodellistyksiä. Koillismaa on kuitenkin yksi Suomen pilvisimmistä alueista, joskin aurinkoenergian tuotantoa on järkevää hajauttaa maan eri osiin, koska kesällä on harvoin koko maassa yhtä aikaa pilvistä.

Vesivoiman merkitys heikkotuulisen ajan säätövoimana todennäköisesti kasvaa entisestään tuulivoiman tuotannon lisääntyessä. Sateiden arvioidaan Koillismaan alueella keskimäärin jonkin verran lisääntyvän, mikä voi kasvattaa vesivoiman tuotantomahdollisuuksia. Tyypillisesti vesivoimaloiden varastoaltaiden pinnat laskevat hiljalleen pitkin vuotta, kunnes altaat täyttyvät keväällä lumen sulamisen aikoihin. Ilmaston lämmetessä myös kevättulvien ajankohta aikaistuu, joskaan muutos ei ole lähivuosisikymmeninä kovin suuri. Kevättulvien aikaistuminen yhdessä loppusyksyn ja talven keskimäärin runsastuvien sateiden kanssa kuitenkin kasvattanee hieman vesivoiman tuotantomahdollisuuksia syksyllä ja talvella. Syksyn ja talven runsaat sateet ovat kuitenkin usein yhteydessä tuuliseen säätyyppiin, jolloin myös tuulivoimaa on

¹²⁹ Suomen uusiutuvat ry, n.d.

¹³⁰ Ilmatieteen laitos, n.d.

¹³¹ Gregow ym., 2020

¹³² Rädler ym., 2019

¹³³ Lehtonen ym., 2014

¹³⁴ Lehtonen ym., 2024

¹³⁵ Kämäräinen ym., 2018

runsaasti saatavilla, eli tässä suhteessa vesi- ja tuulivoima eivät aivan täydellisesti täydennä toisiaan.

Metsäteollisuuden sivuvirroilla on tärkeä rooli Koillismaan energiantuotantoketjussa. Metsätuhojen on ennakoitu Suomessa lisääntyvän, muun muassa lisääntyvien kirjanpainajatuhojen seurauksena. Lisääntyvät metsätuhot voivat aiheuttaa epävakautta puumarkkinoille, mikäli tapahtuu suuria ja laaja-alaisia tuhoja, joiden jäljiltä markkinoille tulee runsaasti tuhopuustoa, kuten Paula-rajuilman jälkeen kesällä 2021. Keski-Euroopassa on ollut viime vuosina massiivisia kirjanpainajatuhoja, ja esimerkiksi Tšekissä kaarnakuoriaistuhossa vaurioituneen puuston määrä on viime vuosina ylittänyt keskimääräiset vuotuiset hakkuumäärät, mikä on vaikuttanut suuresti alueen puumarkkinoiden dynamiikkaan^{136 137}. Koska Koillismaan energiateollisuus hankkii raaka-ainetta myös alueen ulkopuolelta, metsätuhot muuallakin kuin Koillismaalla ovat alueen toimijoille merkityksellisiä.

2.4.2 Metsä- ja puutoimiala

Toimialan arvoketjun kuvaus

Metsäteollisuus on työllisyyden ja liikevaihdon näkökulmasta Koillismaan suurin toimiala lähes 270 miljoonan euron liikevaihdolla ja 600 henkilön työllistävyydellä¹³⁸ - Koillismaa onkin hyvin metsäistä seutua ja alueella toimii monia puuta jalostavia yrityksiä. Metsäteollisuudella on kokonsa vuoksi sidoksia muihin toimialoihin, esimerkiksi metsäteollisuuden sivuvirrat ovat merkittävä raaka-aine paikalliselle energiantuotannolle. Lisäksi suuri osa alkutuottajista on metsätilallisia ja siten yhteydessä metsäteollisuuden arvoketjuun¹³⁹.

Suurimmat metsänomistajaryhmät Koillismaalla ovat yksityiset henkilöt, valtio, ja yhteismetsät, joilla on useita omistajia¹⁴⁰. Metsät ovat pääosin havupuuvaltaisia (kuusi- ja mänty)¹⁴¹. Metsänomistajat harjoittavat metsissään metsänhoidollisia toimenpiteitä ja tuottavat puuta metsäteollisuuden tarpeisiin. Toistaiseksi merkittävin hakkuutapa on avohakkuut, mutta ympäristöarvojen korostuessa muut metsänhoitotavat, kuten jatkuvapeitteinen metsänkasvatus ovat kasvattaneet suosiotaan^{142,143}.

Puutavaraa jalostetaan tuotantolaitoksilla, joista suurimpia ovat Pölkky Oy:n tehtaat Kuusamossa ja Taivalkoskella. Puunhankinta on hyvin paikallista, esimerkiksi puu Pölkyn tarpeisiin hankitaan tehtaiden lähialueilta pääosin rekkakuljetuksin¹⁴⁴. Jalostuksen jälkeen tuotteet

¹³⁶ Metsälehti, 2019

¹³⁷ Melin ym., 2022

¹³⁸ Kuusamon kaupungin ja Taivalkosken kunnan kärkitoimialojen kehityksenseuranta 2023.

¹³⁹ Kestävästi kehittyvät maatilat -hankehakemus

¹⁴⁰ Metsäkeskus, n.d.

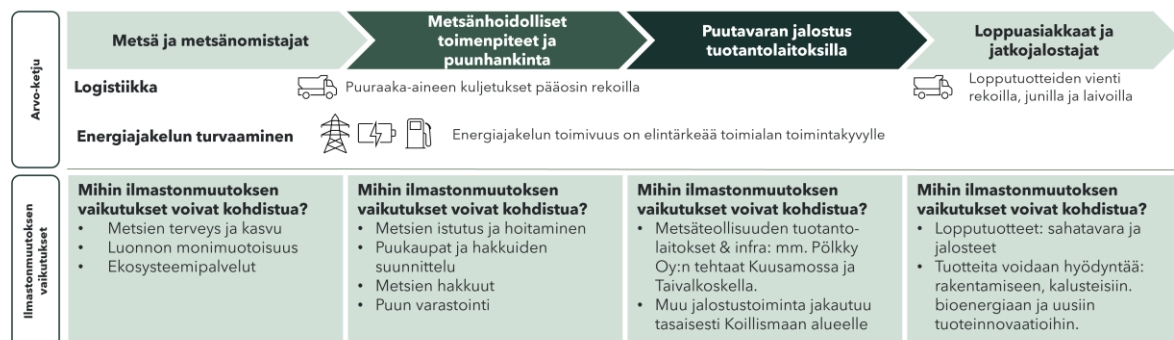
¹⁴¹ Työpaja 3: Ilmastonmuutokseen sopeutuminen Koillismaalla -hanke, 16.10.2024.

¹⁴² ibid

¹⁴³ Metsälehti, 2024

¹⁴⁴ Pölkky Oy, n.d.

kuljetetaan Koillismaalle, Suomeen tai kansainvälisille markkinoille esimerkiksi rakennus- tai kalusteteollisuudelle jatkojalostukseen. Tulevaisuudessa puun hyödyntäminen laajenee todennäköisesti uusiin tuotteisiin ja innovaatioihin.



Kuva 17. Metsä- ja puutoimialan arvoketjukuvaus sisältäen arvoketjun osat, joihin ilmastonmuutoksen vaikutukset voivat kohdistua

Ilmastonmuutoksen vaikutukset tulevaisuudessa

Tietolaatikko 9: Yhteenveto metsä- ja puutoimialaan kohdistuvista vaikutuksista

Metsien kasvu kiihtyy, mutta myös **metsätuhojen riski lisääntyy**. Ilmastonmuutoksen hyötyjen arvioidaan olevan Pohjois-Suomessa suurempia kuin Etelä-Suomessa, kun taas haitat ovat suurempia Etelä- kuin Pohjois-Suomessa. Mikäli Etelä-Suomessa tapahtuu suuria metsätuhoja, voi tämä kuitenkin heijastua puumarkkinoiden dynamiikkaan laajemminkin.

Tuulisuuden ei arvioida muuttuvan paljoakaan, mutta **tuuli säilyy merkittävimpana metsätuhojen aiheuttajana**. Roudan vähenemisen arvioidaan jonkin verran lisäävän tuulituhoja syystalvella.

Roudan väheneminen ja maan kantavuuden heikkeneminen vaikeuttavat puunkorjuuta talvella.

Lumituhojen riski kasvaa Koillismaan alueella talvien lauhtuessa.

Metsäpalojen riski kasvaa.

Erilaisten **hyönteistuhon riski pääsääntöisesti kasvaa.**

Ilmaston lämpenemisellä on Suomen metsiin metsäteollisuuden näkökulmasta katsottuna sekä positiivisia että negatiivisia vaikutuksia. Positiiviset vaikutukset liittyvät metsien kasvun kiihtymiseen. Koivun arvioidaan hyötyvän ilmaston lämpenemisestä koko maassa ja männyn erityisesti Pohjois-Suomessa¹⁴⁵. Koillismaalla ja Lapissa myös kuusen arvioidaan jonkin verran hyötyvän lämpenemisestä. Kuusi on kuitenkin pääpuulajeistamme herkin kuivuuden haitallisille vaikutuksille sekä myös erilaisille metsätuhoille, joiden arvioidaan yleisesti ottaen lisääntyvän.

¹⁴⁵ Venäläinen ym., 2020

Merkittävin tuhonaiheuttaja Suomen metsissä on perinteisesti ollut tuuli, ja näin tullee olemaan jatkossakin, vaikka ilmastonmuutoksen ei arvioida kovin merkittävästi vaikuttavan tuulisuuteen tai myrskyjen esiintymiseen Suomessa ja Koillismaalla. Tuulituhot voivat kuitenkin jossain määrin lisääntyä roudan vähenemisen takia¹⁴⁶. Koillismaan alueen metsissä myös lumituhot ovat yleisiä, ja lumituhojen riskin on Koillismaan metsissä arvioitu kasvavan merkittävästi jo lähivuosikymmeninä¹⁴⁷. Tähän vaikuttaa huurteen ja tykkylumen kertymiselle otollisten olosuhteiden yleistyminen muun muassa Perämeren jääpeitteen vähenemisen seurauksena. Talvien lauhtumisen ja sademäärän kasvun seurauksena myös potentiaalisesti lumituhoja aiheuttavaa raskasta märkää lunta voi sataa aiempaa useammin.

Metsäpalot eivät ole aiheuttaneet kovin laaja-alaisia tuhoja Suomen metsissä vuosikymmeniin¹⁴⁸. Koillismaa on yksi Suomen vähiten kuivuudelle alttiista alueista, mutta myös Koillismaalla kuivuus- ja metsäpaloriskin on arvioitu kasvavan pitkällä aikavälillä jonkin verran¹⁴⁹. Metsäpaltojen pieni kuviokoko ja vaihtelevat maastonmuodot sekä kansainvälisesti vertailtuna erittäin tiheä metsäautotieverkosto edesauttavat meillä metsäpalojen sammuttamista. Vaikeasti hallittavien laajojen metsäpalojen riski on suurin tietttömien taipaleiden takana sijaitsevilla syrjäisillä alueilla. Suomen kansallisena ominaispiirteenä on myös ojitettujen turvemaiden suuri osuus metsäpinta-alasta. Ojitettujen turvemaiden metsäpalot ovat potentiaalisesti vaikeasti hallittavia, sillä palokuormaa on runsaasti myös maanpinnan alapuolella ja palopesäkkeitä voi jäädä kytämään pitkäksi aikaa syvälle maan uumeniin.

Puunkorjuu on perinteisesti keskittynyt talviaikaan. Talven tulon viivästyminen lyhentää puunkorjuuseen talvella käytettävissä olevaa kantavan maan aikaa¹⁵⁰. Myös metsäautoteiden kantavuus voi olla heikko syystalven vetisten olosuhteiden pitkittyessä. Kesän rankkasateiden voimistuminen niin ikään todennäköisesti kasvattaa alemman tieverkon korjaustarpeita.

Bioottisista tuhonaiheuttajista kirjanpainajan kuusimetsille aiheuttamat tuhot ovat saaneet viime aikoina paljon huomiota. Koillismaan alueella kasvukauden lyhyys rajoittaa kirjanpainajan lisääntymispotentiaalia vielä pitkään, eikä kirjanpainajan tuhoriskin oleteta lähivuosikymmeninä kasvavan kovin merkittävästi¹⁵¹. Kuitenkin vuosisadan lopulla, noin 2070-luvulta alkaen, kirjanpainajan tuhoriskin oletetaan voimakkaimman lämpenemisen skenaarioissa kasvavan selvästi myös Koillismaan alueella¹⁵² ¹⁵³. Puumarkkinoihin mahdolliset kirjanpainajan aiheuttamat suuret metsätuhot etelämpänä Suomessa voivat toki vaikuttaa jo aiemmin. Kirjanpainajatuhoja ehkäistään pitämällä kuusikot metsänhoidon avulla hyväkasvuisina ja elinvoimaisina. Kuusta ei tule myöskään suosia sille luontaisesti liian karulla tai kuivumisherkällä

¹⁴⁶ Gregow ym., 2020

¹⁴⁷ Venäläinen ym., 2020

¹⁴⁸ Lindberg ym., 2021

¹⁴⁹ Venäläinen ym., 2020

¹⁵⁰ Lehtonen ym., 2019

¹⁵¹ Venäläinen ym., 2020

¹⁵² Venäläinen ym., 2020

¹⁵³ Asikainen ym., 2019

kasvupaikalla. Sekapuustoisuuden suosiminen ja lehtipuiden osuuden kasvattaminen lisäävät yleisestikin metsien tuhonkestävyyttä¹⁵⁴.

Juurikäävät eli maannousemasienet ovat globaalissa mittakaavassa taloudellisesti merkittävimpiä tuhonaiheuttajia boreaalisissa metsissä¹⁵⁵. Ne ovat puukudosta lahottavia sieniä, jotka leviävät runkoon puun juurien kautta. Suomessa tavataan kahta juurikääpälajia, männynjuurikääpää ja kuusenjuurikääpää. Männynjuurikääpää tavataan lähinnä vain eteläisessä Suomessa. Myös kuusenjuurikääpä on yleisempi Etelä-Suomessa, mutta se esiintyy pohjoisempanakin, joskin Pohjois-Suomessa havupuiden juuri- ja tyvilaho on useimmiten muiden lahottajasienten kuin juurikääpien aiheuttamaa¹⁵⁶. Juurikäävän leviämisen riski muodostuu sulan maan aikana tehtävissä hakkuissa, ennakkoraivauksessa ja taimikonhoitotoissa, kun taas toimittaessa talvikauden roudan ja pakkasten aikana juurikäävän leviämisen riski on olematon¹⁵⁷. Mikäli talven lyhenemisen takia metsäkonetöitä joudutaan tekemään aiempaa enemmän sulan maan aikana, kasvaa myös juurikäävän leviämisen riski. Lisäksi kohoavat lämpötilat kasvattavat juurikääpälajien itiötuotantoa, minkä odotetaan kasvattavan juurikäävän vaivaamien havupuiden osuutta^{158 159}.

2.4.3 Alkutuotanto ja elintarvikejalostus

Toimialan arvoketjun kuvaus

Koillismaalla alkutuotanto ja elintarvikejalostus -toimiala muodostuu alueen talouden ja kulttuurin kannalta merkittävistä toimijoista, jotka työllistävät lähes 250 henkilöä ja tuottavat n. 45 miljoonan liikevaihdon¹⁶⁰. Alkutuotantoon kuuluvat maa-, poro-, ja kalatalous. Elintarvikejalostus hyödyntää alkutuotannon raaka-aineita omien tuotteidensa valmistamiseen. Alkutuotannon ja elintarvikejalostuksen toiminnot ovat pääosin pienimuotoisia, paikallisessa omistuksessa olevia toimintoja. Niillä on myös tärkeä osa Koillismaan matkailun identiteetin luomisessa, mm. paikallisen ruoan kautta. Lisäksi monet maataloustuottajat ovat myös metsänomistajia ja siten kytkeytyvät metsä- ja puutoimialaan.

Maaperän ja vesistöjen terveys ovat edellytys toimialan olemassaololle. Lähtökohta on pääosin hyvä; Koillismaalla on erinomaiset olosuhteet ja infrastruktuuri porotalouden sekä kalatalouden harjoittamiseen¹⁶¹. Lisäksi alueella on suuri määrä puhtaita ja hyväkuntoisia kalastettavia vesistöjä, joiden luonnonkalakannat ovat vahvoja ja elinvoimaisia¹⁶². Koillismaan maataloustuottajien määrä on vähentynyt johtuen alan yleisistä rahoitusvaikeuksista ja

¹⁵⁴ Metsänhoidon suositukset, n.d.

¹⁵⁵ Woodward ym., 1998

¹⁵⁶ Müller ym., 2018

¹⁵⁷ Metsänhoidon suositukset, n.d.

¹⁵⁸ Pukkala ym., 2005

¹⁵⁹ Müller ym., 2014

¹⁶⁰ Kuusamon kaupungin ja Taivalkosken kunnan kärkitoimialojen kehityksenseuranta 2023

¹⁶¹ Työpaja 2: Ilmastonmuutokseen sopeutuminen Koillismaalla -hanke, 5.9.2024.

¹⁶² Asiantuntijahaastattelu 12.11.2024

kannattavuushaasteista¹⁶³. Lisäksi alueen pellot ovat pääosin turvepohjaisia, jotka vaativat enemmän toimenpiteitä, ja voivat muodostua haastavasti hyödynnettäviksi niiden maankäytön päästöjen vuoksi¹⁶⁴.

Koillismaalla maatalous käsittää maito- ja lihatiloja¹⁶⁵ sekä rehun tuotantoa näiden tilojen käyttöön. Alueen porotalous on olennainen osa paikallista kulttuuriperintöä. Koillismaan alueella sijaitsevat Akanlahden, Alakitkan, Hossa Irnin, Kallioluoman, Oivangin, Pintamon, Taivalkosken ja Tolvan paliskunnat¹⁶⁶. Lihantuotannon lisäksi poroja hyödynnetään osin myös matkailussa¹⁶⁷. Maa- ja porotalous sijoittuvat tasaisesti ympäri Koillismaata. Etäisyydet ovat pitkiä, mikä voi vaikuttaa yhteisten hankintojen, kuten biokaasulaitos, kannattavuuteen.

Kalatalous Koillismaalla sisältää sekä kalastuksen että vesiviljelyn toimijoita. Kalastus on Koillismaalla sekä ammattimaista toimintaa että paikallisille ja turisteille tarkoitettua vapaa-ajan aktiviteettia. Kalastuksessa hyödynnetään sekä jokia, lijoki ja Kitkajoki¹⁶⁸, että suuria järviä, kuten Kitkajärvi, Irnijärvi ja Kuusamojärvi¹⁶⁹. Kalojen kasvattamoina alueelta löytyy esimerkiksi Taivalkoskelta (Vääräniemen kala).

Alkutuotannon raaka-aineet kulkeutuvat paikallisille elintarvikejalostajille, kuten Kuusamon juustolle tai Kuusamon kalalle sekä ravintola- ja vähittäiskauppatoimijoille keskustaajama-alueille. Lisäksi raaka-aineita viedään myös muualle Suomeen. Elintarvikejalostajat tuottavat esimerkiksi maito- ja kalajalosteita myytäväksi paikallisesti, Suomeen ja kansainvälisille markkinoille.



Kuva 18. Alkutuotannon ja elintarvikejalostuksen arvoketjukuvaus sisältäen arvoketjun osat, joihin ilmastonmuutoksen vaikutukset voivat kohdistua.

¹⁶³ Asiantuntijahaastattelu 14.10.2024

¹⁶⁴ Asiantuntijahaastattelu 14.10.2024

¹⁶⁵ Kestävästi kehittyvät maatilat -hankehakemus

¹⁶⁶ Paliskuntain yhdistys, n.d.

¹⁶⁷ Paliskuntain yhdistys, n.d.

¹⁶⁸ Kuusamo, n.d. ja Visit Taivalkoski, n.d.

¹⁶⁹ Kuusamo, n.d.

Ilmastonmuutoksen vaikutukset tulevaisuudessa

Tietolaatikko 10: Yhteenvedo alkutuotantoon ja elintarvikejalostukseen kohdistuvista vaikutuksista

Kasvukausien lämpeneminen ja piteneminen mahdollistaa uusien eteläisempien viljelylajien käytön sekä parantaa rehuntuotannon edellytyksiä.

Ilmaston lämpeneminen on **riski poronhoitoelinkeinon tulevaisuudelle Koillismaalla.**

Vesistöjen lämpeneminen ja rehevöityminen **hyödyttävät kevätkutuisia kaloja. Lohikalat, kuten siika, puolestaan kärsivät.**

Kasvukausien lämpeneminen parantaa maatalouden rehuntuotannon omavaraisuutta ja luo mahdollisuuksia myös uusien eteläisempien viljelylajien käyttöönotolle Koillismaalla. Maatalouden yleisesti heikko kannattavuus sekä Koillismaan peltojen pieni koko ja hajanaisuus kuitenkin rajoittavat näiden mahdollisuuksien taloudellisesti kannattavaa hyödynnettävyyttä. Kesällä 2024 kasvukauden lämpösumma oli Koillismaalla ennätykselliset noin 1300 astepäivää, joka vastaa tyypillisiä Etelä-Suomessa 1900-luvun loppupuolella vallinneita kasvuolosuhteita. Vuosisadan puolivälin jälkeen tällaisten kesien arvioidaan Koillismaalla muuttuvan tyypilliseksi (kuva L5). Toisaalta yksittäisinä kylmimpinä kasvukausina olosuhteet vastaavat 1900-luvun lopun tyypillisiä kesiä arviolta vuosisadan puoliväliin asti. Kaikista voimakkaimmissa lämpenemisskenaarioissa esiintyy aivan vuosisadan lopulla jo yksittäisiä lämpimämpiä kasvukausia kuin mitä toistaiseksi on havaittu Etelä-Suomessa.

Porotaloudessa kaikki liittyy jollain tavalla säähän ja ilmastoon¹⁷⁰. Koillismaalla poronhoitoelinkeino on maantieteellisen alueensa eteläisillä rajoilla, ja ilmaston lämpeneminen on selvä riski elinkeinon tulevaisuudelle. Elinkeino tarvitsee sopeutumissuunnitelman tai ilmastotiekartan, ja paliskunnat sekä porotalousyrittäjät tarvitsevat tukea oman sopeutumisensa suunnitteluun¹⁷¹. Erityisesti porotaloudessa tulisi pyrkiä kohti suunniteltua, proaktiivista sopeutumistyötä ja sopeutumiskyvyn vahvistamista. Maankäytön suunnittelu on vahvimpia työkaluja, jolla porotalouden sopeutumista ilmastonmuutokseen voidaan tukea. Vaikeiden talvien varalle osataan jo varautua lisäruokinnalla, mutta tulevaisuudessa on varauduttava myös muiden vuodenaikojen vaikeisiin olosuhteisiin, kuten pitkiin hellejaksoihin kesällä.

Vesistöjen lämpeneminen ja rankkasateiden voimistumisen seurauksena kasvavat ravinneva-lumat kasvattavat vesistöjen biologista tuotantoa ja suosivat rehevöitymistä^{172 173}. Erityisen herkkiä rehevöitymiselle ovat pienet ja matalat järvet. Ahven, hauki, lahna ja särki viihtyvät hyvin lämpimissä ja rehevissä vesissä, ja ilmastonmuutoksen arvioidaan kasvattavan näiden kalalajien kantoja. Myös kuhan on arvioitu hyötyvän lämpenemisestä. Uusien kalalajien luonnonmukainen leviäminen etelämpää Suomesta ei sen sijaan ole kovin todennäköistä, koska

¹⁷⁰ Rasmus, 2022

¹⁷¹ Rasmus ym., 2023

¹⁷² Ilmasto-opas.fi, n.d.

¹⁷³ Silander ym., 2006

vesistöt eivät tarjoa helppoja leviämisreittejä¹⁷⁴. Suurin uhka ilmastonmuutos on lohikaloille, joille riittävän viileä vesi on elinehto^{175 176}. Lämpötilojen nousu saattaa heikentää niiden luontaista poikastuotantoa ja kasvattaa kantojen riippuvuutta istutuksista^{177 178}. Kalankasvatuslaitoksissa kohoava veden lämpötila voi lisätä tautiepidemioiden riskiä. Toisaalta kalojen kasvu voi nopeutua ja laitosten tuotanto kasvaa. Jäiden heikkeneminen talvella hankaloittaa talvi-
nuottapyyntiä, mutta toisaalta avovesikalastuskausi pitenee¹⁷⁹.

2.4.4 Matkailu

Toimialan arvoketjun kuvaus

Koillismaan alue on yksi Suomen matkailun kärkikohteista, houkutellen kotimaisia ja kansainvälisiä (pääosin Euroopasta) matkailijoita. Matkailu onkin metsä- ja puutoimialan ohella Koillismaalla merkittävä toimiala lähes 600 henkilön työllistävyydellä sekä 130 miljoonan euron liikevaihdolla¹⁸⁰. Matkailun toimiala on monipuolinen kattaen liikennepalvelut, majoitus- ja ravitsemistoiminnan, virkistyspalvelut sekä vähittäiskaupan. Koillismaalla sijaitsee myös 7500 kesämökkiä¹⁸¹. Matkailulla on vahvoja kytköksiä muihin toimialoihin. Se lisää Koillismaan tunnettua, mikä lisää alueen vetovoimaa potentiaalisten uusien asukkaiden tai yritysten silmissä. Lisäksi matkailun huippusesongilla logistiikkakustannukset esimerkiksi elintarvikejalostuksen toimijoille laskevat alueelle saapuvien matkailua palvelevien suurten rekkamäärien myötä¹⁸². Toisaalta esimerkiksi energiantuotanto- ja jakelu sekä liikenne ja logistiikka ovat kriittisiä toimialalle.

Koillismaan matkailu nojaa ympäri aluetta sijaitseviin luonnonmaisemiin, Oulangan ja Syötteen kansallispuistoihin sekä Ruka-Kuusamon ympärivuotiseen matkailualueeseen. Kansallispuistot ovat valtion omistuksessa ja Ruka-Kuusamon alueella toimii suuri määrä erikokoisia toimijoita, jotka tarjoavat erilaisia aktiviteetteja ympäri vuoden, suurimpana perheomisteisen Rukakeskus Oy:n laskettelukeskus¹⁸³. Rukalla järjestetään myös jokavuotisia suuria vierailijamääriä kerääviä tapahtumia, kuten FIS Ruka Nordic¹⁸⁴. Pääosa, noin 80 %, Kuusamon matkailijoista (rekisteröityjen yöpymisten määrällä laskettuna) saapuu Suomesta ja selvästi suosituin saapumisaika on talviesonki, eli joulukuusta huhtikuuhun – tänä aikana tehdään suurin osa

¹⁷⁴ Ilmasto-opas.fi, n.d.

¹⁷⁵ Raitaniemi ja Manninen, 2007

¹⁷⁶ Koli, 1990

¹⁷⁷ Maa- ja metsätalousministeriö, 2005

¹⁷⁸ Härmä, 2008

¹⁷⁹ Ilmasto-opas.fi, n.d.

¹⁸⁰ Kuusamon kaupungin ja Taivalkosken kunnan kärkitoimialojen kehityksenseuranta 2023

¹⁸¹ Asiantuntijahaastattelu: 16.5.2024

¹⁸² Työpaja 4: Ilmastonmuutokseen sopeutuminen Koillismaalla -hanke, 3.12.2024

¹⁸³ Ruka, n.d.

¹⁸⁴ Ruka, n.d.

vuoden liikevaihdosta¹⁸⁵. Lisäksi heinäkuu on suosittu kuukausi, mikä johtunee Suomen lomasesongista¹⁸⁶.

Matkailijat saapuvat Koillismaalle ensisijaisesti valtateitä 5 ja 20 pitkin henkilöautolla tai bussilla (noin 70 %) sekä toissijaisesti (noin 30 %, erityisesti kansainväliset matkailijat) Kuusamon lentoaseman kautta¹⁸⁷. Koillismaan alue on laaja, joten henkilöautot sekä erilaiset vuokraus-, leasing ja kuljetuspalvelut mahdollistavat matkailijoille vapaan liikkuvuuden alueella.

Koillismaalla yövytään hoteleissa, mökeissä ja muissa majoitusvaihtoehtoissa. Lisäksi alueella sijaitsee useita ravintoloita ja kahviloita, jotka tarjoavat esimerkiksi paikallisia raaka-aineita matkailijoille. Ruka on sekä majoitus että ravitsemistoiminnan näkökulmasta alueen ehdoton keskus. Majoitus- ja ravitsemistoimintaa omistavat suomalaiset ja kansainväliset yritykset, paikalliset toimijat sekä yksityishenkilöt.

Vähittäiskaupat ovat Koillismaalla keskittyneet Taivalkosken, Kuusamon ja Rukan keskustajiin¹⁸⁸. Lisäksi erityisesti valtateiden 20 ja 5 läheisyydessä on huoltoasemapalveluita. Suurin vähittäiskauppojen määrä on Keskolla (4 kpl) ja Koillismaan osuuskaupalla (5 kpl). Lisäksi Lidlillä on yksi kauppa Kuusamossa¹⁸⁹.

	Liikennepalvelut	Majoitus- ja ravitsemistoiminta	Virkistys- ja muut palvelut	Vähittäiskauppa
Avo-keiju	Liikenne ja logistiikka  Matkailijat saapuvat ja lähtevät henkilöautolla, bussilla tai lentokoneella. Logistiikka nojaa pääosin rekkakuljetuksiin.			
	Energiajakelun turvaaminen  Energiajakelun toimivuus on elintärkeää toimialan toimintakyvylle			
Ilmastonmuutoksen vaikutukset	Mihin ilmastonmuutoksen vaikutukset voivat kohdistua? - Henkilöautolla ajaminen - Lentomatkustaminen - Bussi- ja taksipalvelut - Kulkuneuvojen huoltaminen - Palvelut, kuten vuokraus- ja leasingtoiminta	Mihin ilmastonmuutoksen vaikutukset voivat kohdistua? - Sijoittuu erityisesti Ruka-Kuusamon alueelle - Majoitustoiminnan toiminta ja ylläpito (esim. hotellien energia-varmuus, IT ja terveyspalvelut) - Ravintoloiden toiminta ja ylläpito - Ruoan paikallisuus, valmistus, säilyttäminen ja tarjoilu - Kesämökkejä on alueella 7500	Mihin ilmastonmuutoksen vaikutukset voivat kohdistua? - Sijoittuu ympäri Koillismaata, erityisesti Ruka-Kuusamo sekä Syöteen ja Oulangan kansallispuistot - Matkasuunnittelu palveluna - Aktiviteettien järjestäminen (retket, konsertit, tapahtumat, nähtävyydet, harrastukset erityisesti liittyen luontoon)	Mihin ilmastonmuutoksen vaikutukset voivat kohdistua? - Sijoittuu erityisesti keskustajamiin: Kuusamo, Ruka, Taivalkoski sekä valtateiden 5 ja 20 varteen. - Elintarvikkeet - Pesuaaineet ja hygieniatuotteet - Paperi- ja painotuotteet - Huoltoasemapalvelut - Muut tuotteet, mm. rautakauppatuotteet

Kuva 19. Matkailun ekosysteemikuvaus sisältäen ekosysteemin osat, joihin ilmastonmuutoksen vaikutukset voivat kohdistua. Matkailun osalta puhutaan ekosysteemistä, sillä kuvassa esitetyt osa-alueet eivät ole raaka-aineen näkökulmasta yhteydessä toisiinsa – vaikkakin niillä on merkittävä vaikutus toistensa toimintaedellytyksiin.

Ilmastonmuutoksen vaikutukset tulevaisuudessa

¹⁸⁵ Visitory, majoitustilastot ja matkailutilastot, maaliskuu 2023 – helmikuu 2024, Työpaja 4: Ilmastonmuutokseen sopeutuminen Koillismaalla -hanke, 3.12.2024

¹⁸⁶ Visitory, majoitustilastot ja matkailutilastot, maaliskuu 2023 – helmikuu 2024

¹⁸⁷ Visitory, majoitustilastot ja matkailutilastot, maaliskuu 2023 – helmikuu 2024

¹⁸⁸ SOK, n.d. ja Kesko, 2024

¹⁸⁹ LIDL, n.d.

Tietolaatikko 11: Yhteenvedo matkailuun kohdistuvista vaikutuksista

Lumentulon ajankohta siirtyy keskimäärin myöhäisemmäksi, samoin lumipeitteen katoaminen keväällä aikaisuu. Alkupalven lumitilanne muuttuu epävarmemmaksi, mutta keskitalvella lumivarmuus säilyy hyvällä tasolla.

Lauhat ja jopa vesisateiset jaksot tulevat jonkin verran yleistymään kuitenkin myös keskitalvella.

Koillismaan alueen lumivarmuus voi olla alueen talvimatkailulle kilpailuvaltti suhteessa Etelä-Suomen tai Keski-Euroopan hiihtokeskuksiin.

Pidemmällä aikavälillä **lumitilanteen heikentyminen Etelä-Suomessa on uhka talvilajien harrastajamäärille**, yhdessä ikäluokkien pienenemisen kanssa.

Kesällä **Koillismaan suhteellinen viileys voi olla alueen matkailulle kilpailuvaltti.**

Lumentulon ajankohdan siirtymisen myöhäisemmäksi arvioidaan muuttavan Koillismaan alueella alkupalven lumitilanteen aiempaa epävarmemmaksi. Tämä koskee ennen kaikkea maras-joulukuuta. Tammikuusta maaliskuuhun lumivarmuus säilyy hyvällä tasolla. Kaikista voimakkaimmissa lämpenemisskenaarioissa vähälumiset ajanjaksot alkavat vuosisadan lopulla kuitenkin yleistyä myös keskitalvella. Joka tapauksessa keskitalvella yleistyvät lauhat ja vesisateiset jaksot, millä voi olla vaikutusta esimerkiksi reitistöjen kunnossapitoon. Keväällä lumipeitteen keskimääräisen katoamisajankohdan arvioidaan aikaistuvan ja siirtyvän vähitellen toukokuun alkupuolelta huhtikuun puolelle. Myöhäisinä pääsiäisinä ei vuosisadan puolivälin jälkeen ole enää välttämättä aina lunta.

Sopeutumiskeinoina Koillismaan alueen matkailuyrityksissä on jo kehitetty vaihtoehtoisia aktiviteetteja lumesta riippuvaisille toiminnoille sekä muiden vuodenaikojen kuin talven toimintaa¹⁹⁰. Vesistöjen jäätyminen muuttuessa yhä epävarmemmaksi talvimatkailureitistöt on ajankohtaista saada kuivalle maalle ja turvallisten vesistöylitysten rakentamiseen tulee kiinnittää huomiota¹⁹¹. Toisaalta lumivarmuus voi olla myös Koillismaan matkailun kilpailuvaltti suhteessa Keski-Euroopan hiihtokeskuksiin, missä lumen määrän odotetaan vähenevän merkittävästi¹⁹². Myös Etelä-Suomessa lumen määrä vähenee paljon enemmän ja nopeammin kuin Koillismaalla, mikä voi toisaalta houkuttaa kotimaan matkailijoita pohjoiseen, mutta voi toisaalta vähentää myös talviurheilulajien suosiota¹⁹³, yhdessä pienenevien ikäluokkien kanssa¹⁹⁴. Vastaavasti kesällä Pohjolan viileys voi houkuttaa ulkomaisia matkailijoita Etelä- ja Keski-Euroopan kesien muuttuessa tukalan kuumiksi.

Pitkällä aikavälillä matkailun ilmastovaikutuksia kompensoiva hiilikompensaatiokauppa on tunnistettu matkailutoiminnan imagoon liittyväksi kilpailueduksi. Hiilikompensaatiotoiminta voi tarjota myös taloudellisia liiketoimintamahdollisuuksia, ja paikallisesti toteutettuna sillä voidaan kehittää alueen elinvoimaa. Koillismaan alueella potentiaalisiksi

¹⁹⁰ Liira, 2015

¹⁹¹ Heikkinen, 2010

¹⁹² Yeoman, 2008

¹⁹³ Yle, 2019

¹⁹⁴ Tilastokeskus, 2021

kompensaatiovaihtoehtoiksi on tunnistettu maisemallisesti arvokkaiden metsien suojele, kiertoaikojen pidentäminen osassa metsiä sekä turvemaiden tuhkalannoitus¹⁹⁵.

2.4.5 Liikenne ja logistiikka

Toimialan arvoketjun kuvaus

Liikenteellä ja logistiikalla viitataan siihen, miten ihmiset, tavarat ja palvelut siirretään paikasta toiseen Koillismaalla. Koillismaan toimialojen kannalta olennaisimmat liikennevälineet ovat rekat, henkilöautot, bussit, lentokoneet ja laivat. Toki muitakin laitteita, kuten veneitä tai traktoreita käytetään erityisesti alkutuotannossa tuotteiden ja raaka-aineiden siirtoon.

Sijaintinsa vuoksi Koillismaa on täysin riippuvainen kumipyöräliikenteestä, eli rekoista, henkilöautoista ja busseista. Lähes kaikki alueen logistiikka kulkee valtateitä 20 ja 5 pitkin joko perille tai satamaan kansainvälistä kuljetusta varten. Matkailijat saapuvat Koillismaalle pääosin valtateitä pitkin henkilöautolla tai linja-autolla¹⁹⁶. Lisäksi yhteensä 62 000 henkilöä, joista 50 % kansainvälisiä matkailijoita saapui lentäen Kuusamon vuosien 2023–2024 aikana.

Valtatiet ovat valtion omistuksessa ja siten valtion huoltovastuulla. Ne ovat tällä hetkellä pääosin hyvässä kunnossa ja tulevaisuudessakin toimivat logistiikka- ja liikennejärjestelmät ovat elintärkeitä jokaisen alueelle tärkeän toimialan kannalta¹⁹⁷.

Ilmastomuutoksen vaikutukset tulevaisuudessa

Tietolaatikko 12: Yhteenvedo liikenteeseen ja logistiikkaan kohdistuvista vaikutuksista

Talvella lauhtuminen, nollan molemmin puolin vaihtelevien lämpötilojen yleistymisen ja kosteiden olosuhteiden yleistymisen **vaikuttavat tienpitoa ja lisäävät tienpintojen kulumista.**

Rankkasateiden voimistuminen kesällä **lisää sorateiden kulumista.**

Roudan väheneminen **lisää hoito- ja ylläpitotöiden tarvetta.**

Perämerellä jäätalvi lyhenee ja jään määrä vähenee, mutta jääkentän liike **lisääntyy.** Ahtojäät tuskin vähenevät.

Liikenneväylien ylläpidossa ilmastomuutoksen mukanaan tuomat vaikutukset liittyvät muun muassa rankkasateiden voimistumiseen ja talvien lauhtumiseen¹⁹⁸. Talvien leudontuessa nollan molemmin puolin vaihtelevat lämpötilat yleistyvät keskitalvella ja myös keskitalven vetiset suojasääjaksot yleistyvät Koillismaankin alueella. Vetiset soratiet ovat vaikeita hoitaa, ja talvella kosteus on ongelma myös päällystetyillä teillä, sillä päällyste reikiintyy helposti vaihtelevassa kelissä. Alemmalla tieverkolla syystalven kelirikko voi yleistyä. Pitkän aikavälin varautumisessa sorateillä korostuu myös materiaalien käyttö ja laatu¹⁹⁹. Ilmatieteen laitoksen

¹⁹⁵ Simkin ym., 2023

¹⁹⁶ Visitory, majoitustilastot ja matkailutilastot, maaliskuu 2023 – helmikuu 2024

¹⁹⁷ Työpaja 4: Ilmastomuutokseen sopeutuminen Koillismaalla -hanke. 3.12.2024

¹⁹⁸ Lehtonen ym., 2024

¹⁹⁹ Liikennevirasto, 2014

tiesäämallilla tehtyjen simulaatioiden mukaan ilmaston lämmitessä eniten yleistyvät kuivat tienpinnan olosuhteet, mutta myös kosteat ja märät olosuhteet yleistyvät, kun taas lumiset ja jäiset keliolosuhteet muuttuvat aiempaa harvinaisemmiksi²⁰⁰.

Perämerellä jään määrän ennakkoidaan edelleen vähenevän ja jäätalven keskimääräisen keston lyhenevän muutamia päiviä vuosikymmentä kohti^{201 202 203 204}. Vuosisadan puolivälissä yleistyvät talvet, jolloin Perämeri ei jäädy kauttaaltaan, mutta ainakin rannikkoalueilla jäätä esiintyy yhä joka talvi. Myös merijään keskimääräinen paksuus ohenee. Yhtenäisen jääpeitteen väheneminen lisää mahdollisuutta jään ajelehtimiseen ja jäätilanteen nopeaan vaihteluun. Joissakin tutkimuksissa myös tuulisuuden ja virtausten muutosten on arvioitu voivan kasvattaa jääkentän liikettä.

2.5 Yhteenveto ilmastonmuutoksen vaikutuksista Koillismaalla

Taulukossa 5 esitetään asiantuntija-arvioon perustuva yhteenveto Koillismaan alueen sää- ja ilmastotekijöissä odotettavissa olevista muutoksista kuluvan vuosisadan puoliväliin mennessä.

Taulukko 5. Sää- ja ilmastotekijöiden arvioituja muutoksia Koillismaalla nykyhetkestä 2050-luvulle asti.

++	Lisääntyy/kasvaa huomattavasti	+	Lisääntyy/kasvaa	/	Ei juuri muutosta	
--	Vähenee huomattavasti	-	Vähenee			
Muuttuja	Talvi	Ke- vät	Kesä	Syksy	Vuosi	Havaitut muutokset ja huomioita
Keskilämpötila	++	+	+	+	++	Jakso 1991–2020 oli noin 1,2–1,6 °C lämpimämpi kuin jakso 1961–1990.
Sademäärä	+	+	/	+	+	Jakson 1991–2020 sademäärä oli noin 1 % suurempi kuin jakson 1961–1990.

²⁰⁰ Freistetter ym., 2022

²⁰¹ Lehtonen ym., 2024

²⁰² Gregow ym., 2021

²⁰³ Höglund ym., 2017

²⁰⁴ Luomaranta ym., 2014

Auringonsäteily	-	/	+	/	+	Koillismaan alueella ei ole auringonsäteilyn mittausasemaa.
Pilvisyys	+	/	-	/	/	Pilvisyyden määrästä ei ole vertailukelpoista havaintoajasarjaa.
Tuulen nopeus	/	/	/	/	/	Keskituulen nopeus on pysynyt ennallaan tai heikentynyt hieman.
Lumensyvyys	/	-	/	-	-	Lumipeitteen tuloajankohta on alueen lounaisosassa hieman viivästynyt.
Roudan määrä	-	-	/	--	-	
Suhteellinen ilmankosteus	+	+	/	+	+	Jaksolla 1991-2020 0-2 %-yksikköä suurempi kuin jaksolla 1961-1990.
Termisen vuodenajan pituus	-	/	+	/	/	
Pakkaspäivien määrä	-	-	-	-	-	
Hellepäivien määrä	/	+	+	/	+	
Lämpötilan nol-lan-ohituspäivien määrä	+	-	-	-	/	Vuorokauden ylin lämpötila > 0 °C ja alin lämpötila < 0 °C
Sadepäivien määrä	+	+	/	+	+	
Rankkasateiden voimakkuus	+	+	+	+	+	Rankimpien sateiden arvioidaan voimistuvan 1,2-1,6-kertaisesti ennen vuotta 2100.

3 Toimialojen valmius kohdata ilmastonmuutoksen vaikutukset

3.1 Energiantuotannon ja -jakelun SWOT

Vahvuudet

Koillismaan alueen energiantuotanto ja -jakelutoimiala muodostaa tiiviin verkoston, jossa toimijat tuntevat toisensa, mikä luo mahdollisuuden tehokkaalle yhteistyölle. Tämä yhteistyö voi parantaa resurssien käyttöä ja mahdollistaa innovatiivisten energiaratkaisujen kehittämisen, jotka hyödyttävät koko aluetta. Kuubion teollisuusalue tarjoaa erinomaisia mahdollisuuksia tulevien toimintojen symbioosille. Tämä voi edistää innovatiivisten ratkaisujen syntyä, jotka parantavat alueen kilpailukykyä.

Koillismaan alueella hyödynnetään jo omavaraisuutta lisäävää metsä- ja puutoimialan sivuvirtoja, vaikka tällä hetkellä sivuvirtojen saatavuus ei täysin vastaa kysyntää²⁰⁵. Koillismaalla sijaitsee myös omaa säätövoimaa, kuten Soilun vesivoimala ja alueen säädellyt järvet, jotka ovat merkittäviä voimavaroja energijärjestelmän vakauden kannalta, vaikkakin hyödyt realisoituvat pitkälti naapurikunnissa lijoen alajuoksulla sekä kansallisella tasolla.

Koillismaan keskustaajamien sähkö- ja lämpöverkot ovat osin suojassa sään vaikutuksilta sähköverkon maakaapelointien sekä kaukolämpöverkon vuoksi. Tämä on tärkeää niin asukkaiden kuin teollisuudenkin toiminnan kannalta, ja se mahdollistaa myös uusien energiaratkaisujen, kuten uusiutuvan energian, tehokkaan integroinnin myös muuttuvassa ilmastossa. Koillismaan haja-asutusalueella yksittäisillä yrityksillä ja asukkailla on käytössään omavaraisuutta lisääviä sähkön ja lämmöntuotantokeinoja (puu ja pellettilaitokset)²⁰⁶.

Heikkoudet

Koillismaan alueen energiantuotanto ja -jakelutoiminta kohtaa useita haasteita, jotka rajoittavat sen kehittämistä ja kasvua. Sähköverkon nykyinen sähkönsiirtokapasiteetti ei esimerkiksi mahdollista merkittävää energiantuotannon lisäämistä²⁰⁷. Samoin itärajan läheisyys sekä Puolustusvoimien tarpeet ja turvallisuuskäsitteet luovat rajoitteita tuulivoiman rakentamiselle alueelle²⁰⁸. Samoin Venäjän hyökkäyssodan jälkeisen geopoliittinen tilanne voi hidastaa energiainvestointeja Koillismaan alueelle²⁰⁹.

²⁰⁵ Työpaja 3: Ilmastonmuutokseen sopeutuminen Koillismaalla, 16.10.2024

²⁰⁶ Työpaja 3: Ilmastonmuutokseen sopeutuminen Koillismaalla, 16.10.2024

²⁰⁷ Työpaja 2: Ilmastonmuutokseen sopeutuminen Koillismaalla, 5.9.2024

²⁰⁸ Puolustusvoimat, n.d.

²⁰⁹ Pohjois-Karjalan maakuntaliitto, 2022

Koillismaan keskustaajamien kaukolämpöverkot ovat osin riippuvaisia muualta tuotavista fossiilisista polttoaineista, mikä saattaa ne alttiiksi myös logistiikkaa koskeville ilmatorisille. Koillismaan sijainti, laajuus ja pieni asukastiheys on myös otettava huomioon energijärjestelmän suunnittelussa ja investoinneissa. Pienellä väestöpohjalla varustetun alueen energiatarpeet voivat olla haasteellisia täyttää, ja infrastruktuurin kehittäminen voi olla taloudellisesti kestäväntä erityisesti, kun alueen monet energia-alan toimijat ovat keskivertoa pienempiä.

Ilmastomuutoksen mahdollisuuksien hyödyntäminen ja uhkien torjuminen

Ilmastomuutoksen vaikutusten tuomina mahdollisuuksina Koillismaalla voidaan pitää aurinkoenergiatuotannon potentiaalin hienoista kasvua. Tämä voi tukea uusiutuvan energian määrän kasvattamista sekä suurempaa energiaomavaraisuutta alueella, esimerkiksi paikallisemalla energiantuotannolle haja-asutusalueilla.

Tuulivoiman tuotantopotentiaalin arvioidaan säilyvän likimain ennallaan, koska ennustetut muutokset tuulisuudessa ovat tulevana vuosikymmeninä Koillismaalla vähäisiä. Kuitenkin jäätävien olosuhteiden yleistyminen talvella voi heikentää tuulivoiman tuotantoa. Koillismaan alueelle on suunnitteilla tuulivoiman tuotantoa, mikä lisääisi alueen uusiutuvan energian tuotannon määrää. Sähkönsiirtoresurssien rajallisuuden vuoksi merkittävä tuulivoiman lisääminen tai muu vahvaa sähköverkkoa tarvitsevan toiminnan (esim. datakeskuksen²¹⁰) tuominen alueelle voi osoittautua haasteelliseksi.

Kokonaisuutena vesivoiman merkitys heikkotuulisen ajan säätövoimana kasvaa entisestään tuulivoiman tuotannon lisääntyessä. Sateiden arvioidaan Koillismaan alueella keskimäärin jonkin verran lisääntyvän, mikä voi kasvattaa vesivoiman tuotantomahdollisuuksia. Nykyisellään vesivoiman tuotantokapasiteetti on pääosin lijoen alajuoksulla. Vesivoiman lisäämisessä voidaan jo etukäteen huomioda vesien muun käytön mahdollistavat sekä ekologisen tilan säilyttämiseen tai parantamiseen tähtäävät innovatiiviset vesivoimaratkaisut²¹¹.

Metsätuhojen on ennakoitu Suomessa lisääntyvän, muun muassa puita ankkuroivan roudan vähenemisen, kesän rajuilmojen mahdollisen voimistumisen, lumikuormien, metsäpalojen ja kirjanpainajatuhon lisääntymisen seurauksena. Lisääntyvät metsätuhot voivat aiheuttaa epävakautta puumarkkinoille, mikä vaikuttaa myös energiantuotantoon.

Ilmaston lämpenemisen seurauksena kaikkein kylmimpien lämpötilojen ennustetaan lauhtuvan, mikä vähentää lämmitystarvetta ja tasaa sähkön kulutushuippuja talvella. Toisaalta keuhkoihin viilennystarpeen kasvu luo uusia tarpeita energijärjestelmän kehittämiselle.

Caruna Oy on säävarmentanut alueen jakeluverkkoa maakaapeloinneilla. Ilmajohtoverkko on kuitenkin yhä alttiina tuuli- ja lumituhoille. Kesän rajuilmojen olosuhteiden mahdollisten

²¹⁰ Lapin Kansa, 2024

²¹¹ Moran ym., 2018

yleistymisten sekä metsien lumituhojen seurauksena ilmajohtoverkolle voi ilmetä aiempaa enemmän huoltotarpeita, mikä näkyy suoraan Koillismaan alueen asukkaiden elämässä sekä taloudellisessa toiminnassa.

3.2 Metsä- ja puutoimialan SWOT

Vahvuudet

Koillismaan alueella on pitkä metsä- ja puutoimialan historia, minkä johdosta alueelle on muodostunut paljon metsäalan osaamista sekä laaja metsätoimijoiden verkosto metsänomistajista metsänhoitopalveluita tarjoaviin yrityksiin sekä puutuotteiden jalostajiin. Verkostot, kuten puuyhdistys, MTK, metsänhoitoyhdistys sekä Metsäkeskus kokoavat yhteen alueen toimijat ja edistävät yhteisiä hankkeita sekä toimialan sisällä että poikkitoimialaisesti. Uusien hankkeiden avaukset ja potentiaaliset investoinnit tuovat mukanaan uusia mahdollisuuksia ja innovaatioita, erityisesti toimialan sivuvirtojen tehokkaassa hyödyntämisessä.

Yksi alueen merkittävimmistä vahvuuksista on raaka-aineen läheisyys. Koillismaan metsät tarjoavat runsaasti korkealaatuista puuraaka-ainetta, mikä vähentää kuljetuskustannuksia ja mahdollistaa tehokkaan tuotannon.

Nykyisellään alueen metsänomistajapooli on monipuolinen, ja suurimmat metsänomistajaryhmät koostuvat yksityisistä henkilöistä, valtiosta sekä yhteismetsistä. Tämä monimuotoisuus tuo mukanaan erilaisia näkökulmia ja toimintatapoja, jotka rikastuttavat alueen metsäteollisuuden ekosysteemiä.

Metsä- ja puutoimialan sesonkiluontoisuuteen on vastattu sillä, että yhteistyössä oppilaitosten kanssa alan työntekijöitä on koulutettu myös sesonkiluontoiselle matkailualalle²¹². Koulutus avaa mahdollisuuksia ympärivuotiselle työllistymiselle alueella ja siten lisää työvoiman pysyvyyttä.

Heikkoudet

Toimialan sivuvirtojen jatkojalostus on toistaiseksi vähäistä. Osaaminen, yhteistyö ja resurssit on tunnistettu kehitettäviksi ominaisuuksiksi jalostusasteen nostamiseksi ja puuresurssien tehokkaammaksi käyttämiseksi. Uudet innovaatiot tai uusiin kestäviin käytäntöihin siirtyminen voi vaatia suuria investointeja, mikä on erityisen haastavaa pienemmille toimijoille.

Puun jalostajat valmistavat tuotteita erityisesti suhdanneherkän rakennusteollisuuden käyttöön, jolloin markkinoiden ailahtelevaisuus ja muutosherkkyys luovat epävarmuutta tilauskantaa. Lisäksi venäläisen puun ostojen päättyttyä puunhankinta-alue on merkittävästi supistunut.

²¹² Työpaja 3: Ilmastonmuutokseen sopeutuminen Koillismaalla, 16.10.2024

Toimialalla työskentely erityisesti metsänhoidollisten toimenpiteiden parissa on sesonkiluontoista ajoittuen routa-ajanjaksolle ja kesälle, mikä on johtanut osittaiseen työvoimapulaan, työvoiman vaihtuvuuteen ja työvoiman saatavuuden epävarmuuteen.

Toistaiseksi toimijoiden tietoisuus ilmastonmuutoksen vaikutuksista sekä niihin sopeutumisesta on rajallista, mikä heikentää alueen kykyä vastata ketterästi muuttuviin olosuhteisiin. Ilmastonmuutosta kohtaan on edelleen myös olemassa osittaisia ennakoasenteita, jotka voivat estää proaktiivista varautumista ja mahdollisuuksien hyödyntämistä alalla. Alueella on myös havaittavissa puutetta taloudellisesti kannattavasta yhteistyöstä "kilpailevien naapureiden" kanssa, mikä voi rajoittaa toiminnan sekä kannattavuuden parantamista, että ilmastonmuutokseen sopeutumista.

Tällä hetkellä on alueella tunnistettu trendi, jossa suuret metsäpalstat, joita on myynnissä (+50 ha), siirtyvät usein suurten Koillismaan ulkopuolisten rahastojen omistukseen, mikä voi heikentää paikallisten toimijoiden vaikutusmahdollisuuksia ja lisätä alueen taloudellista riippuvuutta ulkopuolisista toimijoista²¹³. Samoin on nähty, että metsien siirtyminen suurten institutionaalisten sijoittajien käsiin saattaa johtaa suuriin hakkuisiin, mikä heilauttelee puumarkkinoita.

Ilmastonmuutoksen mahdollisuuksien hyödyntäminen ja uhkien torjuminen

Ilmastonmuutoksen seurauksena Koillismaan metsien kasvu voi kiihtyä, mikä yhdessä alan uusien teknologioiden kanssa parantaa puuntuotannon tehokkuutta ja tekee alueesta entistä houkuttelevamman puuraaka-aineen toimittajana. Samalla mahdolliset metsätuhot Etelä-Suomessa parantavat Koillismaan suhteellista asemaa. Korkealaatuinen puuraaka-aine (pittempi oksaväli metsän kasvun kiihtyessä tuottaa sahateollisuudelle sopivampaa tuotetta) yhdistettynä metsäteollisuuden sivuvirtojen tehokkaaseen hyödyntämiseen voi avata ovia uusille innovaatioille ja lisätuloille. Tässä uudet innovatiiviset hankeavaukset sekä aktiivinen toimijaverkosto ovat avainasemassa.

Tiivis yhteistyö paikallisten toimijoiden välillä eri yhteistyöryhmissä luo synergiaa, joka voi tehostaa ilmastonmuutokseen liittyvää sopeutumista sekä kasvattaa toimialan elinvoimaa. Osittainen naapurikateus saattaa ehkäistä taloudellisesti järkevän yhteistyön syntyä. Myös monipuolinen osin paikallinen metsänomistajapooli tuo mukanaan erilaisia näkökulmia ja resursseja, joiden avulla voidaan kehittää alueellista metsänkäyttöä, kestäviä käytäntöjä, vaihtoehtoisia liiketoimintamalleja (esim. metsän vuokraaminen metsästysmatkailuun) ja hyödyntää myös tukiohjelmia suojelun ja ennallistamisen lisäämiseksi. Suurten metsäpalstojen siirtymisen osin paikallisilta omistajilta institutionaalisten sijoittajien hallintaan voi vähentää alueellisesti koordinoitua paikallisen kehittämisen mahdollisuuksia.

²¹³ Työpaja 3: Ilmastonmuutokseen sopeutuminen Koillismaalla, 16.10.2024

Työvoimapula, työvoiman vaihtuvuus, toimijoiden resurssien rajallisuus ja toimialan suhdanneherkkyys voivat rajoittaa mahdollisuuksia toteuttaa investointeja ja innovaatioita tai jalkauttaa kestävämpiä käytäntöjä. Samalla ennakoasenteet ilmastonmuutosta kohtaan tai rajallinen tietoisuus ilmastonmuutoksen vaikutuksista heikentävät sopeutumista muuttuviin olosuhteisiin. Kouluttamisella voidaan vastata useampaan näistä haasteista. Työntekijöiden kouluttaminen työskentelemään myös matkailualalla avaa mahdollisuuksia ympärivuotiselle työllistymiselle alueella ja siten lisää alueen houkuttelevuutta potentiaaliselle työvoimalle.

Routajakson lyhentyminen vaikeuttaa puun korjuuta etenkin syystalvella, sekä kasvattaa juuristovaurioiden ja juurikäävän leviämisen riskiä. Sahat eivät vastaanota puuta rospuuttoaikana (noin toukokuun puolivälissä). Tämä johtaa siihen, että hakkuut ajoittuvat yhä tiiviimmälle ajanjaksolle keski- ja kevättalvelle. Kesällä lintujen pesimäaika rajoittaa hakkuita ja toisaalta, mikäli korjuutyöt tehtäisiin kesällä, niin puut tulee siirtää nopeasti eteenpäin jalostukseen mm. tuhohyönteisten ja kasvitautien leviämisen estämiseksi. Säätilojen hankalampi ennustettavuus vaikuttaa myös työntekomahdollisuuksiin metsissä. Nämä muutokset vaikuttavat puun korjuuaikatauluihin ja siten koko arvoketjuun raaka-aineen saatavuuden kautta. Alan kausiluontoisuus voi lisääntyä, mikä puolestaan vaikuttaa työvoiman saatavuuteen.

Metsätuhojen on ennustettu lisääntyvän Suomessa, muun muassa tuuli, lumi, metsäpalo ja kirjanpainajatuhojen seurauksena. Lisääntyvät metsätuhot voivat aiheuttaa epävakautta puumarkkinoille, mikäli tapahtuu suuria ja laaja-alaisia tuhoja, joiden jäljiltä markkinoille tulee runsaasti tuhopuustoa, kuten Paula-rajuilman jälkeen kesällä 2021. Tuote-, prosessi- ja rahoitusinnovaatiot (esim. uudenlaiset vakuutusratkaisut), jotka luovat edellytyksiä hyödyntää tätä puustoa tehokkaasti mahdollistavat arvonlisäystä alueelle metsätuhojenkin keskellä.

Metsä- ja puutoimialalla useat merkittävät ja samanaikaiset murrokset luonnon monimuotoisuuden teeman kasvussa, ilmastonmuutoksen hillinnässä (hiilinielut ja -varastot) ja ilmastonmuutokseen sopeutumisessa aiheuttavat epävarmuutta alan toimijoille. Proaktiivinen varautuminen ja tiedon jakaminen ovat avaintekijöitä, joiden avulla alue voi vahvistaa asemaansa metsä- ja puutoimialan keskiössä myös tulevaisuudessa.

3.3 Alkutuotannon ja elintarvikejalostuksen SWOT

Vahvuudet

Koillismaan alkutuotanto perustuu maito- ja lihakarjaan, viljeltyyn ja villiin kalaan sekä porotalouteen. Alueen merkittävimmät elintarvikejalostuksen toiminnot perustuvat alueellisen alkutuotannon tuotteisiin, esimerkiksi maitotuotteisiin ja kalajalosteisiin. Siten alkutuotannon vahvuudet, heikkoudet, mahdollisuudet ja uhat heijastuvat suoraan elintarvikejalostukseen.

Eläimet ovat usein sopeutumiskykyisiä ilmaston ja ympäristön hitaaseen muuttumiseen, mikä parantaa toimialan sopeutumista muutoksiin. Lähtötilanne Koillismaalla on hyvä: esimerkiksi tällä hetkellä poroilla on hyvät elinolosuhteet, ja alueen lumipeite sekä vuodenaikojen vaihtelu tukevat eläinten hyvinvointia. Koillismaan alueen vesistöjen kalakannat ovat elinvoimaisia, kalastettavien vesistöjen määrä suuri ja kunto hyvä. Koillismaan alueen raaka-aineiden puhtauden imago kumpuaa näistä lähtökohdista.

Koillismaalla on jo tällä hetkellä vesiviljelyä, mutta alan kasvupotentiaali on tunnistettu. Vuodenaikojen vaihtelut sekä viileät kesät, vapaus merialueita riivaavista kalataudeista sekä lievät jää- ja myrskytuhot luovat hyvät edellytykset alan kestäväälle kasvattamiselle. Koillismaan alueella on myös hyvä julkisten kalasatamien infrastruktuuri, mikä omalta osaltaan ylläpitää kalastuselinkeinoa sekä helpottaa uusien tekijöiden alalle tuloa.

Toimialan proaktiivinen lähestymistapa ilmastonmuutokseen, yhteistyössä tutkimusorganisaatioiden kanssa, osoittaa elinkeinon valmiuden kehittää toimintamallejaan ja sopeutua muuttuviin olosuhteisiin. Tämä ilmentyy uusissa hankkeissa ja käytännöissä²¹⁴. Yhteistyöverkostot alkutuotannon toimijoiden kesken sekä laajemmalla alueella toimivat verkostot, kuten Proagria ja MTK, edistävät yhteistyötä ja osaamisen levittämistä alueella.

Heikkoudet

Alkutuotannon toimijat ovat pääosin paikallisia ja pienikokoisia – ja esimerkiksi maataloudessa toimijoiden määrä on vähentynyt vuosittain – minkä vuoksi toimijoilla on usein rajalliset resurssit käytössään. Tällä hetkellä esimerkiksi Koillismaalla ei ole käytössä leikkupuimureita²¹⁵. Elinkeinojen kehittäminen ja sopeutuminen voivat vaatia merkittäviä pääomia, joita ei aina ole saatavilla. Tämä saattaa estää uusien innovaatioiden ja teknologioiden käyttöönottoa, mikä puolestaan hidastaa alueen kehitystä ja estää sopeutumista. Lisäksi uusien toimijoiden alalle tulon esteinä esimerkiksi kalatalousalalla koetaan koulutusmahdollisuuksien puuttuminen Koillismaalta.

Osalla Koillismaan toimijoista on edelleen haasteita tunnistaa ilmastonmuutos olennaiseksi kehityshaasteeksi, johon tarttuminen on mahdollista käynnistää myös pienin ja konkreettisin askelin. Tällaiset asenteet yhdistettynä rajalliseen tietoisuuteen sopeutumistoimista, ja varsinkin niiden hyödyistä ja toteuttamistavoista voivat hidastaa sopeutumistoimia ja vähentää alueen valmiutta kohdata tulevia haasteita erityisesti vahvasti sääolosuhteista riippuvaisella alkutuotannon alalla. Vaikka maataloudessa yhteistyöverkostoja ja kommunikointia tuottajien välillä on olemassa, taloudellisesti kannattavassa ja kilpailukykyä parantavassa yhteistyössä naapuritoimijoiden kanssa on parantamisen varaa. Tiedon jaon ja koulutusmahdollisuuksien lisääminen voivat samanaikaisesti kehittää kestäviä liiketoimintatoimintamalleja ja vahvistaa

²¹⁴ Esimerkiksi Naturpolis Oy:n Kestävästi kehittyvät maatilat -hanke tai Sarvet ja saporot kiertoon -hanke. Naturpolis, n.d.

²¹⁵ Asiantuntijahaastattelu, 14.10.2024

toimijoiden kykyä sopeutua jatkuvasti muuttuviin ilmastollisiin olosuhteisiin, tunnistaen yhteistyön hyödyt monien sopeutumistoimien toteuttamisessa.

Maatalous Koillismaalla perustuu maito- ja lihateollisuuteen, joiden kysyntään vaikuttavat voimakkaasti muuttuvat ravinto- ja ruokailutrendit. Tämä luo epävarmuutta tulevaisuuden tuotantomalleille ja saattaa vaikuttaa elinkeinon kannattavuuteen. Lisäksi suurin osa Koillismaan peltoalasta koostuu päästöjä aiheuttavista turvepelloista, jotka ovat olleet esillä yhteiskunnallisessa keskustelussa²¹⁶ ja joiden päästöjen hillitsemiseen ollaan kehittämässä toimia²¹⁷.

Ilmastomuutoksen mahdollisuuksien hyödyntäminen ja uhkien torjuminen

Alueen vahvuudet tarjoavat hyvät lähtökohdat vastata muuttuviin olosuhteisiin. Alueen tilanne erityisesti maanviljelyn osalta voi parantuakin, kun ilmastomuutoksen myötä kasvukaudet lämpenevät. Tällöin alueella voidaan viljellä uusia arvokkaampia eteläisempiä lajikkeita, kuten viljoja ja kasvisproteiinia – uusissa innovaatioissa hanketyöllä ja yhteistyöverkostoilla on suuri merkitys. Lisäksi Koillismaan alueella olisi mahdollista yhä omavaraisemmin viljellä rehua liha- ja maitoteollisuuden käyttöön. Koillismaan suhteellinen asema alkutuottajana voi myös parantua, erityisesti jos viljelyolosuhteet huononevat Euroopassa ja Etelä-Suomessa. Toimialan heikkoudet, kuten rajallinen tieto ilmastomuutoksen vaikutuksista sekä toimijoiden koko voivat vaikeuttaa sopeutumistoimia.

Ilmastomuutoksen myötä sääilmiöiden vaikutusten ennakoitavuus heikkenee, kun kohdataan olosuhteita ja tilanteita, joista on niukalti kokemusta. Tämä voi hankaloittaa alkutuotannossa työskentelyä – toimijoille olennaista olisikin saada helppokäyttöisiä työkaluja pidemmän aikavälin sopeutumistoimien jalkauttamisen rinnalla, lyhyen aikavälin säävaihtelujen ennustamiseen. Sademäärien kasvu, mutaist olosuhteet ja pehmeä maasto hankaloittavat pelloilla työskentelyä. Porotaloudessa erityisesti syystalven vaihtelevat olosuhteet ovat vaikeita ja voivat vaikuttaa porojen laidunreitteihin avovesikauden pidentessä. Talvisin yleistyvät vesisateet ja suojasääjaksot muodostavat jääkerroksia lumipeitteeseen ja tekevät porojen ruoanhausta haastavampaa. Kalastuksessa syys- ja talvikutuiset lajit, kuten lohi ja siika, vähenevät ja siirtyvät syvempiin vesiin, jolloin pintavesiin kalastettavaksi jää tällä hetkellä vähemmän arvokkaita kalalajeja.

Vesiviljelyn kannalta muutokset ovat pääosin suotuisia. Koillismaan sijainti ja viileämmät kesät mahdollistavat esimerkiksi kalojen ruokkimisen ympäri vuoden, tautivapaan sekä jää- ja myrskytuhovapaan vesiviljelyn.

Toimialalla on pääosin pieniä ja paikallisia rajatuilla resursseilla toimivia yrityksiä. Tarvittavat investoinnit kalustoon ovat usein huomattavat. Kun kaluston käyttöpäivien määrä vähenee, niin takaisinmaksuaika venyy. Esimerkiksi rospuuttokausien pidentyminen etenkin syksystä

²¹⁶ Yle, 2021

²¹⁷ Luonnonvarakeskus, 2023

rajoittaa kalastusmahdollisuuksia ja saattaa vaatia uudenlaisen kaluston hankkimisen, mikäli kalastusta halutaan jatkaa.

Koillismaan maine puhtaan ruoan tuotantoalueena voi kasvaa muihin maihin kohdistuvien ilmastonmuutoksen vaikutusten seurauksena. Tämä avaa uusia markkinoita ja mahdollisuuksia, mutta vaatii samalla alueen tuottajilta kykyä sopeutua ilmastonmuutokseen ja muuttuviin markkinatrendeihin. Syksyn sateiden jäljiltä runsaampaa sienisatoa voi hyödyntää porojen lihottamiseksi talven varalta tai käyttää matkailussa; uusiutuva omaenergiatuotanto tarjoaa maataloille halvempaa, omavaraisempaa ja uusiutuvaa energiaa; ja runsastunutta hauki-, särki- tai ahvenpopulaatiota voi hyödyntää uudenlaisten kalajalosteiden luomisessa.

3.4 Matkailun SWOT

Vahvuudet

Koillismaan matkailu nojaa ympäri aluetta sijaitseviin luonnonmaisemiin, Oulangan ja Syöteen kansallispuistoihin sekä Ruka-Kuusamon ympärivuotiseen matkailualueeseen. Matkailun monipuolisuus niin alueellisesti kuin teemoiltaan (esim. laskettelukeskus ja luontomatkailu) onkin merkittävä alueen matkailun vahvuus. Alueella tehdään jo työtä kestävän matkailun edistämiseksi, esimerkiksi Rukalle on myönnetty kestävän matkailun standardi (Sustainable Travel Finland).

Alueen brändi ja tunnettuus puhtaan ilman ja veden maana ovat lisäetuja, jotka houkuttelevat matkailijoita ja tarjoavat edellytykset myös uudenlaisten matkailupalveluiden, kuten metsästysmatkailun, järjestämiseen. Koillismaan matkailu hyötyy myös paikallisista raaka-aineista, jotka tarjoavat tuoreita ja laadukkaita tuotteita alueen ravintoloille. Koillismaan alueen maltilliset lämpötilat sekä Lappiin verrattuna hyönteisten vähyys kesäisin tekevät siitä monelle matkailijalle miellyttävän kohteen.

Vaikka suurin osa matkailun tuloksesta tehdään talvisesongin aikaan, on alueella jo pitkään tehty toimenpiteitä kesä- ja syysmatkailun profiilien sekä vierailijamäärien nostamiseksi, esimerkiksi uusilla aktiviteettimuodoilla tai hankeavauksilla²¹⁸.

Alueen matkailuekosysteemi koostuu suurista toimijoista, kuten Rukakeskus Oy sekä pienempiä toimijoita kokoavasta Ruka-Kuusamon matkailuyhdistyksestä. Aktiivinen verkostoyhteistyö mahdollistaa sopeutumisen muuttuviin olosuhteisiin ja uusien toimintamallien sekä ratkaisujen luomisen yhdessä.

Heikkoudet

²¹⁸ Ruka, 2023 ja Naturpolis, n.d.

Pääosa matkailualan toimijoista koostuu pienistä mikroyrityksistä. Vaikka tämä monipuolistaa tarjontaa, se voi myös heikentää kilpailukykyä ja taloudellista kestävyyttä kriisitilanteissa. Lisäksi pienillä yrityksillä kyky investoida sopeutumistoimiin on rajattu. Samanaikaisesti tietoisuus sopeutumistoimista ja niiden toteuttamisesta on erityisesti pienillä toimijoilla toistaiseksi osin rajallista, mikä saattaa hidastaa alueen matkailun kehittymistä.

Toistaiseksi Koillismaan matkailu nojaa merkittävästi talvisesonkiin. Matkailutoiminta ja yrittäjän siitä saama tulos on lähtökohtaisesti riippuvaista sääolosuhteista, jolloin esimerkiksi vähälumisempi alkutalvi voi aiheuttaa merkittävää haittaa alueen toimijoille. Alan sesonkiluontoisuus aiheuttaa haasteita myös työvoiman saatavuudessa ja jatkuvuudessa sekä resurssien (kuten luonto tai infrastruktuuri) käytössä: sesonkien aikana kysyntä voi ylittää tarjonnan, kun taas sesongin ulkopuolella resurssit jäävät alikäytetyiksi. Alueella kärsitään myös asuntojen puutteesta, mikä vaikeuttaa matkailualan työntekijöiden rekrytointia ja vähentää alueen houkuttelevuutta. On arvioitu, että esimerkiksi Kuusamoon tarvittaisiin 1000 uutta asuntoa²¹⁹. Sesonkiluontoisuudella on vaikutuksia myös yritystoiminnan muotoon; esimerkiksi tällä hetkellä yrittäjät tekevät tuloksensa talvella ja lomailevat pitkälti kesällä, mikä osin voi estää alan ympäri-vuotisuuden kehittämistä²²⁰.

Saavutettavuus on olennaista matkailuelinkeinolle. Kuusamo on lähtökohtaisesti hieman syrjässä suurista kansallisista liikenneväylistä, kuten rautateistä tai suurista valtateistä. Talvisesongin ulkopuolella alueen saavutettavuus heikkenee erityisesti kansainvälisille matkailijoille lentojen vähentyessä²²¹.

Ilmastomuutoksen mahdollisuuksien hyödyntäminen ja uhkien torjuminen

Koillismaalla ennustettu vuodenaikojen pysyvyys on olennainen vahvuus. Alueen kesäkauden maltilliset lämpötilat ja keskitalven lumivarmuus mahdollistavat, että alue voi jatkaa omien vahvuksiensa hyödyntämistä ja hankkia uusia matkailuvirtoja, erityisesti kun otetaan huomioon kuumenevan Euroopan matkailijat. Ilmastomuutos ei myöskään uhkaa Koillismaan puhdasta luontoa ja hiljaisuutta, jotka ovat houkuttelevia tekijöitä jatkossakin.

Ilmastomuutos aiheuttaa epävarmuutta alku- ja lopputalven lumitilanteisiin, mikä lyhentää yrityksille tärkeää talvisesonkia. Samoin ilmastomuutos ja suuret ihmismäärät voivat aiheuttaa suurtakin alueellista haittaa luonnolle ja tehdä yksittäisillä alueilla toimimisesta hankalampaa. Näihin haasteisiin vastatakseen yrittäjät joutuvat uudelleenaikatauluttamaan aktiviteetteja, mahdollisesti vaihtamaan sijaintia tai tekemään teknisiä ratkaisuja, kuten lumen säilömistä. Samoin muutokset sääolosuhteissa, kuten jäätilanteen epävarmuus ja pilvisyyden lisääntyminen, voivat myös heikentää matkailun edellytyksiä, erityisesti aktiviteeteissa, jotka perustuvat luonnonolosuhteisiin, kuten pilkkimiseen tai revontulien tarkkailuun.

²¹⁹ Työpaja 4. Ilmastomuutokseen sopeutuminen Koillismaalla -työpaja, 3.12.2024

²²⁰ Työpaja 4. Ilmastomuutokseen sopeutuminen Koillismaalla -työpaja, 3.12.2024

²²¹ Työpaja 4. Ilmastomuutokseen sopeutuminen Koillismaalla -työpaja, 3.12.2024

Sen vuoksi samalla, kun Koillismaa voi jatkaa vahvuksiensa hyödyntämistä, tulisi tarkastella myös toiminnan uudistamista ympärivuotisella matkailulla. Tätä työtä onkin jo alueella tehty yrityskohtaisesti sekä matkailun verkostoissa elinvoiman kasvattamisen ajamana. Ympärivuotisen matkailun palvelupakettiin on ideoitu uudenlaisia eri vuodenaikojen matkailumuotoja mm.: metsästys, kalastus, luonnonantimien (marjat, sienet) kerääminen, ruokamatkailu, day as a finn, gravel-reitit jne. Sääoloista riippumattomat kulttuuri- ja liikuntatapahtumat voivat jatkossakin auttaa monipuolistamaan Koillismaan matkailun vetovoimaa.

Koillismaan matkailun heikkouksiin vastaamiseksi toimialojen tai/ja kuntien välinen yhteistyö voi avata uusia mahdollisuuksia. Esimerkiksi metsä- ja puutoimiala sekä alkutuotanto ovat molemmat myös sesonkiluontoisia aloja, joissa tekemistä painottuu kesiin. Koillismaan alueella työntekijäpoolin perustamista ja työntekijöiden kouluttamista usealle toimialalle on jo osin tehty – tämän jatkaminen voi ratkaista asuntojen puutteeseen tai työvoimapulaan liittyviä ongelmia. Samoin kuntayhteistyö muiden matkailukuntien, kuten Rovaniemen, kanssa voi avata uusia mahdollisuuksia matkailijamäärän ja alueellisten luontovaikutusten tasaamiseksi, tai uusien liikenne- ja logistiikkakanavien avaamiseksi. Näiden toimien onnistumisessa on tärkeää lisätä toimijoiden tietoisuutta ilmastonmuutoksen vaikutuksista ja sopeutumistoimista.

3.5 Liikenteen ja logistiikan SWOT

Vahvuudet

Koillismaan toimialojen kannalta olennaisimmat liikenne- ja logistiikkamuodot ovat rekat, henkilöautot, laivat ja lentokoneet. Pääreitit Koillismaan liikenteelle ja logistiikalle ovat valtatie 20 ja 5, jotka ovat pääosin hyvässä kunnossa. Niiden kautta esimerkiksi alueen matkailukohteet ovat hyvin saavutettavissa.

Logistiikassa toimialat hyötyvät toisistaan. Esimerkiksi talvimatkailusesongin aikana paikallisten elintarvikeyritysten kuljetuskustannukset laskevat, kun tuotteet saadaan pakattua matkailulle tavaraa tuovien rekkojen paluukuljetuksiin²²².

Kuusamon lentokenttä parantaa Koillismaan saavutettavuutta niin kansallisesti kuin kansainvälisestikin. Lentokentän kautta saapui vuonna 2023–2024 62 000 henkilöä, joista noin 50 % kansainvälisiä matkailijoita²²³.

Koillismaalla on paljon metsää ja metsänomistajia. Alueelle onkin muodostunut laaja metsätieverkosto, joka mahdollistaa tehokkaan puu- ja metsätuotteiden kuljetuksen sekä mahdollisten puuvaurioiden hoitamisen tai metsäpalojen sammuttamisen. Metsätieverkosto myös edesauttaa muuta toimintaa, kuten matkailua, mökkeilyä ja vapaa-ajan aktiviteetteja.

²²² Työpaja 4. Ilmastonmuutokseen sopeutuminen Koillismaalla, 3.12.2024

²²³ Visitory, majoitustilastot ja matkailutilastot, maaliskuu 2023 – helmikuu 2024

Heikkoudet

Koillismaan alueen liikenteen ja logistiikan haasteet johtuvat osittain alueen sijainnista sekä infrastruktuurin rajoituksista. Alue sijaitsee sisämaassa, jolloin se on riippuvainen tieliikenteestä. Rautateiden puuttuminen rajoittaa alueen teollisuuden kuljetusmahdollisuuksia, mikä lisää valtateiden kuormitusta ja huoltotarpeita. Kumipyöräkuljetukset ovat usein vähemmän tehokkaita verrattuna raidekuljetuksiin, ja ne lisäävät myös huoltovarmuusriskiä, erityisesti vaikeissa sääolosuhteissa.

Koillismaan alueella on pitkät etäisyydet, mikä lisää liikkumisen ja logistiikan kustannuksia sekä osin estää investointeja. Alkutuotannossa maatilat sijaitsevat kaukana toisistaan, mikä voi esimerkiksi tehdä yhteisen biokaasulaitoksen perustamisesta kannattamatonta.

Lisäksi tiestön paikoittainen huono kunto on merkittävä ongelma. Huonokuntoiset tiet vaikeuttavat kuljetuksia ja lisäävät onnettomuusriskiä, mikä puolestaan vaikuttaa liikenteen sujuvuuteen ja turvallisuuteen. Metsätieverkosto, joka on tärkeä osa alueen kuljetusjärjestelmää, on erityisen altis kelirikolle, mikä ajoittain rajoittaa sen käyttöä ja vaikuttaa metsä- ja puutoimialan toimintaan.

Koillismaan alueen matkailijat, erityisesti kansainväliset matkailijat, saapuvat Koillismaalle pääosin lentäen. Lentoliikenteen ympäristövaikutukset ja kasvavat kustannukset herättävät kysymyksiä lentämisen tarpeellisuudesta ja hyväksyttävyydestä. Tämä voi osaltaan vaikuttaa alueen saavutettavuuteen.

Ilmastonmuutoksen mahdollisuuksien hyödyntäminen ja uhkien torjuminen

Alueen sijainti sisämaassa, tieliikenteen varassa, korostaa riippuvuutta kumipyöräkuljetuksista. Valtatiet ovat myös merkittävimmät saapumismuodot matkailijoille. Ilmastonmuutoksen myötä tiestö on alttiimpaa kulumiselle ja korjaustarpeille, kun syksyllä vetiset olosuhteet yleistyvät, syystalvella lämpötila vaihtelee aiempaa enemmän nollan molemmin puolin, suojasäät ja vesisateet yleistyvät keskitalvella ja kesäiset rankkasateet voimistuvat. Tien kunto vaikuttaa suoraan kuljetusten sujuvuuteen ja kustannustehokkuuteen sekä Koillismaan saavutettavuuteen matkailijoille.

Metsätieverkoston kelirikot ja rospuuttokausien lisääntyminen lyhentävät teiden käyttöaikaa ja lisäävät huoltokustannuksia, mikä heikentää sekä metsä- ja puutoimialan että muiden tieverkostosta hyötyvien toiminnan edellytyksiä.

Suuri määrä Koillismaalla tehtäviä tuotteita pakataan kansainväliseen rahtiin Oulun satamassa. Perämeren jäätymisajan siirtyminen vaikuttaa jäätilanteen ennustettavuuteen, mikä voi hankaloittaa logistiikkaa erityisesti talvikuukausina.

Vaikka ilmastonmuutos ei suoranaisesti tuo Koillismaalle mahdollisuuksia, voidaan uusien innovaatioiden ja kuljetusmuotojen avulla vastata sen tuomiin riskeihin. Eri toimialojen yhdistetyt kuljetukset tai esimerkiksi syrjäisillä seuduilla käytettävät dronet voivat paitsi vastata ilmastonmuutoksen tieverkolle aiheuttamiin riskeihin, myös parantaa kustannustehokkuutta. Tieverkostoa voidaan ylläpitää tehokkaammin teknisillä ja digitaalisilla innovaatioilla. Lisäksi

kehittyneempien ja vähäpäästöisempien rekkojen, lentokoneiden ja uusiutuvien polttoaineiden käyttöönotto ovat olennainen osa riskeihin sopeutuvaa logistiikkaa. Samoin Koillismaan alueen yritykset, päättäjät ja viranhaltijat pitänevät yllä keskustelua alueen saavutettavuuden kehittämisestä esimerkiksi rautatieverkoston laajentamisella.

4 Sopeutumisen toimintamallit ja ratkaisut

Tässä luvussa kuvataan toimialoille tunnistettuja toimintamalleja ja sopeutumisratkaisuja. Sopeutumisratkaisut tunnistettiin tiiviissä yhteistyössä alueen toimijoiden kanssa (mm. hankkeen työpajoissa sekä täydentävillä kohdennetuilla asiantuntijahaastatteluilla) käyttäen pohjana ilmastonmuutoksen toimialakohtaisia vaikutusarvioita (luku 2) sekä analyysia toimialojen vahvuuksista ja heikkouksista sekä ilmastonmuutoksen uhkista ja mahdollisuuksista kullekin toimialalle (luku 3). Toimenpiteiden tunnistamisen ohella hankkeessa muodostettiin toimialakohtaiset sopeutumisen toimintamallit, joiden tarkoituksena oli hahmotella toimialan kanalta keskeisimmät toimenpiteet sekä edellytykset toimenpiteiden toteuttamiselle.

Oikein kohdennettu ja tehokas sopeutuminen edellyttää alueellisten olosuhteiden ja toimialakohtaisten tarpeiden tunnistamista ja ratkaisuiden räätälöintiä niiden mukaisesti. Hyödyntäen aiempia kokemuksia ja oppeja hyvistä sopeutumisratkaisuista, Suomessa ja maailmalla, tässä hankkeessa tunnistettiin viisi sopeutumisen hyvää käytäntöä, joilla voidaan auttaa varmistamaan sopeutumisratkaisujen vaikuttavuus ja kestävyys mahdollisimman kokonaisvaltaisesti. Tällaisia periaatteita ja hyviä käytäntöjä ovat mm.

1. Alueellisten ja toimialakohtaisten riskien ja niiden juurisyiden tunnistaminen

Ilmastonmuutokseen sopeutuminen alkaa ilmastonmuutoksen vaikutusten ja niihin vaikuttavien tekijöiden tunnistamisesta ja ymmärtämisestä. Keskeistä on ymmärtää, miksi tietty riski, kuten tulva, myrsky tai helleaalto, aiheuttaa ongelmia, ja miten se liittyy toimialan tai yrityksen arvoketjuun. Toimialakohtaisten eroavaisuuksien lisäksi ilmastoriskit saattavat erota merkittävästi myös alueellisesti, minkä takia osa ilmastoriskeistä saattaa kohdistua vain tiettyyn arvoketjun osaan tai toimipaikkaan. Toimiala- ja aluekohtaisesti räätälöity ratkaisu, jotka pohjautuvat paikalliseen ja tieteelliseen tietoon tarjoavat vankan perustan tehokkaalle toiminnalle.

2. Toimijoiden yhteistyö ja osallistaminen

Useimmat ilmastoriskit koskettavat samanaikaisesti useita paikallisia tai alueellisia toimijoita. Näin ollen myös monia sopeutumisen ratkaisuja kannattaa toteuttaa yhteisesti siten, että toimenpiteiden toteuttamisessa rooleja voidaan jakaa toimijoiden vahvuuksien ja osaamisen perusteella. Toimenpiteiden toteutuksen jakamista on hyvä tarkastella kustannustehokkuuden näkökulmasta mutta se tarjoaa myös keinon sitouttaa eri toimijoita yhteisten sopeutumistoimien taakse. Tietyissä tapauksissa ilmastonmuutoksen vaikutukset voivat luoda kitkaa eri toimialojen välille, esimerkiksi ilmastonmuutoksen pakottaessa muutoksiin maankäytön suhteen (ilmastonmuutos voi pakottaa muuttamaan porojen laidunalueita tai matkailijoiden reittivalintoja) mutta näitä ristiriitoja on myös mahdollista ennaltaehkäistä ja ratkaista hyvien, yhdessä suunniteltujen sopeutumistoimien avulla. Osa riskeistä saattaa olla helpommin hallittavissa arvoketjun aiemmissa osissa – esimerkiksi tulvavesien viivyttäminen ylajuoksulla voi

olla halvempi ja kestävämpi (taloudellisesti, sosiaalisesti ja ekologisesti) ratkaisu kuin korkeampien tulvavallien rakentaminen tai pumppujen kapasiteetin kasvattaminen alajuoksulla.

Kuten yllä on todettu, ilmastoriskit voivat myös siirtyä toimialalta toiselle, mikä tarkoittaa tilanetta, jossa ilmastonmuutoksen vaikutukset yhdellä sektorilla voivat heijastua tai aiheuttaa haasteita muille toimialoille. Esimerkiksi sään ääri-ilmiöt, kuten rankkasateet, voivat haitata liikennettä ja logistiikkaa, mikä puolestaan häiritsee elintarviketeollisuuden ja vähittäiskaupan toimitusketjuja. Vastaavasti metsäteollisuuden sivuvirtojen väheneminen hakkurajoitusten tai korkeamman jalostusasteen tuotteiden tuotannon takia voi lisätä energiateollisuudelle painetta kehittää uusia energiantuotannon ratkaisuja paikkaamaan sivuvirroilla aikaisemmin tuotettua energiaa. Sopeutumistoimenpiteiden kannalta tämä tarkoittaa sitä, että myös toimenpiteiden tulee siirtyä toimialalta toiselle. Ilmastonmuutoksen sopeutumisen kannalta keskeistä onkin sopeutumistoimin monialainen ja kokonaisvaltainen suunnittelu sekä toimialojen kokonaiskestävyyden kasvattaminen.

3. Systemaattinen ja ennakoiva lähestymistapa sopeutumiseen

Sopeutuminen vaatii ennakoivaa suunnittelua ja pitkäjänteistä ajattelua. Mitä aiemmin riskit huomioidaan, sitä todennäköisemmin ne voidaan hallita pienemmillä kustannuksilla.²²⁴ Ennakoivalla lähestymistavalla voidaan myös ottaa paremmin huomioon sopeutumisen ratkaisuiden poikkileikkaavia vaikutuksia ja mahdollistaa positiiviset vaikutukset esimerkiksi alueen elinvoimaan ja työllisyyteen. Ennakoiva sopeutuminen voi mahdollistaa esimerkiksi ratkaisut, joilla taataan tulevaisuudessa uusia liiketoimintamahdollisuuksia alueen toimijoille.

4. Sopeutumisen priorisointi ja siihen liittyvän osaamisen kehittäminen

Ilmastonmuutoksen vaikutuksiin varautuminen ei tarkoita hillinnän unohtamista tai luovuttamista. Toisin sanoen ilmastonmuutokseen sopeutuminen tapahtuu käsi kädessä ilmastonmuutoksen hillinnän toimien ja suunnitelmien kanssa. Sopeutumiselle tulisi varata oma vahva paikkansa toimijoiden ja alueiden päätöksenteossa ja strategisissa prosesseissa ilmastonmuutoksen vaikutusten tunnistamiseksi ja ennakoivan sopeutumisstrategian valmistelemiseksi. Lisäksi sopeutumiseen liittyvää osaamista tulee jatkuvasti kehittää, koska kysymyksessä on haaste, joka on valitettavasti tullut pysyäkseen. Sopeutuminen on jatkuva oppimisprosessi, jossa päätösten vaikuttavuutta on seurattava ja kerättyä tietoa hyödynnettävä uusien innovatiivisten ratkaisujen kehittämisessä.

5. Sopeutumiseen liittyvien sosiaalisen oikeudenmukaisuuden kysymysten huomiointi

Ilmastonmuutoksen sopeutuminen ei ole ainoastaan luonnontieteellinen tai teknis- taloudellinen kysymys. Ilmastoriskit kohdistuvat usein toimijoihin, jotka ovat myös muutoin poikkeuksellisen haavoittuvassa asemassa erilaisten yhteiskunnallisten muutosten tai haasteiden

²²⁴ Suomalainen KUITTI tutkimushanke toteaa, että ennakoiva varautuminen ilmastonmuutokseen vähentää tappioita suhteessa reaktiiviseen sopeutumiseen, jossa toimitaan vasta ensimmäisten vahinkojen jälkeen. Hankkeen johtopäätöksissä todetaan, että ilmastonmuutoksen vaikutuksiin sopeudutaan ennakoivasti, kertyy vuoteen 2070 mennessä noin 5-8 miljardia euroa vähemmän tappioita kuin jos sopeutuminen on reaktiivista. Perrels ym., 2022

edessä. Ilmastonmuutokseen sopeutumisen suunnittelussa tuleekin varmistaa, että sopeutumisen ratkaisulla ei ole negatiivisia vaikutuksia paikallisiin tai haavoittuviin yhteisöihin. Sopeutusratkaisujen suunnittelussa tulisi tunnistaa mahdolliset ristiriidat ilmastoriskien ja sopeutumistoimien kustannusten ja hyötyjen jakaantumisesta. Valmius osallistaviin prosesseihin ja läpinäkyvään päätöksentekoon on ensiarvoista reilun ja oikeudenmukaisen sopeutumisen suunnittelussa. Mikäli sopeutumisessa ja sen suunnittelussa huomioidaan paikalliset ja haavoittuvat yhteisöt, perinteisten, alueen kulttuuriselle identiteetille keskeisten elinkeinojen harjoittajat (mukaan lukien alkuperäiskansat), sopeutusratkaisut voivat myös edistää sosiaalista oikeudenmukaisuutta ja paikallista toimijuutta.

4.1 Energiantuotanto ja -jakelu

Ilmastonmuutoksen vaikutukset energiantuotantoon ja -jakeluun edellyttävät ennakoivia ja monipuolisia sopeutumistoimenpiteitä koko toimialan arvoketjussa. Hankkeessa tunnistettiin useita energiantuotannolle ja -jakelulle olennaisia sopeutumisen toimenpiteitä, joiden tavoitteena on ennaltaehkäistä tai minimoida toimialaan kohdistuvia riskejä sekä toisaalta mahdollistaa uusien liiketoimintamahdollisuuksien hyödyntäminen. Tunnistetut toimenpiteet jakautuivat kolmeen teemaan: 1) energiantuotannon monipuolistaminen ja energiajärjestelmän ilmastokestävyyden kasvattaminen, 2) sähköjakeluverkon ja energiainfrastruktuurin sopeuttaminen ilmastoriskeihin sekä 3) älykkäiden järjestelmien ja energia-alan toimintatapojen kehittäminen. Tunnistetut toimenpiteet jakautuivat teemoihin seuraavasti:

1. Energiantuotannon monipuolistaminen ja ilmastokestävyyden kasvattaminen

- Energiankäytön tehostaminen ja energiaomavaraisuuden lisääminen: Hajautetulla energiantuotannolla ja sähkövarastojen lisäämisellä voidaan vähentää sääriippuvaisesta energiantuotannosta aiheutuvia hintavaihteluita sekä ehkäistä energian toimintavarmuuden herkkyyttä häiriöille ja sään ääri-ilmiöille. Sähkönkäyttöä voidaan tehostaa sähkönkulutuksen optimointia helpottavilla taloteknisillä ratkaisulla. Lisäksi energiankäytön tehokkuutta parannetaan lisäämällä asukkaiden tietoisuutta aiheesta.
- Kasvavan viilennystarpeen huomioiminen energiantuotannossa: viilennystarpeeseen nousuun voidaan vastata esimerkiksi investoimalla aurinkoenergiaan.
- Metsäteollisuuden sivuvirtojen saatavuuden epävarmuuteen varautuminen: Energiantuotannossa yleisesti käytetyt metsäteollisuuden sivuvirrat saattavat vähentyä tai niiden saatavuus muuttua epävarmemmaksi tulevaisuudessa esimerkiksi mahdollisten hakkuurajoitusten, hyönteistuhojen tai puunkorjuun haasteiden takia. Tähän varautuminen edellyttää siirtymistä muihin uusiutuviin energiantuotantomuotoihin kuten tuulivoimaan, aurinkovoimaan, maalämpöön tai biokaasuun.

2. Sähköjakeluverkon ja energiainfrastruktuurin sopeuttaminen ilmastoriskeihin

- Tuotantolaitosten ja sähköasemien sijoittelu tulvilta turvallisille alueille ja/tai muiden teknisten ratkaisuiden käyttöönotto (esim. tulvasuojaus): Ilmastoriskit huomioivalla

energiainfrastruktuurin suunnittelulla voidaan paremmin turvata energiantuotannon edellytykset ja vähentää mahdollisista vaurioista syntyviä kustannuksia.

- Tuulivoimaloihin kertyvän jään ja huurteen ehkäiseminen säännöllisillä huolloilla, lämpöjärjestelmillä tai pintakäsittelyllä: Tuulivoimaloiden toiminnan turvaaminen saattaa vaatia nykyistä tehokkaampia huoltokäytäntöjä tai teknisiä ratkaisuita jään kertymisen ehkäisemiseksi.
- Voimaloiden ja sähköverkkojen rakenteiden vahvistaminen: Voimaloiden ja sähköverkkojen rakenteita voidaan vahvistaa esimerkiksi maakaapeloinnilla. Routaantumisen vähenemisen takia voi olla syytä varautua uudenlaisen kaluston käyttämiseen voimalinjojen rakentamisessa.
- Jakeluverkon huollon tehostaminen jää- ja lumituhojen estämiseksi: Kasvavat jää- ja lumikuormat lisäävät tarvetta erityisille tarkastus- ja huoltolennoille sekä jääkuormapylväiden käyttöön uusien johtojen rakentamisessa.
- Lämpöaaltoihin varautuminen jakeluverkon suunnittelussa: Lämpöaaltojen takia voimajohtojen terminen kuormitettavuus voi heikentyä, mikä saattaa vaatia muutoksia johtojen suunnittelussa ja ylläpidossa.

3. Älykkäiden järjestelmien ja energia-alan toimintatapojen kehittäminen

- Energian kulutusmuutoksiin varautuminen älykkäillä järjestelmillä: Sähköverkon ja energiankulutuksen älykkyyden lisääminen tehostaa energiankäyttöä ja tukee omavaraisuuden kasvua. Älykkäät ratkaisut, kuten kulutusjousto, "energiasään" ennustaminen ja akut, mahdollistavat joustavan reagoinnin muuttuviin olosuhteisiin.
- Sääntelymuutoksiin varautuminen: Energiantuotantoon liittyvä sääntely kehittyy EU:ssa nopeasti. Sääntelyllä pyritään takaamaan energia-alan siirtymä vähäpäästöisiin teknologioihin ja tuotantotapoihin. Toimijat voivat varautua sääntelymuutoksiin esimerkiksi kasvattamalla osaamistaan energia-alan sääntelystä ja ennakoimalla sääntelyn kiristymistä omassa toiminnassaan.
- Lämpöolosuhteiden muuttumiseen varautuminen energia-alan töissä: Työskentelytapa- ja rakennus- ja kunnossapitokohteissa on mahdollisesti mukautettava siten, että ne huomioivat kuumuuden aiheuttamat riskit työntekijöille.

Tietolaatikko 13: Esimerkkejä energiantuotannolle ja -jakelulle tärkeistä toimenpiteistä ja niiden edellytyksistä

Tunnistetuista toimenpiteistä keskeisinä hankkeeseen osallistuneet toimijat näkivät **energiakäytön tehostamisen ja omavaraisuuden kasvattaminen** sekä **siirtymän metsäteollisuuden sivuvirroista vaihtoehtoihin uusiutuviin energiantuotantotapoihin**.

Energiakäytön tehostamisen ja omavaraisuuden kasvattaminen

Toimenpiteen toteutukseen tarvittavat toimijat Koillismaalla	• Paikalliset sähköverkkoyhtiöt • Teknologian toimittajat (esim. energianhallintajärjestelmät, aurinko- ja tuulivoimalaitteet) • Tutkimuslaitokset ja koulutusorganisaatiot • Motiva (tietoisuuden kasvattaminen) • Kaupunki ja Naturpolis
Resurssi- ja investointitarpeet	• Investoinnit energiatehokkuusteknologioihin ja uusiutuviin energiantuotantomuotoihin • Kehitysresursseja hajautettujen energiaratkaisujen suunnitteluun ja käyttöönottoon • Rahoitusta energiatehokkuuden ja omavaraisuuden edistämishjelmiin
Osaamis- ja tietotarpeet	• Selvitys palvelutarpeesta ja tarjonnasta • Tietoa energiavirtojen analysoinnista ja optimoinnista • Taloudellista ja teknologista ymmärrystä hajautetun energiantuotannon liiketoimintamalleista • Työntekijöiden koulutusta energiatehokkuuden ja omavaraisuuden teknologioiden käyttöön
Siirtymä metsäteollisuuden sivuvirroista vaihtoehtoihin uusiutuviin energiantuotantotapoihin	
Toimenpiteen toteutukseen tarvittavat toimijat Koillismaalla	• Metsäteollisuuden yritykset ja energiantuottajat ja -jakelijat (esim. Evo, Adven ja Taivalkosken voima) • Teknologian kehittäjät ja toimittajat (esim. tuuli- ja aurinkovoimainfrastrukturi) • Julkiset tahot ja rahoittajat uusiutuvan energian tukemiseen • Biokaasuntuotantoon soveltuvien sivuvirtojen tuottajat
Resurssi- ja investointitarpeet	• Pääomasijoituksia vaihtoehtoisen energiainfrastruktuurin, kuten aurinko- ja tuulivoimaloiden, rakentamiseen • Alueellisen energianjakeluverkon päivittämistä uusiutuvan energian integroimiseksi
Osaamis- ja tietotarpeet	• Markkinatietoa uusiutuvien energiamuotojen taloudellisista ja ympäristöllisistä eduista

- Koulutusta energiainnovaatioiden ja uusiutuvan energian teknologioiden hyödyntämiseen

4.2 Metsä- ja puutoimiala

Ilmastonmuutoksen vaikutukset asettavat uusia haasteita metsä- ja puutoimialalle, mutta tarjoavat myös mahdollisuuksia vahvistaa toimialan kestävyttä ja sopeutumiskykyä. Hankkeessa tunnistetut sopeutumistoimet keskittyvät metsien hoidon, raaka-aineiden hallinnan, tuotantoketjujen joustavuuden ja uusien innovaatioiden kehittämiseen. Toimenpiteet jakautuivat kolmeen teemaan, jotka olivat 1) metsien ilmastokestävyyden lisääminen metsänhoidollisilla toimenpiteillä, 2) raaka-aineiden hallinta ja jalostus sekä 3) innovaatiot ja teknologioiden kehittäminen. Tunnistettut toimenpiteet jakautuivat teemoihin seuraavasti:

1. Metsien ilmastokestävyyden lisääminen metsänhoidollisilla toimenpiteillä

- Hyönteistuhojen ehkäiseminen lisäämällä sekametsien määrää, metsän monimuotoisuutta sekä ennallistamalla: Kuusimetsissä lehtipuiden osuuden kasvattaminen hidastaa tuhohyönteisten, kuten kirjanpajan, leviämistä sekä tukee kirjanpajia ja muita tuhohyönteisiä syövien lintujen ja muiden eläimien määrää. Lisäksi hyönteistuhot voidaan ehkäistä myös muilla metsien lajiston monimuotoisuutta tukevilla toiminnoilla kuten lisäämällä jatkuvapeitteistä kasvatusta metsänhoitotapana tai metsäpalsatin (osittaisella) ennallistamisella.
- Metsähakkuiden yhteissuunnittelu alueen toimijoiden kanssa: Nykyistä pienemmillä hakkuukuvioilla ja monimuotoisemmilla suojakaistoilla voidaan tukea monimuotoista ja kestävämpää metsärakennetta, joka puolestaan ehkäisee myrskytuhojen ja vaurioiden sekä tuholaishyönteisten leviämistä. Lisäksi yhteistyössä suunnitelluilla hakkuilla voidaan saavuttaa elinkeinohyötyjä muiden toimijoiden ja toimialojen kanssa, jos hakkuilta säästetyt alueet esimerkiksi tukevat hakkuille vaihtoehtoisia ansaintamalleja, kuten metsästys- ja kalastusmatkailua.
- Juuristovaurioiden välttäminen kehittämällä hakkuutapoja: Hakkuiden yhteydessä syntyviä juuristovaurioita voidaan välttää tai minimoida aikataluttamalla hakkuita maan kantavuuden mukaan. Vaihtoehtoisesti juuristovaurioita voitaisiin välttää kehittämällä hakkuuteknologioita, jotka eivät nykyisten painavien hakkuukoneiden tavoin vaurioitaisi juuristoja. Tällaista teknologiaa edustavat esimerkiksi kevyemmät metsäkoneet tai hakkuu-dronet.

2. Raaka-aineiden hallinta ja jalostus

- Raaka-aineiden pitkäaikainen varastointi kysynnän muutosten tasaamiseksi: Raaka-aineiden varastointi mahdollistaa tuotannon joustavuuden säilyttämisen, erityisesti silloin, kun markkinakysyntä vaihtelee. Pitkäaikainen varastointi saattaa auttaa

tasaamaan kausivaihteluita ja vähentämään riskialttiutta, joka voi johtua ilmastonmuutoksen vaikutuksista tai muista häiriöistä.

- Jalostuslaitosten sijoittaminen tulvilta turvallisille alueille tai tulvasuojauksen teknisten ratkaisujen käyttöönotto: Jalostuslaitosten sijoittamisella ja teknisten ratkaisuiden suunnittelulla ja käyttöönotolla voidaan suojata tuotantoinfrastruktuuria ilmastonmuutoksen aiheuttamilta äärimmäisiltä sääilmiöiltä, kuten rankkasateilta ja tulvilta.
- Jalostusprosessin kehittäminen monipuolisempien raaka-aineiden, kuten kierrätysmateriaalien, hyödyntämiseksi: Kierrätysmateriaalien hyödyntäminen jalostusprosessissa voi vähentää riippuvuutta neitseellisistä raaka-aineista ja pienentää toimialan ympäristövaikutuksia. Monipuolisempi raaka-aineiden käyttö lisää myös tuotannon joustavuutta ja voi ehkäistä raaka-aineiden saantiin liittyvää epävarmuutta tulevaisuudessa.

3. Innovaatiot ja teknologioiden kehittäminen

- Ilmastoriskien seurantatyökalujen kehittäminen: Digitaalisten työkalujen kehittäminen ja käyttöönotto mahdollistavat metsätuhojen, kuten kirjanpajan leviämisen ja myrskytuhojen, seuraamisen ja ehkäisyn. Työkalujen avulla voidaan myös optimoida metsänhoitoa ja suunnitella ennaltaehkäiseviä toimenpiteitä, kuten metsän monimuotoisuuden lisäämistä ja metsien rakenteen vahvistamista.
- Puulajien jalostaminen sääkestävyyden parantamiseksi ja geneettisen monimuotoisuuden lisäämiseksi: Puulajien jalostuksella tavoitellaan puiden parempaa säänkestävyyttä esimerkiksi kuivuutta vastaan. Lisäksi jalostamisella voidaan tavoitella esimerkiksi tuhohyönteisiä kestäviä lajikkeita. Geneettisen monimuotoisuuden lisääminen voi vahvistaa metsien kykyä sopeutua muuttuviin sääolosuhteisiin ja parantaa niiden vastustuskykyä.

Tietolaatikko 14: Esimerkkejä metsä- ja puutoimialalle tärkeistä toimenpiteistä ja niiden edellytyksistä

Tunnistetuista toimenpiteistä keskeisinä hankkeeseen osallistuneet toimijat näkivät **metsähakkuiden yhteissuunnittelun** sekä **uusien jalostusastetta nostavien tuotteiden kehittämisen**.

Metsähakkuiden yhteissuunnittelu alueen toimijoiden kanssa

Toimenpiteen toteutukseen tarvittavat toimijat Koillismaalla

- Metsä- ja maanomistajat ja metsänhoitoyhdistykset
- Paikalliset matkailu- ja virkistyspalveluiden tarjoajat
- Metsäteollisuuden yritykset
- Paikallishallinto ja maankäytön suunnittelijat

Resurssi- ja investointitarpeet	• Resursseja ja työvoimaa yhteissuunnitteluprosessin organisointiin, koordinointiin ja pilotointiin. Rahoitusta voisi mahdollisesti saada metsärahastoista ja EU:sta. • Kartoitusta- ja mallinnustyökaluja, jotka tukevat hakkuukuvioiden ja suojakaistojen optimointia • Investointeja yhteisesti sovittujen suojelu- ja virkistysalueiden ylläpitoon
Osaamis- ja tietotarpeet	• Paikallisten elinkeinojen ja virkistystarpeiden ymmärryksen lisääminen ja kartoitus toimijoiden halukkuudesta lähteä mukaan pilotoimaan toimintaa. • Metsänhoidon ja luonnon monimuotoisuuden yhteensovittamisen asiantuntemusta • Koulutusta ja ohjausta yhteistyöprosessien fasilitointiin
Uusien jalostusastetta nostavien tuotteiden kehittäminen	
Toimenpiteen toteutukseen tarvittavat toimijat Koillismaalla	• Biotekniikan ja materiaalitekniikan asiantuntijat • Yliopistot ja tutkimuslaitokset • Paikalliset ja kansainväliset markkinatoimijat • Rahoittajat ja innovaatiotukijärjestelmät
Resurssi- ja investointitarpeet	• Investointeja uusien tuotantolaitosten ja tutkimuslaitteistojen rakentamiseen • Rahoitusta pitkäjänteiseen tutkimus- ja kehitystoimintaan • Resurssit materiaalivirtojen analysointiin ja optimointiin
Osaamis- ja tietotarpeet	• Tietoa biopohjaisten materiaalien ominaisuuksista ja niiden jalostusprosesseista • Kuluttajakäyttäytymisen ja markkinakysynnän ymmärtäminen • Liiketoimintamallien kehittämisen ja kaupallistamisen osaamista • Koulutusta ja osaamisen päivittämistä teknologisten innovaatioiden käyttöönotossa

4.3 Alkutuotanto ja elintarvikejalostus

Ilmastonmuutoksen aiheuttamat säänvaihtelut, äärisäät sekä keskilämpötilan nousu haastavat alkutuotannon ja elintarvikejalostuksen toimialoja kehittämään kestävämpiä viljelykäytäntöjä, tuotteita sekä elintarvikejalostuksen toimintatapoja. Toisaalta keskilämpötilan nousu saattaa tuoda uusia mahdollisuuksia erityisesti alkutuotantoon. Hankkeessa tunnistetut sopeutumistoimet keskittyvät viljelyn monipuolistamiseen, teknologian kehittämiseen, investointien hoiduttamiseen ja ympäristönkestäviin ratkaisuihin. Tunnistetut toimenpiteet voidaan jakaa kolmeen teemaan: 1) viljelyn monipuolistaminen ja tarjoaman sopeuttaminen, 2) teknologian kehitys ja 3) infrastruktuurin ja kalakantojen ylläpito.

Hankkeessa ei keskitytty alkutuotannon ja elintarvikejalostuksen osalta porotaloutta koskeviin toimenpiteisiin. Porotaloutta koskevia ilmastonmuutokseen sopeutumisen toimenpiteitä käsitellään kattavasti muissa ajankohtaisissa tutkimus- ja selvityshankkeissa²²⁵.

1. Viljelyn monipuolistaminen ja tarjoaman sopeuttaminen

- Viljelyn monipuolistaminen uusilla eteläisemmällä lajikkeilla: Ilmastonmuutoksen myötä Koillismaahan viljelyolosuhteet voivat muuttua suotuisammiksi eteläisempien viljelylajikkeiden, kuten vehnän, ohran ja kasviproteiinien tuotantoon. Proteiinipitoisten kasvien kasvatus saattaa luoda lisää liiketoimintamahdollisuuksia myös paikalliselle kasvien elintarvikejalostukselle.
- Pellon rakenteen kehittäminen ilmastokestäväksi: Maan muokkauksen vähentäminen, veden varastoiminen ja uusien kasvilajien käyttöönotto voivat vähentää sateista aiheutuvaa maaperän eroosiota sekä parantaa pellon ravinnetasapainoa.
- Tarjoaman sopeuttaminen ilmastonmuutokseen: Uudet jalosteet, kuten kasvisproteiinit ja särkikalamassat, tarjoavat innovatiivisia vaihtoehtoja elintarviketuotannossa, mikä auttaa vastaamaan muuttuviin kuluttajatarpeisiin sekä vähentämään maatalouden aiheuttamaa ympäristökuormitusta.

2. Teknologinen kehitys ja kasvien jalostus

- Sään vaikutusten ennustettavuuden työkalujen kehittäminen: Digitaalisten työkalujen²²⁶ avulla voidaan paremmin ennakoida viljelytoimiin vaikuttavia sääolosuhteita, mikä mahdollistaa tehokkaamman viljelyn ja resurssien käytön.
- Kestävämpien maanmuokkausteknologioiden ja käytäntöjen kehittäminen: Alkutuotannon sopeutumista voidaan edistää kehittämällä uusia maanmuokkaus- ja

²²⁵ Porotaloutta koskevia toimenpiteitä käsitellään seuraavissa ajankohtaisissa tutkimus- ja selvityshankkeissa: 1) Porotalouden sopeutuminen ilmastonmuutokseen: miten ilmastonmuutoksen haitalliset vaikutukset voidaan minimoida? Rasmus ym., 2023 2) Mount Resilience – Ratkaisuja ilmastonmuutokseen sopeutumiseen, Lapin Liitto, n.d. 3) NBS4LOCAL – Luontopohjaiset ratkaisut ilmastonmuutokseen sopeutumisessa, Lapin Liitto, n.d. 4) Sarvet ja saporot kierto – kiertotalous käytäntöön poroteurastuksessa, Naturpolis, n.d.

²²⁶ Esimerkiksi marjasää, Luonnonvarakeskus, n.d.

kastelukeinoja ja teknologioita eroosion minimoimiseksi. Lisäksi uusia teknologioita (esim. hydrokopterit) tarvitaan alkutuotannon toiminnan mahdollistamiseksi pidemmillä rospuuttokausilla.

- Kasvien jalostaminen: Ilmastonmuutokseen sopeutumiseen tähtäävällä kasvilajikkeiden jalostuksella tavoitellaan kasvien parempaa säänkestävyyttä esimerkiksi kuivuutta tai rankkasateita vastaan.
- Ilmastonmuutokseen varautuminen tuotantolaitoksissa: Alkutuotannon ja elintarvikejalostuksen tuotantolaitosten ja muiden kiinteistöjen ylläpidossa ja huollossa tulee varautua sään ääriolosuhteisiin sekä keskilämpötilojen nousuun. Tuotantolaitosten ja muiden rakennusten sopeutumista sekä tulevaisuuden työolosuhteita voidaan parantaa asentamalla viilennysjärjestelmiä.
- Uusiutuvan ja omavaraisemman energian hyödyntäminen: maatilojen omat sekä useiden tilojen yhteiset aurinkovoimalat sekä biokaasulaitokset lisäävät tilojen omavaraisuutta vähentämällä riippuvuutta fossiilisista polttoaineista, ilmastokestävyyttä sekä mahdollistavat ydintoimintaa tukevan tulonlähteen.

3. Sopeutuminen kalankasvatuksessa ja -jalostuksessa

- Kalakantojen turvaaminen: Kalojen kutupaikkojen ennallistaminen ja kalakantojen seuraaminen auttavat varmistamaan kalavarojen kestävä käytön ja sopeutumisen muuttuviin olosuhteisiin. Kalakantoja seuraamalla toimijat voivat reagoida kantojen muutoksiin ja edistää nykyisten kantojen säilymistä erikoistumalla tai keskittämällä tuotantoa väliaikaisesti uusiin kalalajeihin.
- Kalankasvatuksessa pidempien sesonkien hyödyntäminen: Ilmastonmuutoksen myötä kalankasvatuksen tulee sopeutua pidempään avovesikauteen ja kalastussesonkiin. Tämä mahdollistaa tuotantokapasiteetin tehokkaamman hyödyntämisen elintarvikejalostuksessa.
- Vesiviljelyn potentiaalin hyödyntäminen: Koillismaalla on tunnistettu vesiviljely potentiaalseksi kehittämisalueeksi alueen lukuisten puhtaiden ja viileiden vesistöjen myötä. Lisäksi vesiviljelyn kannalta ilmastonmuutoksen vaikutukset ovat pääosin suotuisia tarjoten Koillismaalle myös kilpailuetua.

Tietolaatikko 15: Esimerkkejä alkutuotannolle ja elintarvikejalostukselle tärkeistä toimenpiteistä ja niiden edellytyksistä

Tunnistetuista toimenpiteistä keskeisinä toimijat näkivät **vesiviljelyn kehittämisen uutena elinkeinona** sekä **eteläisempien uusien viljelylajikkeiden hyödyntämisen** (kasviproteiinit, vilja, ohra).

Vesiviljelyn kehittäminen uutena elinkeinona

Toimenpiteen toteutukseen tarvittavat toimijat Koillismaalla	• Paikalliset yrittäjät, jotka haluavat monipuolistaa toimintaansa • Vesiviljelyn asiantuntijat ja tutkimuslaitokset • Kuntien elinkeinokehitysorganisaatiot • Ympäristö- ja lupaviranomaiset, jotka säätelevät ja seuraavat toiminnan ympäristövaikutuksia
Resurssi- ja investointitarpeet	• Tutkimus- ja kehitysrahoitus vesiviljelyn pilottihankkeille ja investointituet uusille toimijoille. • Vesiviljelylaitteiston hankinta ja infrastruktuurin rakentaminen (altaat, pumppujärjestelmät)
Osaamis- ja tietotarpeet	• Tietoa sopivista lajeista, jotka menestyvät Koillismaan olosuhteissa. • Tutkimustietoa vesiviljelyn ympäristövaikutuksista • Vesiviljelyn perustamiseen ja hoitoon liittyvä koulutus
Eteläisempien uusien viljelylajikkeiden hyödyntäminen	
Toimenpiteen toteutukseen tarvittavat toimijat Koillismaalla	• Viljelijät ja maatalouden yritykset, jotka ottavat uudet viljelylajikkeet käyttöön • Maa- ja metsätalousministeriö ja viljelylajikkeiden kehitysohjelmat • Tutkimuslaitokset, kuten Luonnonvarakeskus (LUKE)
Resurssi- ja investointitarpeet	• Kokeilutilat uusille viljelykasveille • Rahoitustuki pilottiprojekteille ja teknisille ratkaisuille, kuten kastelujärjestelmille
Osaamis- ja tietotarpeet	• Viljelijöiden kouluttaminen uusien viljelytekniikoiden ja -vaatimusten osalta • Kaluston hankkiminen (esimerkiksi alueella ei tällä hetkellä ole leikkuupuimureita) • Tieto markkinoista ja jakeluketjuista uusille tuotteille

4.4 Matkailu

Ilmastonmuutoksen vaikutukset luovat useita haasteita ja mahdollisuuksia Pohjois-Suomen matkailualalle, jolla toimivien yrittäjien tulee pystyä mukauttamaan tarjoamiaan palveluita muuttuvaan ilmastoon. Hankkeessa tunnistetut toimenpiteet keskittyvät matkailun ympäri- vuotisuuden ja palvelutarjonnan kehittämiseen, matkailuinfrastruktuurin sopeutumistoimiin, kestävän matkailun edistämiseen sekä uusien innovaatioiden hyödyntämiseen. Tunnistettut toimenpiteet on ryhmitelty neljään teemaan, jotka ovat 1) matkailun ympäri- vuotisuuden ja monipuolisen palvelutarjoaman kehittäminen, 2) matkailuinfrastruktuurin kehittäminen ja vahvistaminen ja 3) teknologian ja innovaatioiden hyödyntäminen.

1. Matkailun ympäri- vuotisuuden ja monipuolisen palvelutarjoaman kehittäminen

- Ympäri- vuotisen matkailun kehittäminen ja matkailuvirtojen tasaaminen: Matkailuse- songin pidentäminen ja tasaisemman matkailuvirran varmistaminen hyödyttävät alu- etta taloudellisesti ja vähentävät infrastruktuuriin ja ympäristöön kohdistuvaa painetta. Tämä tukee myös alueen työ- ja asuntomarkkinoiden kehitystä.
- Uudet matkailutuotteet ja -palvelut: Luomalla uusia matkailupalveluita, kuten uuden- laista elämysmatkailua yritykset voivat tukea ympäri- vuotisen matkailun kehitystä. Elä- mysmatkailun uusia palveluita voivat olla esimerkiksi maatilamatkailu ja metsästysmat- kailu. Lisäksi Pohjois-Suomessa voidaan hyödyntää pohjoisen erityisiä luonnonilmi- öitä, kuten keskiyön aurinkoa. Myös sääolosuhteista riippumattoman matkailun (esim. kulttuuri-, historia- ja ruokapalveluiden kehittäminen voi edistää matkailualan sopeu- tumista muuttuvaan ilmastoon ja sääolosuhteisiin. Matkailupalveluiden profiilia aluilla voidaan edistää kehittämällä kestävää matkailutoimintaa ja lisäämällä kestävän mat- kailun sertifikaattien käyttöä.
- Uusien matkailukohteiden ja -reitistöjen kehittäminen: Ilmastonmuutoksen sekä suur- ten ihmismäärien yhteinen kuormitus voi aiheuttaa osalle alueen suosituimmista ret- keilyreiteistä liiallisia negatiivisia vaikutuksia. Näitä vaikutuksia voi lieventää rakenta- malla reittejä suojaavia rakenteita, kuten pitkospuita tai siirtämällä painetta muille rei- teille.
- Sesonkityöläisten poolin luominen: työvoimapula osin rajoittaa Koillismaan alueen yritysten kasvua ja sesonkityö vähentää työpaikkojen houkuttelevuutta. Työntekijä- poolin perustamista ja työntekijöiden kouluttamista usealle toimialalle on Koillis- maalla jo aiemmin osin tehty. Tätä työtä jatkamalla voidaan mahdollistaa ympäri- vuotinen työllisyys esimerkiksi yhdistämällä talven matkailutyö ja kesän alkutuotanto.

2. Matkailuinfrastruktuurin kehittäminen ja vahvistaminen

- Säilölumen kerääminen alkutalven lumettomuuden varalle: Säilölumen kerääminen ja käyttö mahdollistavat nykyisten talvikauden matkailupalveluiden säilyttämisen ja yllä- pitämisen alkutalven sääolosuhteista riippumatta. Toisaalta lumiriippuvaista toimintaa ja palveluita voidaan tarvittaessa siirtää myös Koillismaan sisällä alueille, joilla on pa- rempi lumivarmuus.

- Säänkestävän infrastruktuurin rakentaminen: Matkailu- ja majoituspalveluiden infrastruktuuria tulee kehittää siten, että se vastaa muuttuviin sääolosuhteisiin. Esimerkiksi laskettelukeskusten infrastruktuuria ja laitteistoa tulisi suunnitella ja kehittää siten, että se kestää kovia tuuliolosuhteita. Lisäksi alueella voidaan harkita siirrettävien rakennusten suunnittelua ja olemassa olevien rakennusten kehittämistä (esimerkiksi tuulisilla alueilla ulospäin avautuvat ikkunat).

3. Teknologian ja innovaatioiden hyödyntäminen

- Säätilan seuranta ja ennakointi: Kehitetään teknologisia ratkaisuja, joiden avulla voidaan suunnitella toimintaa sääolosuhteiden mukaisesti esimerkiksi kansallisen tai alueen toimijoiden oman historiallisen säädatan perusteella. Toimijoiden oman aineiston kerääminen vaatisi paikallisten sääasemien ja kelikameroiden lisäämistä.
- Virtuaalinen matkailu: Mahdollistetaan matkakohteiden kokeminen digitaalisesti, mikä voi täydentää perinteistä matkailua ja houkutella uusia asiakasryhmiä.

Tietolaatikko 16: Esimerkkejä matkailulle tärkeistä toimenpiteistä ja niiden edellytyksistä Tunnistetuista toimenpiteistä keskeisinä toimijat näkivät ympärivuotisen kestävän matkailun kehittämisen sekä sesonkityöntekijöiden poolin kehittämisen.	
Ympärivuotisen kestävän matkailun kehittäminen	
Toimenpiteen toteutukseen tarvittavat toimijat Koillismaalla	• Ruka-Kuusamon matkailuyhdistys • Liikenneyritykset (matkustusyhteyksien parantaminen sesongin ulkopuolella) • Ruka-Kuusamo ja Pyhä • Visit Finland (yhteistyö ympärivuotisen matkailun markkinoinnissa) • Lisäksi tarvitaan kuntarajat ylittävää yhteistyötä kaupunkien ja yritysten kanssa
Resurssi- ja investointitarpeet	• Investoinnit ympärivuotisiin matkailukohteisiin ja -palveluihin, kuten sisäaktiviteettien kehittämiseen • Liikenneyhteyksien, erityisesti julkisen liikenteen, parantaminen • Markkinointi- ja viestintäresurssit uusien matkailutuotteiden ja -konseptien tunnetuksi tekemiseksi
Osaamis- ja tietotarpeet	• Nykyisten ympärivuotisten palveluiden ja palveluntarjoajien kartoitus

	- Tietoa matkailijoiden ympärivuotisista tarpeista ja matkustuskäyttäytymisestä - Koulutusta kestävästä matkailusta ja ympärivuotisten palveluiden suunnittelusta - Aluekohtainen analyysi infrastruktuurin ja palvelujen kapasiteetista
Sesonkityöntekijöiden poolin kehittäminen	
Toimenpiteen toteutukseen tarvittavat toimijat Koillismaalla	- Työvoimaa tarvitsevat alueen yritykset kaikilla toimialoilla yhteyshenkilöineen - Työvoimapalvelut, Kuusamon kaupunki, Taivalkosken kunta ja Naturpolis - Koillis-Suomen Aikuiskoulutus (KSAK) sekä muut oppilaitokset - Muut lähialueen sesonkipainotteisen toimialat (esim. Vuokatti)
Resurssi- ja investointitarpeet	- Alustan kehittäminen työvoiman hallintaan ja siirtymien koordinoimiseen - Koulutus- ja perehdytysohjelmien rahoitus, mikäli työhön ei voida kouluttaa työpaikalla - Investoinnit asuntoihin ja kuljetuksiin työvoiman liikuttamisen helpottamiseksi.
Osaamis- ja tietotarpeet	- Tietoa kausityöntekijöiden määrästä ja osaamisesta sekä yritys- ja toimialakohtaisista työvoimatarpeista (vuosikello) - Koulutusta työntekijöille pääosin työpaikoilla, jotta he voivat toimia joustavasti eri toimialoilla. - Lisäkoulutusta KSAK:ssa tai muissa oppilaitoksissa.

4.5 Liikenne ja logistiikka

Ilmastonmuutoksen vaikutukset liikenteelle ja logistiikalle kohdistuvat erityisesti tieinfrastruktuuriin, jonka huoltaminen ja ylläpito saattaa vaatia uusia toimintamalleja ja niiden kehittämistä Koillismaalla. Toisaalta ilmastonmuutos saattaa osaltaan vauhdittaa liikenteen innovatiivisten ratkaisuiden kehittämistä ja käyttöönottoa. Hankkeessa tunnistetut sopeutumistimet keskittyvät tieliikenneinfrastruktuurin kehittämiseen, kuljetusratkaisujen optimointiin ja teknologisiin innovaatioihin. Toimenpiteet jakautuivat neljään pääteemaan: 1) tieliikenneinfrastruktuurin vahvistaminen, 2) toimitusketjujen joustavuuden kehittäminen, 3)

vaihtoehtoisten kuljetusmuotojen ja energiaratkaisujen käyttöönotto sekä 4) teknologiset innovaatiot ja tietoverkkojen vahvistaminen. Tunnistettut toimenpiteet jakautuvat teemoihin seuraavasti:

1. Tieliikenneinfrastruktuurin vahvistaminen

- Tieverkon säännöllinen huoltaminen: Säännöllinen huolto ja teiden kunnon seuranta varmistavat tieverkon turvallisuuden ja vähentävät sääolosuhteista aiheutuvien tievaurioiden (esim. routavauriot) aiheuttamia riskejä
- Säänkestävien rakenteiden ja tieinfrastruktuurin rakentaminen: Uusien rakenteiden, kuten siltojen, suunnittelussa tulee ottaa huomioon sään ääri-ilmiöt, esimerkiksi tulvat ja myrskytuulet.

2. Toimitusketjujen joustavuuden kehittäminen

- Ennakoivan analytiikan ja reaaliaikaisen säädäntä käyttö toimitusketjujen hallinnassa: Säätilan seuranta ja analytiikka mahdollistavat kuljetusreittien ja aikataulujen mukauttamisen sääolosuhteiden mukaan.
- Kuljetusten optimointi ja yhdistäminen eri toimijoiden kesken: Kuljetuskapasiteetin jakaminen eri toimijoiden kesken vähentää kustannuksia, energiankulutusta ja kuljetukseen liittyvää ympäristökuormitusta.

3. Kestävien ja vaihtoehtoisten liikkumismuotojen edistäminen

- Vaihtoehtoiset kuljetusmuodot: Rautatien suunnittelu, toteutus ja käyttöönotto koko Koillismaalla vastaisivat teollisuuden ja matkailijoiden tarpeisiin ja vähentäisivät liikenteestä aiheutuvaa kuormitusta tieverkostolle sekä ilmastopäästöjä.
- Uusiutuvien ja vaihtoehtoisten polttoaineiden käyttö: Kuljetusajoneuvojen ja lentokoneiden energiankäytön muuttaminen vähäpäästöisemmäksi tukee sekä ilmastomuutoksen hillintää että toimialan kestävyyttä pitkällä aikavälillä.

4. Teknologiset innovaatiot ja tieverkon vahvistaminen

- Innovatiivisten logistiikkaratkaisujen käyttöönotto: Esimerkiksi dronet edustavat innovatiivisia logistiikkaratkaisuja, jotka voivat toimia joustavina kuljetusratkaisuin erityisesti vaikeapääsyisillä alueilla tai poikkeusoloissa, joissa perinteiset kuljetusmuodot eivät ole mahdollisia.
- Toimivan langattoman verkon varmistaminen: Luotettava tietoliikenne mahdollistaa reaaliaikaisen tiedon välittämisen ja valmiuden myrskyihin ja sääolosuhteisiin, mikä parantaa logistiikan hallintaa äärimmäisissä sääolosuhteissa.

Tietolaatikko 17: Esimerkkejä liikenteelle ja logistiikalle tärkeistä toimenpiteistä ja niiden edellytyksistä

Tunnistetuista toimenpiteistä keskeisinä toimijat näkivät **tieverkon huoltamisen** sekä **kuljetusten optimointi eri toimialojen kesken**.

Tieverkon huoltaminen	
Toimenpiteen toteutukseen tarvittavat toimijat Koillismaalla	• Paikalliset ja alueelliset liikenneviranomaiset • Urakoitsijat ja kunnossapitoyritykset • Ilmatieteen laitoksen kaltaiset sääpalveluiden tarjoajat • Paikalliset asukkaat ja yritykset (tiedon jakaminen ongelmakohdista)
Resurssi- ja investointitarpeet	• Säännöllinen rahoitus tieverkon huoltotoimiin • Moderni kunnossapitokalusto (esim. tienhoitokoneet ja valvontalaitteet) • Investoinnit kestävämpiin tienrakennusmateriaaleihin ja teknologioihin
Osaamis- ja tietotarpeet	• Paikallistuntemus tieverkon ongelmakohdista ja niiden hoidosta • Tieto ilmastonmuutoksen vaikutuksista paikallisiin sääoloihin • Osaaminen uusien materiaalien ja säänkestävien teknologioiden käytössä
Kuljetusten optimointi toimialojen kesken	
Toimenpiteen toteutukseen tarvittavat toimijat Koillismaalla	• Logistiikka-alan yritykset • Matkailu- ja elintarviketeollisuuden toimijat • Paikalliset ja alueelliset viranomaiset liikenteen koordinoinnissa • Tietopalveluiden tarjoajat (reaaliaikainen liikenne- ja kuljetusdata)
Resurssi- ja investointitarpeet	• Digitalisoidut logistiikka-alustat, jotka mahdollistavat kuljetuskapasiteetin reaaliaikaisen seurannan • Yhteistyösopimukset eri toimialojen välillä • Investoinnit infrastruktuuriin, kuten logistiikkakeskuksiin
Osaamis- ja tietotarpeet	• Tietoa eri toimialojen kuljetustarpeista ja kausivaihteluista

- | | |
|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none">• Analytiikkatyökalujen käyttöösaamista kuljetusten suunnittelussa |
|--|--|

5 Johtopäätökset

Johtopäätökset

Globaalisti vuosi 2023 osoittautui kansainvälisen mittaushistorian kuumimmaksi vuodeksi ja on hyvin todennäköistä, että vuosi 2024 rikkoo edelliset ennätykset ja muodostuu tätäkin kuumemmaksi.²²⁷ Trendi on selvä ja Suomen näkökulmasta on tärkeää ymmärtää, että monet ilmastomuutoksen vaikutuksista ovat meillä globaalia keskivertoa merkittävämmät, ja tämä tulee edellyttämään merkittäviä sopeutumistoimia kaikilta toimijoilta tulevina vuosina ja vuosikymmeninä.

Vaikka Suomi on kuulunut pitkään ilmastomuutoksen sopeutumisen edelläkävijöihin, sopeutumisratkaisujen vieminen käytäntöön eri toimialoilla Suomessa on usein ollut hajanaista ja projektinomaista. Tämän hankkeen tavoitteena on ollut luoda tilannekuva Koillismaan alueen toimialojen ilmastomuutokseen varautumisen tilasta sekä toimialoittain löytää tärkeimmät kehityskohdat ilmastomuutoksen tuomiin haasteisiin vastaamiseksi tavalla, joka tukee Koillismaan alueen elinvoiman ja hyvinvoinnin kehittämistä kestäväällä ja systemaattisella tavalla.

Osa ilmastoriskeistä on jo Koillismaan toimijoille tuttuja mutta haasteet ovat kasvussa

Ilmastomuutoksen vaikutus tähän mennessä voidaan nähdä selvimmin keskilämpötilan nousuna, kasvukauden lämpösummissa kesällä ja talven lumi- ja jääolosuhteissa. Koillismaalla lumientulon ajankohta on tähän mennessä siirtynyt keskimäärin vain vähän myöhäisemmäksi, samoin lumipeitteen sulamisajankohta on aikaistunut vain vähän mutta jatkossa alkutalven lumivarmuus heikkenee ja lumien katoamisen keskimääräinen ajankohta siirtyy vuosisadan puolivälin jälkeen toukokuulta huhtikuun puolelle. Sateisuudessa ja esimerkiksi tuulisuudessa ei vielä ole Suomessa tapahtunut yhtä merkittäviä muutoksia, vaikka maailmanlaajuisesti ilmastomuutos vaikuttaa merkittävästi myös sateisuuteen ja vesivarojen riittävyyteen eri alueilla. Ottaen huomioon nykyiset ja suunnitellut päästövähennystoimet, sademäärä Koillismaalla tulee kasvamaan etenkin talvella, ja rankkasateet voimistuvat myös kesällä. On odotettavissa, että lämpötila nousee tulevina vuosina enemmän talvella kuin kesällä. Keskilämpötilan noustessa on luonnollista, että talvien kovat pakkaset harvinaistuvat, ka kesäisin hellejaksoit voimistuvat ja hellepäivät lisääntyvät. Talvella kylmimmät lämpötilat lauhtuvat eniten, mutta myös keskitalven suojasäät ja vesisateet yleistyvät. Tuulisuudessa ja myrskyjen esiintymisessä ei odoteta tapahtuvan suuria muutoksia. Kesän rajuilmat mahdollisesti voimistuvat.

Koillismaan toimijoiden on osattava hyödyntää vahvuuksiaan muuttuvassa ilmastossa

²²⁷ Climate Adapt, n.d. ja Copernicus, 2024

Koillismaan alueen sopeutuminen ilmastonmuutokseen perustuu paikallisten toimijoiden kykyyn hyödyntää olemassa olevia vahvuuksiaan. Toimialojen hyvä lähtötilanne, kuten toimintojen paikallisuus, raaka-aineiden läheisyys sekä puhdas luonto, antavat erinomaiset edellytykset onnistuneelle riskien hallinnalle sekä mahdollisuuksien hyödyntämiselle. Ilmastonmuutoksen myötä avautuvilla mahdollisuuksilla, kuten uusien kasvilajien viljelemisellä ja metsän kasvun kiihtymisellä, on potentiaalia olla merkittäviä alueen elinvoiman kasvutekijöitä. Samalla, kun Koillismaa voi jatkaa vahvuksiensa hyödyntämistä, tulisi jatkaa toiminnan uudistamista ilmastonmuutoksen riskeihin vastaamiseksi. Metsätuhojen välttämiseksi voidaan tarkastella uudenlaisia metsänhoidon käytäntöjä ja liiketoimintamalleja, alku- ja loppupalven lumivarmuuden heikentyessä ympärivuotisen matkailun roolia täytynee kasvattaa ja alueelle on ratkaisevan tärkeää, että tärkeimmät logistiset pääväylät kestävät vaihtelevia sääolosuhteita. Koillismaan toimialojen yhteistyöverkostot, jotka kattavat sekä suuret että pienet toimijat, sekä yhdessä tehtävät hankeavaukset ja kehittämissuunnitelmat antavat vahvan pohjan menestymiselle muuttuvassa ilmastossa.

Koillismaan toimijoilla on käytettävissään monia konkreettisia sopeutumisratkaisuja

Ilmastonmuutokseen liittyvien sopeutumistoimenpiteiden suunnittelussa on keskeistä varmistaa, että toimet ovat kokonaisvaltaisia, ennakoivia ja eri toimialojen välistä yhteistyötä tukevia. Resurssien tehokas käyttö ja alueellisen elinvoiman edistäminen ovat avainasemassa, jotta sopeutumistoimet ovat vaikuttavia ja kustannustehokkaita. Lisäksi on tärkeää huomioida sopeutumistoimien mahdolliset sosiaaliset ja ympäristövaikutukset ja varmistaa, että toimet ovat ekologisesti, sosiaalisesti sekä taloudellisesti kestäviä. Lukuisat hankkeessa tunnistetut toimenpiteet tukevat samanaikaisesti useiden toimialojen sopeutumista ja elinvoimaa. Esimerkiksi metsähakkuiden yhteissuunnittelulla voidaan minimoida myrskytuhoja ja edistää alueen muiden elinkeinojen kehitystä, kuten matkailua. Kuljetusten optimointi eri toimialojen kesken taas vähentää logistista painetta ja parantaa toimitusketjujen kestävyyttä muuttuvissa sääolosuhteissa.

Suosituks

Tiekartta ilmastokestäville Koillismaalle rakennetaan yhdessä

Koillismaalla ilmastonmuutoksen vaikutukset haastavat kaikkia toimialoja, ja ilmastoriskien ottaminen haltuun tulee edellyttämään kullekin toimialalle omia räätälöityjä sopeutumistoimia, mutta myös suuren joukon yhdessä suunniteltuja ja toteutettavia sopeutumisratkaisuja.

Alueen toimialoilla voidaan tunnistaa selkeä tahtotila löytää sopeutumisratkaisuja, jotka samanaikaisesti pyrkivät vahvistamaan alueen elinvoimaa ja kestävää hyvinvointia. Sopeutumistoimien vieminen menestyksekkäästi käytäntöön tulee edellyttämään systemaattista ja strategista lähestymistapaa ilmastoriskien ja mahdollisuuksien hallintaan:

- **Sopeutumistoimien jatkojalostamista ja priorisointia**
 - Tässä hankkeessa on tunnistettu toimialoille useita vaihtoehtoisia sopeutumistoimia, joista osaa ollaan jo toteuttamassa tai joiden toimeenpanoa

suunnitellaan. Valikoiduille sopeutumistoimille on myös tunnistettu avaintoimijoita sekä resursseja ja osaamista, joita niiden vieminen käytäntöön tulee edellyttämään. Jatkossa on tärkeää, että sopeutumistoimia jatkojalostetaan, ja niitä priorisoidaan yhdessä tavalla, joka hyödyntää eri toimialojen välisiä synergioita ja auttaa luomaan optimaalisen tiekartan Koillismaalla tarvittaville sopeutumisratkaisuille 2025–2050.

- **Sopeutumistoimenpiteiden ”orkestrointia” ja seuranta**

- Opit sopeutumistoimien menestyksekkästä viemisestä käytäntöön, Suomesta ja muista maista, kannustavat varmistamaan, että sopeutumisstrategialla, tiekartalla ja sen toimeenpanolla on ”kotipesä” alueen, kunnan ja/tai yrityksen päätöksenteossa. Tällaisen toimijan tunnistaminen ja resursoiminen Koillismaalla antaa mahdollisuuden tunnistaa synergioita eri toimialojen välillä, ja myös varmistaa, että priorisoidut sopeutumisratkaisut edistävät alueen kestävän elinvoiman kehittymistä parhaalla mahdollisella tavalla. Tämä voi myös auttaa sopeutumistoimien tehokkuuden ja onnistumisen seurannassa - oppien kerääminen kannattaa, koska ongelma ei ole katoamassa mihinkään ainekaan lähivuosina.

- **Osaamisen kehittämistä**

- Sopeutumistoimia suunniteltaessa ja toimeenpantaessa voi hyödyntää olemassa olevia oppeja, joita tässä hankkeessa on myös koottu Koillismaan toimijoiden hyödynnettäväksi ns. ”hyvien sopeutumiskäytäntöjen” alle. Kestävien ja elinvoimaa vahvistavien sopeutumistoimien vieminen käytäntöön Koillismaalla tulee edellyttämään jatkuvaa oppimista, jota toimenpiteiden seuranta luonnollisesti tukee. Oppimista ei tulisi ainoastaan tapahtua toimialakohtaisesti, vaan monet tarvittavista elinvoimaa ja sopeutumista tukevista toimenpiteistä vaativat yleistä ymmärrystä ilmastonmuutoksesta ja sen sopeutumisesta sekä ymmärrystä muista toimialoista. Samanaikaisesti on tärkeää muistaa, että Koillismaa ei ole yksin haasteen edessä, muualta kerättyjä oppeja kannattaa jatkossakin hyödyntää, ja sopeutumistoimissa ei useimmiten ole kyse rakettitieteestä.

- **Resurssien aktiivista mobilisointia**

- Ilmastonmuutokseen sopeutuminen tulee vaatimaan erilaisia panostuksia, joista osa edellyttää taloudellista pääomaa, osa inhimillistä ja sosiaalista pääomaa ja toimintatapojen muutoksia. Tarvittavien resurssien mobilisointi eittämättä haasteellista mutta samalla on hyvä pitää mielessä, että kokonaisuutena ilmatoriskien ennaltaehkäisy tulee säästämään kustannuksia myös Koillismaalla. Samanaikaisesti monet toimijat (mm. EU rahoitus, sekä yksityiset toimijat) ovat lisäämässä rahoitustaan ilmastokestävyyttä vahvistaviin hankkeisiin, jotka samanaikaisesti edistävät kestävää liiketoimintaa.

Hankkeen analyysin perusteella Koillismaan toimialoilla on hyviä edellytyksiä lähteä viemään eteenpäin tarvittavia sopeutumistoimia. Esitetyt suositukset voivat auttaa systematisoimaan ja vauhdittamaan sopeutumistyötä Koillismaalla.

Lähdeluettelo

Aalto, J., Lehtonen, I., Pirinen, P., Aapala, K. ja Heikkinen, R. K., 2023. Bioclimate change across the protected area network of Finland. *Sci. Total Environ.*, 893: 164782. Saatavilla: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164782>

Aalto, J., Pirinen, P. ja Jylhä, K., 2016. New gridded daily climatology of Finland: Permutation-based uncertainty estimates and temporal trends in climate. *J. Geophys. Res. Atmos.*, 121: 3807–3823. Saatavilla: <https://doi.org/10.1002/2015JD024651>

Asiantuntijahaastattelu 16.5.2024

Asiantuntijahaastattelu 14.10.2024

Asiantuntijahaastattelu 12.11.2024

Asikainen, A., Viiri, H., Neuvonen, S., Nevalainen, S., Lintunen, J., Laturi, J., Uusivuori, J., Venäläinen, A., Lehtonen I. ja Ruosteenoja, K., 2019. Ilmastonmuutos ja metsätuhot – analyysi ilmaston lämpenemisen seurauksista Suomen osalta. Suomen ilmastopaneeli, Raportti 1/2019. Saatavilla: <https://ilmastopaneeli.fi/hae-julkaisuja/ilmastonmuutos-ja-metsatuhot-analyysi-ilmaston-lampenemisen-seurauksista-suomen-osalta/>

Bakker, P., Schmittner, A., Lenaerts, J. T. M., Abe-Ouchi, A., Bi, D., van den Broeke, M. R., Chan, W.-L., Hu, A., Beadling, R. L., Marsland, S. J., Mernild, S. H., Saenko, O. A., Swingedouw, D., Sullivan, A. ja Yin, J., 2016. Fate of the Atlantic Meridional Overturning Circulation: Strong decline under continued warming and Greenland melting. *Geophys. Res. Lett.*, 43: 12252–12260. Saatavilla: <https://doi.org/10.1002/2016GL070457>

Caesar, L., Rahmstorf, S., Robinson, A., Feulner, G. ja Saba, V., 2018. Observed fingerprint of weakening Atlantic Ocean overturning circulation. *Nature*, 556, 191–196. Saatavilla: <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0006-5>

Caruna Oy, 2024. Jakeluverkon kehittämissuunnitelma. Tiivistelmä. 12 s. Viitattu 25.11. Saatavilla: <https://caruna.fi/sites/default/files/docs/Caruna%20Oy%20jakeluverkon%20kehitt%C3%A4missuunnitelman%20tiivistelm%C3%A4%202024.pdf>

Caruna Oy, 2024. Koillismaan sähköverkon maakaapelointi jatkuu tänä kesänä Pudasjärven taajama-alueella. Viitattu 25.11.2024. Saatavilla: <https://caruna.fi/ajankohtaista/koillismaan-sahkoverkon-maakaapelointi-jatkuu-tana-kesana-pudasjarven-taajama>

Climate Adapt, n.d. Climate services. Saatavilla: <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/knowledge/adaptation-information/climate-services/>

Copernicus, 2024. Copernicus: Second-warmest November globally confirms expectation for 2024 as warmest year. Saatavilla: <https://climate.copernicus.eu/copernicus-second-warmest-november-globally-confirms-expectation-2024-warmest-year>

Ditlevsen, P. ja Ditlevsen, S., 2023. Warning of a forthcoming collapse of the Atlantic meridional overturning circulation. *Nat. Commun.*, 14: 4254. Saatavilla: <https://doi.org/10.1038/s41467-023-39810-w>

Dyrrdal, A. V., Olsson, J., Médus, E., Arnbjerg-Nielsen, K., Post, P., Aņiskeviča, S., Thorndahl, S., Førland, E., Wern, L., Mačiulytė, V. ja Mäkelä, A., 2021. Observed changes in heavy daily precipitation over the Nordic-Baltic region. *Journal of Hydrology: Regional Studies* 38: 100965. Saatavilla: <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2021.100965>

Energiatallisuus, 2024. Kaukolämpötilasto 2022. Haettu 4.7.2024. Saatavilla: <https://energia.fi/tilastot/kaukolampotilasto/>

Fingrid, n.d. Karttapalvelu. Haettu 12.9.2024. Saatavilla: <https://karttapalaute.fingrid.fi/?link=hDzo>

Finlex, 2013. 9.8.2013/588. Sähkömarkkinalaki. Saatavilla: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2013/20130588>

Freistetter, N.-C., Médus, E., Hippi, M., Kangas, M., Dobler, A., Belušić, D., Käyhkö, J. ja Partanen, A.-I., 2022. Climate change impacts on future driving and walking conditions in Finland, Norway and Sweden. *Regional Environmental Change*, 22: 58. Saatavilla: <https://doi.org/10.1007/s10113-022-01920-4>

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. ja Siiriä, S.-M., 2021. Ilmastomuutokseen sopeutumisen ohjauskeinot, kustannukset ja alueelliset ulottuvuudet. Suomen ilmastopaneelin raportti 2/2021. Saatavilla: <https://helda.helsinki.fi/items/d788de23-a628-4631-a66e-de63e08893f2>

Gregow, H., Rantanen, M., Laurila, T. K. ja Mäkelä, A., 2020. Review on winds, extratropical cyclones and their impacts in Northern Europe and Finland. Ilmatieteen laitos. Raportteja 2020:3. ISBN 978-952-336-118-8 (pdf). Saatavilla: <https://helda.helsinki.fi/series/api/core/bitstreams/57cd106d-d6d9-495c-973a-af4e6f3ce222/content>

Groenemeijer, P., Vajda, A., Lehtonen, I., Kämäräinen, M., Venäläinen, A., Gregow, H., Becker, N., Nissen, K., Ulbrich, U., Morales Nápoles, O., Paprotny, D. ja Púčik, T., 2016. Present and future probability of meteorological and hydrological hazards in Europe. *European Severe Storms Laboratory*, Weßling, Saksa, 165 s. Saatavilla: <https://repository.tudelft.nl/record/uuid:906c812d-bb49-408a-aeed-f1a900ad8725>

Hausfather, Z. ja Peters, G. P., 2020. Emissions – the ‘business as usual’ story is misleading. *Nature*, 577: 618–620. Saatavilla: <https://doi.org/10.1038/d41586-020-00177-3>

Heikkinen, H. I. (toim.), 2010. Ilmastomuutos ja matkailun haasteet Kuusamossa ja Sotkamossa – matkailun haavoittuvuuden ja sopeutumisen arviointi osallistavan tulevaisuudentutkimuksen menetelmällä. Oulun yliopisto, 43 s.

Hildén, M., Tikkakoski, P., Sorvali, J., Mettiäinen, J., Käyhkö, J., Helminen, M., Määttä, H., Berninger, K., Meriläinen, P., Ahonen, S., Kolstela, J., Juhola, S., Tynkkynen, O., Gregow, H., Groundstroem, F., Halonen, J. I., Munck av Rosenschöld, J., Tuomenvirta, H., Carter, T., Lehtonen, H., Luomaranta, A. ja Mäkelä, A., 2022. Ilmastomuutokseen sopeutuminen Suomessa – nykytila ja kehitysnäkymät. Valtioneuvoston kanslia. ISBN pdf: 978-952-383-420-0.

Saatavilla: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164300/VNTEAS_2022_55.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Honkaniemi, J., Albrich, K., Repo, A., Aalto, J., Graf, L., Haikarainen, S., Huitu, O., Hantula, J., Hynynen, J., Jantunen, A., Kolstela, K., Lehtonen, I., Matala, J., Nikula, A., Poutanen, J., Salminen, H. ja Vauhkonen, J., 2024. Multifunctional forests and their risks under climate change – Final report of the FOSTER project. *Natural Resources and Bioeconomy Studies* 28/2024, Luonnonvarakeskus, Helsinki. Saatavilla: https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/554787/luke-luobio_28_2024.pdf?sequence=1

Härmä, M., 2008. Itämeren suolapitoisuuden lasku hyödyttää särkeä. *Apaja* 1/2008. 40 s.

Höglund A., Pemberton P., Hordoir R. ja Schimanke S., 2017. Ice conditions for maritime traffic in the Baltic Sea in future climate. *Boreal Environmental Research*, 22: 245–265. Saatavilla: <https://www.borenav.net/BER/archive/pdfs/ber22/ber22-245-265.pdf>

Ilmasto-opas.fi, n.d. Tietoa ilmastonmuutoksesta toimialoille. Saatavilla: <https://www.il-masto-opas.fi/artikkelit/ilmastonmuutos-vaikuttaa-vesiemme-kalalajistoon>

Ilmasto-opas.fi, n.d. Ilmastonmuutos vaikuttaa vesiemme kalalajistoon. Saatavilla: <https://www.il-masto-opas.fi/artikkelit/ilmastonmuutos-vaikuttaa-vesiemme-kalalajistoon>

Ilmatieteen laitos, 2024. Ilmastovuosisikatsaus 2023. Digilehti. DOI: 10.35614/ISSN-2341-6408-IVK-2023-00. Saatavilla: <https://www.ilmastokatsaus.fi/2024/02/01/ilmastovuosisikatsaus-2023/>

Ilmatieteen laitos, 2022. MAAILMANLAAJUISIIN CMIP6-ILMASTOMALLEIHIN PERUSTUVIA ILMASTONMUUTOSSKENAARIOITA. Saatavilla: https://assets.ctfassets.net/hli0qi7fbbos/1sJBYdUbndwx6uB1Ldnfcs/ad144a51396826ff229debbfc951a09b/ilmastonmuutosskenaariot_cmip6_verkko.pdf

Ilmatieteen laitos, n.d. Tuuliatlas. Saatavilla: <http://www.tuuliatlas.fi/fi/>

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2023. Water Cycle Changes, in *Climate Change 2021 – The Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 1055–1210. Saatavilla: <https://www.cambridge.org/core/books/climate-change-2021-the-physical-science-basis/water-cycle-changes/1E7F2B90411645E36048670B826F131A>

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2023. Weather and Climate Extreme Events in a Changing Climate, in *Climate Change 2021 – The Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 1513–1766. Saatavilla: <https://www.cambridge.org/core/books/climate-change-2021-the-physical-science-basis/weather-and-climate-extreme-events-in-a-changing-climate/5BCB24C5699F1D42B2DE379BDD4E2119>

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2013. Climate Change 2013. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T. F., Qin, D., Plattner, G.-K.,

Tignor, M., Allen, S. K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V. ja Midgley, P. M. (toim.). Cambridge University Press, Cambridge ja New York. Saatavilla: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2017/09/WG1AR5_Frontmatter_FINAL.pdf

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2021. Climate Change 2021. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., Connors, S. L., Péan, C., Berger, S., Caud, N., Chen, Y., Goldfarb, L., Gomis, M. I., Huang, M., Leitzell, K., Lonnoy, E., Matthews, J. B. R., Maycock, T. K., Waterfield, T., Yelekçi, O., Yu, R. ja Zhou, B. (toim.)]. Cambridge University Press, Cambridge ja New York. Saatavilla: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>

Kesko, 2024. Kaupat. Haettu 10.12.2024. Saatavilla: <https://www.k-ruoka.fi/>

Kestävästi kehittyvät maatilat -hankehakemus. Lisätietoja hankkeesta: Naturpolis. Kestävästi kehittyvät maatilat. Saatavilla: <https://naturpolis.fi/hanke/kestavasti-kehittyvat-maatilat/>

Kniesbusch, M., Meier, H. E. M. ja Radtke, H., 2019. Changing salinity gradients in the Baltic Sea as a consequence of altered freshwater budgets. *Geophys. Res. Lett.*, 46: 9739-9747. Saatavilla: <https://doi.org/10.1029/2019GL083902>

Koillissanomat, 2023. Mitä jos myös Kuusamon Soilun voimalaitos ajettaisiin alas ja joki entisöitäisiin? - "Myyntiaikeita eikä halukkuutta ei ole" Haettu 4.7.2024. Saatavilla: <https://www.koillissanomat.fi/mita-jos-myos-kuusamon-soilun-voimalaitos-ajettais/5984871>

Koli, L., 1990. Suomen kalat. WSOY, Porvoo, 1990. 357 s.

Korhonen, J., 2005. Suomen vesistöjen jääolot. Suomen ympäristökeskus, Helsinki 2005. *Suomen ympäristö ; 751*. 142 s. Saatavilla: <https://helda.helsinki.fi/items/cbeb8a07-fc73-4226-91d6-43ce9d8f4f4a>

Kumpula, J., Rämö, S., Holkeri, L., Pekkarinen, A.-J., Siitari, J., Tuomenvirta, H., Lehtonen, I. ja Rasmus, S., 2024. Warm, rainy winter onset increases the risk of hard, icy snow layers and the occurrence of mycotoxins in reindeer winter pastures. *Regional Environmental Change*, 24: 160. Saatavilla: <https://doi.org/10.1007/s10113-024-02321-5>

Kuubion teollisuusalueen esite, n.d.

Kuusamo, n.d. Jokikalastus. Saatavilla: <https://www.kuusamo.fi/kulttuuri-ja-vapaa-aika/mat-kailu/kalastus/jokikalastus/>

Kuusamo, n.d. Järvikalastus. Saatavilla: <https://www.kuusamo.fi/kulttuuri-ja-vapaa-aika/mat-kailu/kalastus/jarvikalastus/>

Kuusamon EVO, n.d. Lämpöhuolto. Kuusamon Puhdas kaukolämpö on helppo ja huoleton. Haettu 10.12.2024. Saatavilla: <https://kuusamonevo.fi/lampohuolto/>

Kuusamon Juusto, 2023. Leppäkosken Lämpö ja Kuusamon Juusto energiayhteistyökumppaneiksi. Haettu 4.7.2024. Saatavilla: <https://www.kuusamonjuusto.fi/ajankoh-taista/2023/4/11/leppkosken-lmp-ja-kuusamon-juusto-energiayhteistykumppaneiksinbsp>

Kuusamon kaupungin ja Taivalkosken kunnan kärkitoimialojen kehityksenseuranta 2023

Kämäräinen, M., Hyvärinen, O., Vajda, A., Nikulin, G., van Meijgaard, E., Teichmann, C., Jacob, D., Gregow, H. ja Jylhä, K., 2018. Estimates of present-day and future climatologies of freezing rain in Europe based on CORDEX regional climate models. *J. Geophys. Res. Atmos.*, 123: 13291–13304. Saatavilla: <https://doi.org/10.1029/2018JD029131>

Laapas, M. ja Venäläinen, A., 2017. Homogenization and trend analysis of monthly mean and maximum wind speed time series in Finland, 1959–2015. *Int. J. Climatol.*, 37: 4803–4813. Saatavilla: <https://doi.org/10.1002/joc.5124>

Lapin Kansa, 2024. Jo kolmas kunta Lapissa voi saada datakeskuksen ja hukkalämpöä asukkaille. Saatavilla: <https://www.lapinkansa.fi/jo-kolmas-kunta-lapissa-voi-saada-datakeskusen-ja/11307562>

Lapin Liitto, n.d. MountResilience – Ratkaisuja ilmastomuutoksen sopeutumiseen. Saatavilla: <https://www.lapinliitto.fi/hankkeet/kansainvaliset-hankkeet/mountresilience/>

Lapin Liitto, n.d. NBS4LOCAL – Luontopohjaiset ratkaisut ilmastonmuutokseen sopeutumisessa. Saatavilla: <https://www.lapinliitto.fi/hankkeet/kansainvaliset-hankkeet/nbs4local/>

Laurila, T. K., Sinclair, V. A. ja Gregow, H., 2021. Climatology, variability, and trends in near-surface wind speeds over the North Atlantic and Europe during 1979–2018 based on ERA5. *Int. J. Climatol.*, 41: 2253–2278. Saatavilla: <https://doi.org/10.1002/joc.6957>

Laurila, T. K., and Mäkelä, A., 2019. Thunderstorm observations in Finland – lightning location data 2002–2018, FMI's Climate Bulletin: Research Letters, 1(2), 5. Saatavilla: https://is-suu.com/fmi-ik/docs/research_letters_autumn_2019/5

Lehtonen, I., Kämäräinen, M., Gregow, H., Venäläinen, A. ja Peltola, H., 2014. Heavy snow loads in Finnish forests respond regionally asymmetrically to projected climate change. *Nat. Haz. Earth Syst. Sci.*, 16: 2259–2271. Saatavilla: <https://doi.org/10.5194/nhess-16-2259-2016>

Lehtonen, I., Utriainen, L., Seppänen, J., Leijala, U., Särkkä, J., Pettersson, H. ja Jylhä, K., 2024. Ilmastonmuutoksen skenaariot väylänpidossa. Väyläviraston julkaisuja 15/2024, Väylävirasto, Helsinki. Saatavilla: https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/188761/vj_2024-15_978-952-405-153-8.pdf?sequence=5&isAllowed=y

Lehtonen, I., Venäläinen, A., Kämäräinen, M., Asikainen, A., Laitila, J., Anttila, P. ja Peltola, H., 2019. Projected decrease in wintertime bearing capacity on different forest and soil types in Finland under a warming climate. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 23: 1611–1631. Saatavilla: <https://doi.org/10.5194/hess-23-1611-2019>

LIDL, n.d. Myymälät. Haettu 10.12.2024. Saatavilla: <https://www.lidl.fi/c/myymaelaet/s10021311?pagelid=10021784/10021311>

Liikennevirasto, 2014. Sorateiden kunnossapito. Liikenneviraston ohjeita 1/2014, Helsinki, 61 s. Saatavilla: https://ava.vaylapiivi.fi/ava/Julkaisut/Liikennevirasto/lo_2014-01_sorateiden_kunnossapito_web.pdf

Lindberg, H., Granström, A., Gromtsev, A., Levina, M., Shorohova, E. ja Vanha-Majamaa, I., 2021. The annual burnt forest area is relatively low in Fennoscandia, teoksessa: *Climate change and forest management affect forest fire risk in Fennoscandia* [Aalto, J. ja Venäläinen, A. (toim.)], 28–65. Saatavilla: <http://hdl.handle.net/10138/330898>

Liira, L., 2015. Ilmastonmuutoksen vaikutus Kuusamon matkailuun nyt ja tulevaisuudessa. Haaga-Helia ammattikorkeakoulu, 41 s. Saatavilla: <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201502262615>

Luomaranta, A., Ruosteenoja, K., Jylhä, K., Gregow, H., Haapala, J. ja Laaksonen, A., 2014. Multimodel estimates of the changes in the Baltic Sea ice cover during the present century. *Tellus A: Dynamic Meteorology and Oceanography*, 66:1. Saatavilla: <https://doi.org/10.3402/tellusa.v66.22617>

Luomaranta, A., Aalto, J. ja Jylhä, K., 2019. Snow cover trends in Finland over 1961–2014 based on gridded snow depth observations. *Int. J. Climatol.*, 39: 3147–3159. Saatavilla: <https://doi.org/10.1002/joc.6007>

Luonnonvarakeskus, n.d. Marjasää. Luonnonmarjat talteen säädataa hyödyntäen. Saatavilla: <https://www.luke.fi/fi/projektit/marjasaa>

Luonnonvarakeskus, 2023. Turvemaapeltojen viljelyn ja suomensien hoidon muutoksilla tuetaan ilmastolain tavoitteiden toteutumista. Luonnonvarakeskus Policy Brief. Saatavilla: <https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/553274/Policy%20Brief%202023.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Lyytikäinen-Saarenmaa, P., 2023. Metsien terveys uhattuna – kirjanpainaja kuusien tappajana. *Ilmastokatsaus*, 25 (6): 8–10. Saatavilla: <https://doi.org/10.35614/ISSN-2341-6408-IK-2023-06-02>

Maa- ja metsätalousministeriö, 2005. Ilmastonmuutoksen kansallinen sopeutumisstrategia. MMM:n julkaisuja 1/2005. 276 s. Saatavilla: <https://mmm.fi/documents/1410837/0/Kansallinen+sopeutumisstrategia.pdf/645a9497-7076-d848-4156-48d7b442c4cd/Kansallinen+sopeutumisstrategia.pdf?t=1594804278431>

Maaseudun Tulevaisuus, 2019. Viime talven lumituhot koskettivat lähes 3 000 metsänomistajaa – poista tuhopuut keväällä. Saatavilla: <https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/metsa/e022340e-906a-5414-a0b0-fab07405c892>

Maijala, V., Kylmämaa, L., Majuri, K. ja Mustonen, J., 2013. Porojen talviruokinnan hyvien toimintatapojen opas. 16 s. Viitattu 25.11.2024. Saatavilla: <https://blogi.eoppimispalvelut.fi/elma/files/2016/09/Porojen-talviruokinnan-hyvien-toimintatapojen-opas-2.pdf>

Melin, M., Kulha, N., Ylioja, T., Honkaniemi, J. ja Koivula, M., 2022. Kirjanpainajatuhojen riskeistä erilaisissa metsissä ja niille altistavista tekijöistä. *Metsätieteen aikakauskirja*, 2022: 10722. Saatavilla: <https://doi.org/10.14214/ma.10722>

Metsänhoidon suositukset, n.d. Juurikäävän tunnistaminen. Saatavilla: <https://metsanhoi-donsuositukset.fi/fi/toimenpiteet/juurikaapatuhojen-torjunta/toteutus>

Metsänhoidon suositukset, n.d. Lehtipuusekoituksen ylläpito. Saatavilla: <https://metsanhoidonsuosituksset.fi/fi/toimenpiteet/lehtipuusekoituksen-yllapito>

Metsänhoidon suositukset, n.d. Sekametsän kasvatus. Saatavilla: <https://metsanhoidonsuosituksset.fi/fi/toimenpiteet/sekametsan-kasvatus>

Metsänhoidon suositukset, n.d. Saatavilla: <https://metsanhoidonsuosituksset.fi/fi>

Metsäkeskus, n.d. Metsätalousmaan omistus omistajaryhmittäin. Saatavilla: <https://www.metsakeskus.fi/fi/avoin-metsa-ja-luontotieto/tietoa-metsien-omistuksesta/met-satalousmaan-omistus-omistajaryhmittain>

Metsäkeskus, 2022. Paula-myrskyn tuhot olivat historiallisen suuret Koillismaan metsissä. Saatavilla: <https://www.metsakeskus.fi/fi/ajankohtaista/paula-myrskyn-tuhot-olivat-historiallisen-suuret-koillismaan-metsissa>

Metsälehti, 2019. Kirjanpaina on sotkenut Euroopan puumarkkinat. Saatavilla: <https://www.metsalehti.fi/uutiset/kirjanpaina-on-sotkenut-euroopan-puumarkkinat/#62844c67>

Metsälehti, 2023. Metsälehti Saksassa: Kuusikot tekevät kuolemaa, tuho jatkuu. Saatavilla: <https://www.metsalehti.fi/artikkelit/metsalehti-saksassa-kuusikot-tekevät-kuolemaa/#62844c67>

Metsälehti, 2024. Seurakunnat pehmentävät metsiensä käyttöä – ”Avohakkuu on ekologista syntiä”. Saatavilla: <https://www.metsalehti.fi/artikkelit/avohakkuu-on-ekologista-syntia/#62844c67>

Metsäteollisuus, 2024. Metsäteollisuuden sivuvirrat hyödynnetään lähes kokonaan. Saatavilla: <https://www.metsateollisuus.fi/uutishuone/metsateollisuuden-sivuvirrat-hyodynnetaan-lahes-kokonaan>

Mimi, M. S. ja Liu, W., 2024. Atlantic Meridional Overturning Circulation slowdown modulates wind-driven circulations in a warmer climate. *Commun. Earth Environ.* 5: 727. Saatavilla: <https://doi.org/10.1038/s43247-024-01907-5>

Moran, E. F., Lopez, M. C., Moore, N., Müller, N., ja Hyndman, D. W., 2018. Sustainable hydropower in the 21st century. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(47), 11891-11898. Saatavilla: https://www.researchgate.net/publication/328753567_Sustainable_hydropower_in_the_21st_century

Müller, M. M., Henttonen, H. M., Penttilä, R., Kulju, M., Helo, T. ja Kaitera, J., 2018. Distribution of *Heterobasidion* butt rot in northern Finland. *Forest Ecology and Management*, 425, 85-91. Saatavilla: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.05.047>

Müller, M. M., Sievänen, R., Beuker, E., Meesenburg, H., Kuuskeri, J., Hamberg, L. ja Korhonen, K., 2014. Predicting the activity of *Heterobasidion parviporum* on Norway spruce in warming climate from its respiration rate at different temperatures. *Forest Pathology*, 44, 325-336. Saatavilla: <https://doi.org/10.1111/efp.12104>

Naturpolis, n.d. Hankkeet. Saatavilla: <https://naturpolis.fi/hankkeet/>

Naturpolis, n.d. Kestävästi kehittyvät maatilat. Saatavilla: <https://naturpolis.fi/hanke/kestavasti-kehittyvat-maatilat/>

Naturpolis, n.d. Sarvet ja saparot kiertoon – kiertotalous käytäntöön poroteurastuksessa. Saatavilla: <https://naturpolis.fi/hanke/sarvet-ja-saparot-kiertoon-kiertotalous-kaytantoon-poroteurastuksessa/>

Nilsson, C., Stjernquist, I., Bärning, L., Schlyter, P., Jönsson, A. M. ja Samuelsson, H., 2004. Recorded storm damage in Swedish forests 1901–2000. *Forest Ecol. Manag.*, 199: 165–173. Saatavilla: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.07.031>

Nuorteva, H. (toim.), 2019. Metsätuhot vuonna 2018. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 85/2019*. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 60 s. Saatavilla: https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/545098/luke_luobio_85_2019.pdf?sequence=1

paliskunnat.fi, n.d. Lisäruokinta. Saatavilla: <https://paliskunnat.fi/poro/poronhoito/poronhoidon-haasteet/talviruokinta/>

Paliskuntain yhdistys, n.d. Paliskunnat. Saatavilla: <https://paliskunnat.fi/py/paliskunnat/paliskuntien-tiedot/>

Paliskuntain yhdistys, n.d. Paliskunnat, Oivanki. Saatavilla: <https://paliskunnat.fi/py/paliskunnat/paliskuntien-tiedot/oivanki/>

Paliskuntain yhdistys, n.d.

Perrels, A., Haakana, J., Hakala, O., Kujala, S., Lång-Ritter, I., Lehtonen, H., Lintunen, J., Pohjola, J., Sane, M., Fronzek, S., Luhtala, S., Mervaala, E., Luomaranta, A., Jylhä, K., Koikkalainen, K., Kuntsi-Reunanen, E., Rautio, T., Tuomenvirta, H., Uusivuori, J. ja Veijalainen, N., 2022. Kustannusarviointi ilmastomuutokseen liittyvästä toimimattomuudesta (KUITTI). *Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja*, 2022 :37. Saatavilla : https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164032/VNTEAS_2022_37.pdf

Pohjois-Karjalan maakuntaliitto, 2022 Kansainvälisen toimintaympäristön muutoksen vaikutukset aluekehittämiseen Itä- ja Pohjois-Suomessa. *Julkaisu 210*. ISBN 978-952-6623-77-1 (PDF). Saatavilla: <https://www.lapinliitto.fi/wp-content/uploads/2023/01/Kansainvalisen-toimintaymparisto-muutoksen-vaikutukset-aluekehittamiseen-lta-ja-pohjois-suomessa.pdf>

Pouttu, A. ja Annila, E., 2010. Kirjanpainajalla kaksi sukupolvea kesällä 2010. *Metsätieteen aikakauskirja* 4/2010: 521–523. Saatavilla: <https://www.metsatieteenaikakauskirja.fi/article/6951>

Púčik, T., Groenemeijer, P., Rädler, A. T., Tijssen, L., Nikulin, G., Prein, A. F., van Meijgaard, E., Fealy, R., Jacob, D. ja Teichmann, C., 2017. Future changes in European severe convection environments in a regional climate model ensemble. *J. Climate*, 30: 6771–6794. Saatavilla: <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-16-0777.1>

Pukkala, T., Möykkynen, T., Thor, M., Rönnerberg, J. ja Stenlid, J., 2005. Modeling infection and spread of *Heterobasidion annosum* in even-aged Fennoscandian conifer stands. *Canadian Journal of Forest Research*, 35, 74–84. Saatavilla: <https://doi.org/10.1139/x04-150>

Puolustusvoimat, n.d. Tuulivoimalahankkeet. Haettu 11.12.2024. Saatavilla: <https://puolustusvoimat.fi/tuulivoimalahankkeet>

Pölkky Oy, n.d. Puukauppaa asiakaslähtöisesti. Saatavilla: <https://polkky.com/fi/puukauppa/>

Pölkky Oy, 2022. Kumppanina Taivalkosken kunta – eteenpäin katsovaa ja sujuvaa yhteistyötä. Haettu 4.7.2024. Saatavilla: <https://polkky.com/fi/artikkelit/tarinat/kumppanina-taivalkosken-kunta-eteenpain-katsovaa-ja-sujuvaa-yhteistyota/>

RAIN, 2020. Pan-European gridded data sets of extreme weather probability of occurrence under present and future climate. Saatavilla: <https://doi.org/10.4121/collection:ab70dbf9-ac4f-40a7-9859-9552d38fdccd>

Raitaniemi, J. ja Manninen, K., 2007. Kalavarat 2006. *Kala- ja riistaraportteja nro 407*. Saatavilla: <https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/536790/raportti407.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rantanen, M., Lee, S. H. ja Aalto, J., 2023. Asymmetric warming rates between warm and cold weather regimes in Europe. *Atmos. Sci. Lett.*, 10: e1178. Saatavilla: <https://doi.org/10.1002/asl.1178>

Rantanen, M., Karpechko, A.Y., Lipponen, A., Nordling, K., Hyvärinen, O., Ruosteenoja, K., Vihma, T. ja Laaksonen, A., 2022. The Arctic has warmed nearly four times faster than the globe since 1979. *Commun Earth Environ* 3, 168 (2022). Saatavilla: <https://doi.org/10.1038/s43247-022-00498-3>

Rasmus, S., Landauer, M., Lehtonen, I., Mettiäinen, I., Sorvali, J., Kumpula, J., Tuomenvirta, H. ja Turunen, M., 2023. Porotalouden sopeutuminen ilmastonmuutokseen: miten ilmastonmuutoksen haitalliset vaikutukset voidaan minimoida? CLIMINI-hankkeen loppuraportti. Lappeen yliopisto: Pohjolan Palvelut Oy, Rovaniemi. Arktisen keskuksen tiedotteita 64. ISBN 978-952-337-363-1 (pdf). Saatavilla: <https://lauda.ulapland.fi/bitstream/handle/10024/65523/978-952-337-363-1.pdf?sequence=1>

Rasmus, S., 2022. Muuttuva ilmasto on poronhoitajan työympäristö. Ilmastokatsaus, 24: 8–10. Saatavilla: <https://doi.org/10.35614/ISSN-2341-6408-IK-2022-01-02>

Riahi, K., van Vuuren, D. P., Kriegler, E., Edmonds, J., O'Neill, B. C., Fujimori, S., Bauer, N., Calvin, K., Dellink, R., Fricko, O., Lutz, W., Popp, A., Crespo Cuaresma, J., KC, S., Leimbach, M., Jiang, L., Kram, T., Rao, S., Emmerling, J., Ebi, K., Hasegawa, T., Havlik, P., Humpenöder, F., Aleluia Da Silva, L., Smith, S., Stehfest, E., Bosetti, V., Eom, J., Gernaat, D., Masui, T., Rogelj, J., Streffer, J., Drouet, L., Krey, V., Luderer, G., Harmsen, M., Takahashi, K., Baumstark, L., Doelman, J. C., Kainuma, M., Klimont, Z., Marangoni, G., Lotze-Campen, H., Obersteiner, M., Tabeau, A. ja Tavoni, M., 2017. The shared socioeconomic pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: an overview. *Global Environ. Change*, 42: 153–168, <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.05.009>

Ruka, n.d. FIS Ruka Nordic 2024. Saatavilla: <https://www.ruka.fi/fi/tapahtumat/rukanordic>

Ruka, n.d. Lumivarmuus Rukan hiihtokeskuksessa. Saatavilla: <https://www.ruka.fi/fi/hiihtokeskus/rinteet/lumivarmuus>

Ruka, 2023. Maston alue uudistuu täysin. Saatavilla: <https://www.ruka.fi/fi/hiihtokeskus/uutiset/Maston-alue-uudistuu>

Ruka, n.d. Rukakeskuksen yhteystiedot. Saatavilla: <https://www.ruka.fi/fi/hiihtokeskus/ruka-keskus>

Ruosteenoja, K. ja Jylhä, K., 2021. Projected climate change in Finland during the 21st century calculated from CMIP6 model simulations. *Geophysica*, 56: 39–69. Saatavilla: <https://www.geophysica.fi/article/id-56-3-ruosteenoja/>

Rädler, A. T., Groenemeijer, P. H., Faust, E., Sausen, R. ja Púčik, T., 2019. Frequency of severe thunderstorms across Europe expected to increase in the 21st century due to rising instability. *npj Climate and Atmospheric Science*, 2: 30. Saatavilla: <https://doi.org/10.1038/s41612-019-0083-7>

Räisänen, J., 2016. Twenty-first century changes in snowfall climate in Northern Europe in ENSEMBLES regional climate models. *Clim. Dyn.*, 46, 339–353. Saatavilla: <https://doi.org/10.1007/s00382-015-2587-0>

Räisänen, J., 2021. Snow conditions in northern Europe: the dynamics of interannual variability versus projected long-term change. *Cryosphere*, 15: 1677–1696, <https://doi.org/10.5194/tc-15-1677-2021>

Schneider, P. ja Hook, S. J., 2010. Space observations of inland water bodies show rapid surface warming since 1985. *Geophys. Res. Lett.*, 37, L22405. Saatavilla: <https://doi.org/10.1029/2010GL045059>

Science Daily, 2012. Have Swedish forests recovered from the storm Gudrun? Saatavilla: <https://www.sciencedaily.com/releases/2012/08/120824082423.htm>

Schwalm, C. R., Glendon, S. ja Duffy, P. B., 2020. RCP8.5 tracks cumulative CO2 emissions. *Proc. Nat. Acad. Sci. U. S. A.*, 117: 19656–19657. Saatavilla: <https://doi.org/10.1073/pnas.2007117117>

Silander, J., Vehviläinen, B., Niemi, J., Arosilta, A., Dubrovin, T., Jormola, J., Keskisarja, V., Keto, A., Lepistö, A., Mäkinen, R., Ollila, M., Pajula, H., Pitkänen, H., Sammalkorpi, I., Suomalainen, M. ja Veijalainen, N., 2006. Climate change adaptation for hydrology and water resources, FINADAPT Working Paper 6, *Finnish Environment Institute Mimeographs* 336, Helsinki. 52 s. Saatavilla: <https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/a1ee535d-1dea-4bc2-8e70-fa60d36952fd/content>

Simkin, J., Tervo-Kankare, K., Leino, P., Ridanpää, R., Lépy, É., Karlsson, K., Hynynen, J., Konu, H., Hilasvuori, E., Miettinen, H., Mattila, T., Eerikäinen, T., Haikarainen, S., Saarela, A. ja Tyrväinen, L., 2023. Metsiin perustuvat matkailun hiilipäästöjen kompensatiomallit – esimerkkinä Koillis-Suomi. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 62/2023, Luonnonvarakeskus, Helsinki, 102 s. Saatavilla: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-728-0>

SOK, n.d. Myymälät. Haettu 10.12.2024. Saatavilla: <https://www.s-kaupat.fi/myymalat>

Suomen uusiutuvat ry, n.d. Tuulivoima. Jäättäminen. Saatavilla: <https://suomenuusiutuvat.fi/tuulivoima/tuulivoimatuotanto/jaataminen/>

Suomen uusiutuvat ry, n.d. Tuulivoimakartta. Saatavilla: <https://suomenuusiutuvat.fi/tuulivoima/hankkeet-ja-voimalat-suomessa/kartta/>

Suomen uusiutuvat ry, n.d. Tuulivoimakartta. Haettu 4.7.2024 Saatavilla: <https://suomenuusiutuvat.fi/tuulivoima/hankkeet-ja-voimalat-suomessa/kartta/>

Taivalkoski, n.d. Kaukolämpö. Haettu 10.12.2024. Saatavilla: <https://taivalkoski.fi/palvelut/tekniset-palvelut/kaukolampo/>

Tilastokeskus, 2021. Syntyvyys ei ole Suomessa ikärakenteen kannalta riittävällä tasolla. Saatavilla: https://stat.fi/til/vaenn/2021/vaenn_2021_2021-09-30_tie_001_fi.html

Turunen, M. T., Rasmus, S., Salonen, E., Montonen, M. ja Lehtonen, I., 2023. Uhkaako jäiden hupeneminen Inarijärven talvikalastusta? *Suomen kalastuslehti* 8/2023: 20-23. Saatavilla: <https://research.ulapland.fi/en/publications/uhkaako-j%C3%A4iden-hupeneminen-inarij%C3%A4rven-talvikalastusta>

United Nations, n.d. The Paris Agreement. Saatavilla: <https://www.un.org/en/climatechange/paris-agreement>

Woodward, S., Stenlid, J., Karjalainen, R. ja Hüttermann, A., 1998. Heterobasidion annosum. Biology, ecology, impact and control. *CAB International, Wallingford*, 589 pp. Saatavilla: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19981007711>

van Vuuren, D. P., Edmonds, J., Kainuma, M., Riahi, K., Thomson, A., Hibbard, K., Hurtt, G. C., Kram, T., Krey, V., Lamarque, J.-F., Masui, T., Meinshausen, M., Nakicenovic, N., Smith, S. J. ja Rose, S. K., 2011. The representative concentration pathways: an overview. *Clim. Change*, 109: 5-31. Saatavilla: <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0148-z>

van Westen, R. M., Kliphuis, M. ja Dijkstra, H. A., 2024. Physics-based early warning signal shows that AMOC is on tipping course. *Science Advances*, 10: eadk1189. Saatavilla: <https://doi.org/10.1126/sciadv.adk1189>

Venäläinen, A., Lehtonen, I., Laapas, M., Ruosteenoja, K., Tikkanen, O.-P., Viiri, H., Ikonen, V.-P. ja Peltola, H., 2020. Climate change induces multiple risks to boreal forests and forestry in Finland: A literature review. *Global Change Biol.*, 26: 4178-4196. Saatavilla: <https://doi.org/10.1111/gcb.15183>

Viiri, H., Ahola, A., Ihalainen, A., Korhonen, K. T., Muinonen, E., Parikka, H. ja Pitkänen, J., 2011. Kesän 2010 ukkosmyrskyt ja niistä seuraava hyönteistuhoriski. *Metsätieteen aikakauskirja* 3/2011, 221-225. Saatavilla: <https://jukuri.luke.fi/handle/10024/533090>

Virman, M., Rantanen, M., Laurila, T. K., Mäkelä, A., van den Broek, D. ja Gregow, H., 2024. Damaging thunderstorms in Finland in June 2021. *Weather*. Saatavilla: <https://doi.org/10.1002/wea.7602>

Visitory, majoitustilastot ja matkailutilastot, maaliskuu 2023 – helmikuu 2024. Sisäisesti työn tilaajan jakama dokumentti.

Visit Taivalkoski, n.d. Kalastus. Saatavilla: <https://www.visittaivalkoski.fi/kesaaktiviteetit/kesa-kalastus/>

Yeoman, I., 2008. Tomorrow's Tourists: Scenarios & Trends. Routledge, Lontoo, 371 s.

Yle, 2024. Ilmastonmuutos iski rajusti Kolin kansallis-puistoon: kaikki Ukko-Kolin kuuset vaarassa kuolla kuudessa vuodessa. Saatavilla: <https://yle.fi/a/74-20099482>

Yle, 2022. Pörssisähköllä lämmittävän painajainen jatkuu – jään kertyminen voi jopa pysäyttää tuulivoimaloita. Saatavilla: <https://yle.fi/a/74-20006772>

Yle, 2019. Tilastot: Hiihdon suosio on laskussa – taustalla leutoja talvia ja karmeita kokemuksia kouluhiihdosta. Saatavilla: <https://yle.fi/a/3-10618658>

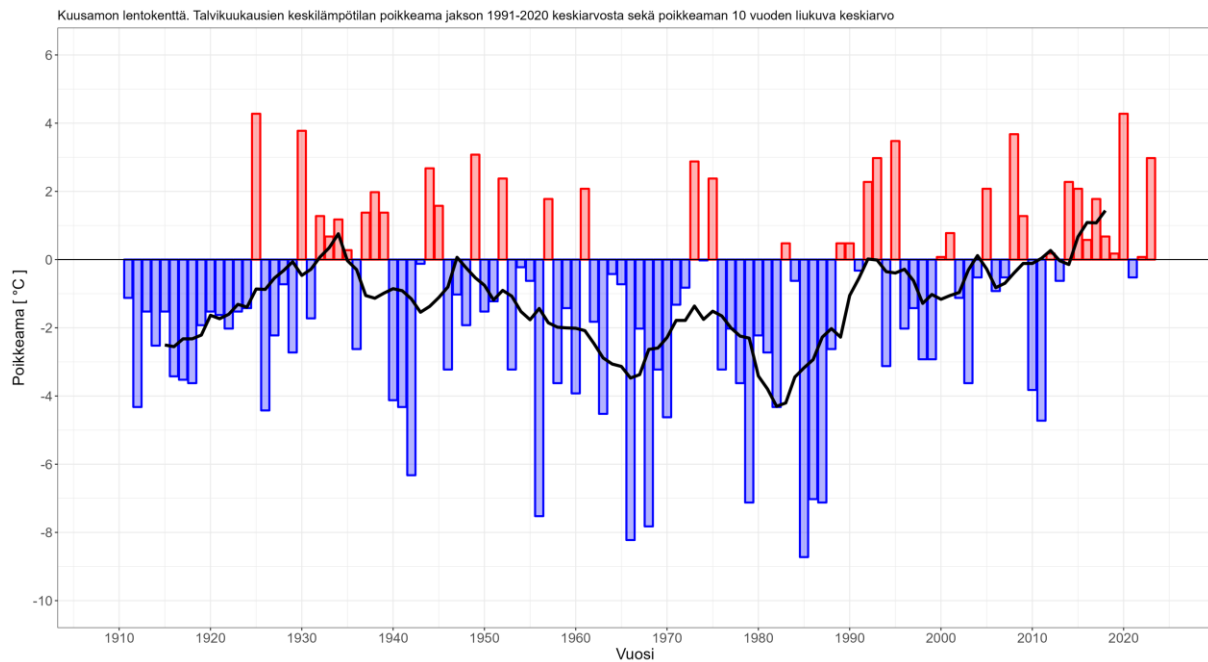
Yle, 2021. Turvepelloista tuli kirosana, maanviljelijät Ville Junnila ja Tuomo Latvala pelkäävät elantonsa puolesta: "Tässä on ilmastohysteria käynnissä". Saatavilla: <https://yle.fi/a/3-11954813>

Yle, 2022. Tässä syyt, miksi tuulivoimaa ei ole rakennettu Itä-Suomeen ja miksi asia muuttuu nyt. Saatavilla: <https://yle.fi/a/74-20009312>

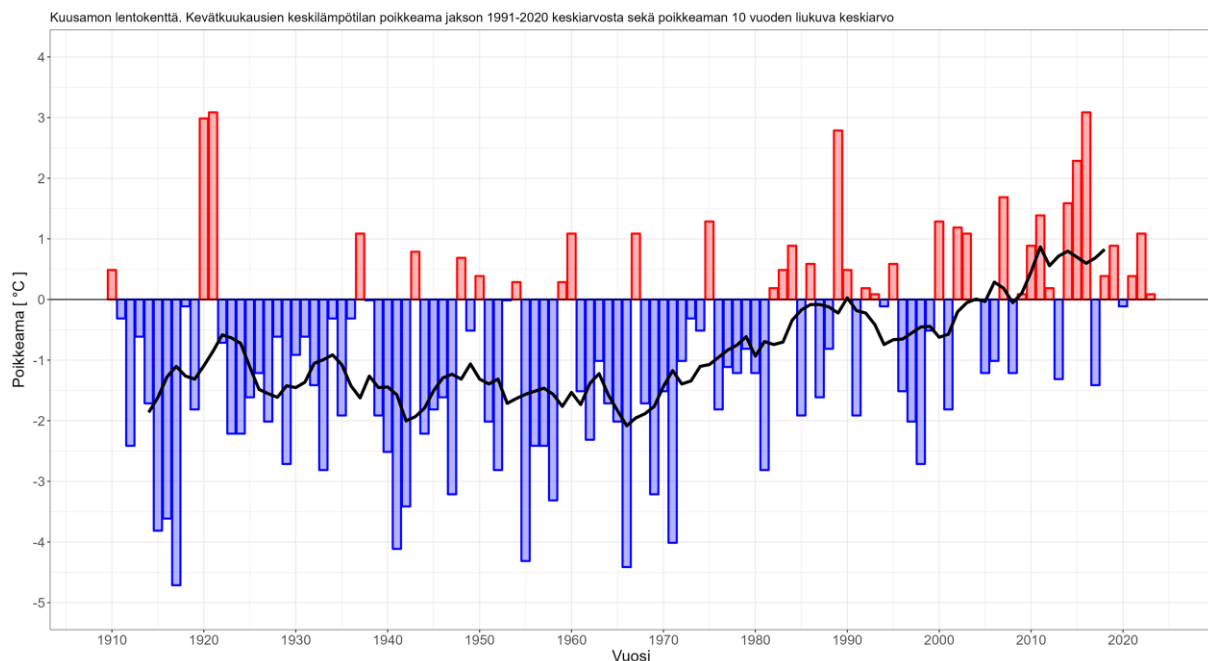
Yle, 2018. Viime talven lumi- ja tykkytuhot ovat metsissä historian pahimmat – suurimmat vahingot Kainuussa. Saatavilla: <https://yle.fi/a/3-10215671>

Liite

Luvun 2 analyysia täydentävää ilmastodataa sekä skenaariokuvaukset kasvukauden lämpösunnasta ja hellepäivien lukumäärästä Kuusamossa tällä vuosisadalla.

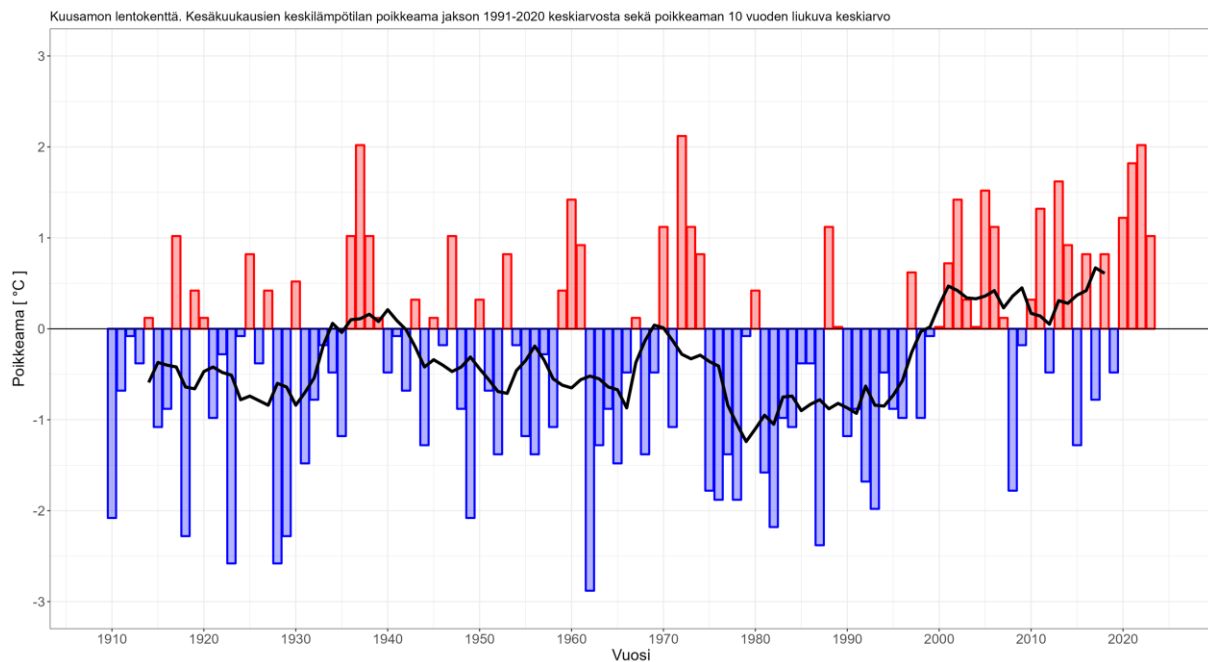


Kuva L1: Talven (joului-helmikuu) keskilämpötilan poikkeama jakson 1991-2020 keskiarvosta Kuusamossa talvina 1910/11-2022/23. Punaiset pylväät kuvaavat keskimääräistä lämpimämpiä ja siniset keskimääräistä kylmempiä talvia. Musta käyrä kuvaa talven keskilämpötilan 10-vuotista liukuvaa keskiarvoa.

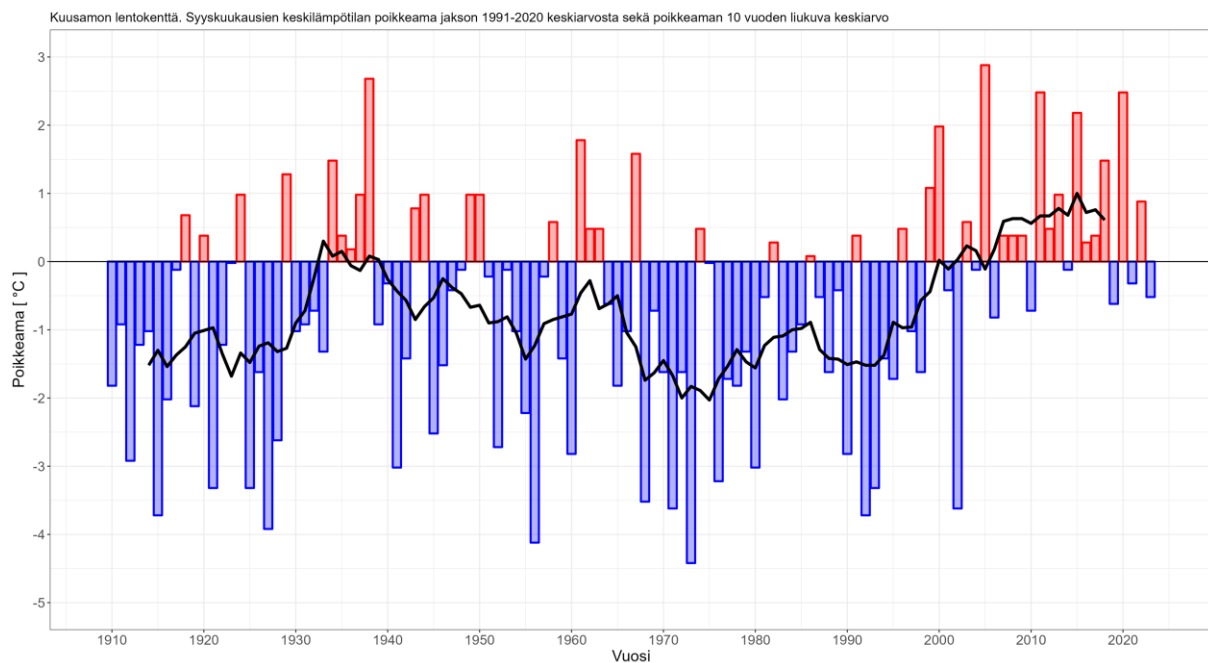


Kuva L2: Kevään (maalii-toukokuu) keskilämpötilan poikkeama jakson 1991-2020 keskiarvosta

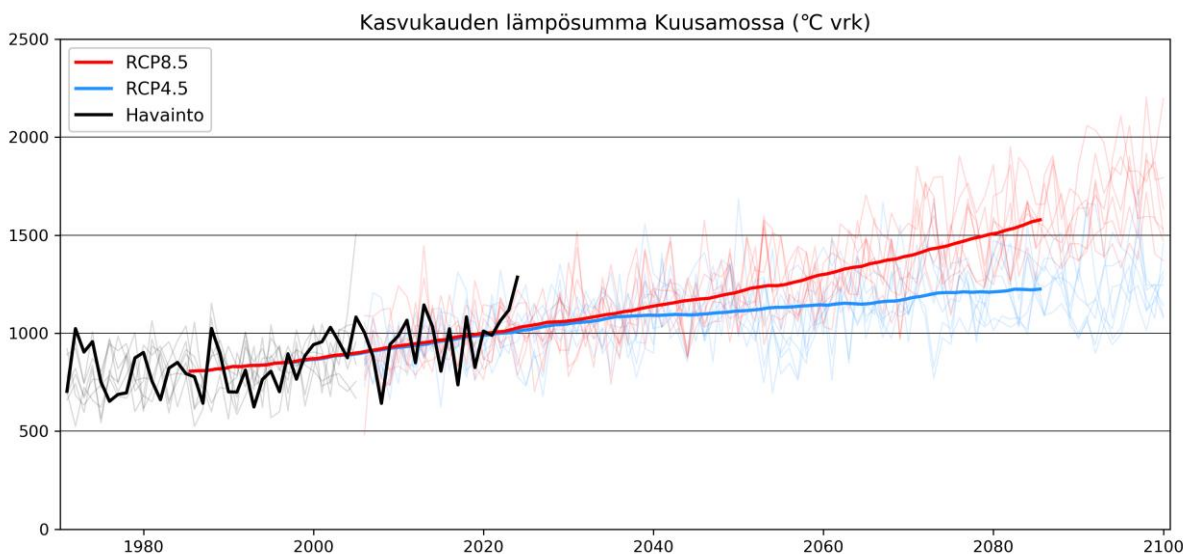
Kuusamossa vuosina 1910–2023. Punaiset pylväät kuvaavat keskimääräistä lämpimämpiä ja siniset keskimääräistä kylmempiä keväitä. Musta käyrä kuvaa kevään keskilämpötilan 10-vuotista liukuvaa keskiarvoa.



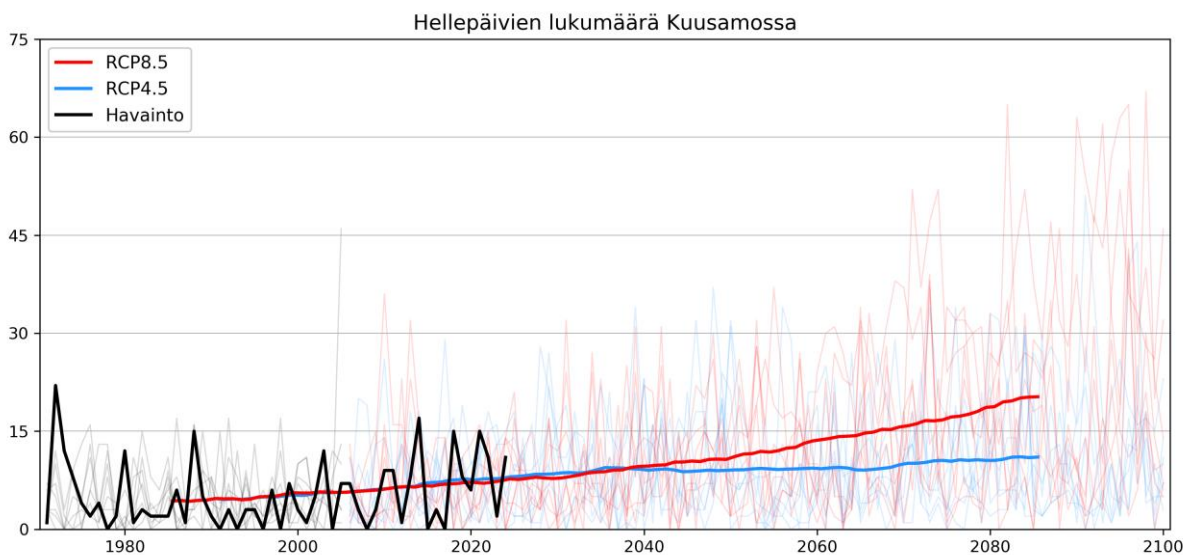
Kuva L3: Kesän (kesä-elokuu) keskilämpötilan poikkeama jakson 1991–2020 keskiarvosta Kuusamossa vuosina 1910–2023. Punaiset pylväät kuvaavat keskimääräistä lämpimämpiä ja siniset keskimääräistä kylmempiä keskiä. Musta käyrä kuvaa kesän keskilämpötilan 10-vuotista liukuvaa keskiarvoa.



Kuva L4: Syksyn (syys-marraskuu) keskilämpötilan poikkeama jakson 1991–2020 keskiarvosta Kuusamossa vuosina 1910–2023. Punaiset pylväät kuvaavat keskimääräistä lämpimämpiä ja siniset keskimääräistä kylmempiä syksyjä. Musta käyrä kuvaa syksyn keskilämpötilan 10-vuotista liukuvaa keskiarvoa.



Kuva L5: RCP4.5- ja RCP8.5-kehityspolkujen mukainen kasvukauden lämpösumman ennustettu kehitys Kuusamossa vuoteen 2100 asti. Ennuste perustuu seitsemään eri EURO-CORDEX-ilmastomallisimulaatioon, joiden tulokset on harhakorjattu. Ohuet harmaat käyrät kuvaavat ennustettuja lämpösumman arvoja yksittäisissä historiallisissa malliajoissa ja ohuet värilliset käyrät yksittäisissä skenaarioajoissa. Paksut värilliset käyrät kuvaavat RCP4.5- (sininen) ja RCP8.5-kehityspolkujen (punainen) mukaisten malliajojen tulosten 30 vuoden liukuvaa keskiarvoa. Havaitut lämpösumman arvot vuosina 1971–2024 on esitetty paksulla mustalla käyrällä.



Kuva L6: RCP4.5- ja RCP8.5-kehityspolkujen mukainen vuosittaisten hellepäivien lukumäärän ennustettu kehitys Kuusamossa vuoteen 2100 asti. Ennuste perustuu seitsemään eri EURO-CORDEX-ilmastomallisimulaatioon, joiden tulokset on harhakorjattu. Ohuet harmaat käyrät kuvaavat ennustettuja hellepäivien lukumääriä yksittäisissä historiallisissa malliajoissa ja ohuet värilliset käyrät yksittäisissä skenaarioajoissa. Paksut värilliset käyrät kuvaavat RCP4.5- (sininen) ja RCP8.5-kehityspolkujen (punainen) mukaisten malliajojen tulosten 30 vuoden liukuvaa keskiarvoa. Hellepäivien lukumäärät vuosina 1971–2024 on esitetty paksulla mustalla käyrällä.

Raportti perustuu kyseisen toimeksiannon suorittamisen yhteydessä saatuihin tietoihin ja ohjeisiin huomioiden toimeksiannon suorittamisen aikana vallitsevat olosuhteet. Oletamme, että kaikki meille toimitetut tiedot ovat oikeita ja virheettömiä, ja että asiakas on tarkistanut luovutettujen tietojen oikeellisuuden. Emme ota vastuuta siitä, olemmeko tunnistaneet kaikki toimitettuihin asiakirjoihin sisältyvät seikat, joilla voi olla merkitystä, mikäli näitä asiakirjoja käytetään myöhemmin tehtävien sopimusten osana. Toimitetun materiaalin ja asiakirjojen läpikäynti on toteutettu siten, kun olemme katsoneet asianmukaiseksi tarjouksessa sovitun työn laajuuden ja tarkoituksen valossa. Emme ole vastuussa raportin päivittämisestä 20.12.2024 jälkeen.

Gaia Consulting Oy

Bulevardi 6 A,
FI-00120
HELSINKI, Finland
Tel +358 9686 6620

HELSINKI | TURKU

You will find the presentation of our staff,
and their contact information, at www.gaia.fi

