

Pyhänsivun asemakaava ja Leppiniemen asemakaavamuutos - Ilmastovaikutusten arviointi



Sweco Finland Oy
Projekti

Y-tunnus: 2661738-3
Ilmastovaikutusten arviointi

Tekijät
Työryhmän muut jäsenet
Päiväys

Essi Tanskanen ja Linnea Mäkinen
Noora Kela
7.4.2025

Sisältö

1	Johdanto	6
2	Ilmastotavoitteet, -ohjelmat ja -suunnitelmat	8
3	Ilmastovaikutusten arviointi	13
3.1	Arvioinnin toteutus	13
3.2	Alueen ilmaston ja maanpeitteen nykytila sekä tuleva maankäyttö	13
3.3	Hiilikarttatyökalun tulokset	20
3.4	Ilmastotavoitteita tukevat kaavakohtaiset määräykset	22
3.5	Esi- ja talorakentaminen	24
3.5.1	Nykytila	24
3.5.2	Suunniteltu maankäyttö	24
3.5.3	Vaikutukset ja johtopäätökset	25
3.6	Siniviherrakenne	25
3.6.1	Nykytila	25
3.6.2	Suunniteltu maankäyttö	25
3.6.3	Vaikutukset ja johtopäätökset	26
3.7	Liikenne	27
3.7.1	Nykytila	27
3.7.2	Suunniteltu maankäyttö	27
3.7.3	Vaikutukset	27
3.7.4	Johtopäätökset	28
3.8	Energiantuotanto- ja kulutus	28
3.8.1	Nykytila	28
3.8.2	Suunniteltu maankäyttö	29
3.8.3	Vaikutukset ja johtopäätökset	30
3.9	KILVA-arviointi	30
3.9.1	Luonnonvarojen käytön minimointi	31
3.9.2	Kestävän elämäntavan mahdollistaminen	31
3.9.3	Kulutuksen päästöjen minimointi	32
3.9.4	Ilmastomuutoksen riskeihin varautuminen	32
3.9.5	Johtopäätökset	33
3.10	Ilmastoriskit	33
4	Yhteenveto ja suositukset ilmastovaikutusten pienentämiseen	35
4.1	Suosituksien ilmastovaikutusten pienentämiseen jatkosuunnittelussa	36
5	Viiteluettelo	38

TERMISTÖ JA LYHENTEET

CO ₂ e	hiilidioksidiekvivalentti, kasvihuonekaasupäästöjen yhteenlaskettu ilmastoa lämmittävä vaikutus
hiilidioksidi	kasvihuonekaasu, joka koostuu hiilestä ja hapestasta (CO ₂)
hiilijalanjälki	ihmisen toiminnan aiheuttamat ilmastopäästöt
hiilineutraalius	tilanne, jossa hiilidioksidipäästöjä tuotetaan korkeintaan sen verran kuin niitä voidaan sitoa ilmakehästä hiilinieluihin
hiilinielu	mekanismi tai ekosysteemi, joka poistaa ja kerää hiiltä ilmakehästä itseensä
hiilivarasto	mekanismi tai ekosysteemi, joka varastoi hiiltä. Puihin ja maaperään sitoutunutta hiilidioksidia kutsutaan hiilivarastoksi. Suot ovat Suomen suurimpia hiilivarastoja. Puutalot ja puiset huonekalut voivat myös toimia hiilivarastoina.
Hinku	Kohti hiilineutraalia kuntaa -hanke
hulevesi	rakennetuilta alueilta poisjohdettava sade-, sulamis- tai kuivatusvesi
ilmastonmuutos	pitkän aikavälin muutos maapallon ilmastossa/sääoloissa
ilmastoriski	ilmastonmuutoksen suorista tai välillisistä vaikutuksista aiheutuvat riskit
ilmastovyöhyke	maapallon eri osissa erotettavat ilmastollisesti toisistaan poikkeavat vyöhykkeet
kasvihuonekaasu	ilmakehän kaasuja, jotka päästävät auringonsäteilyn lävitseen, mutta absorboivat maan pinnalta saapuvaa lämpösäteilyä
KAISU	keskipitkän aikavälin ilmastosuunnitelma
KILVA	kaavoituksen ilmastovaikutusten arvioinnin työkalu
KISS2030	kansallinen ilmastomuutokseen sopeutumissuunnitelma 2030
lämpösaarekeilmiö	ilmiö, jolla tarkoitetaan tiiviimmin rakennetun alueen meteorologisia eroja verrattuna väljemmin rakennettuihin maaseutualueisiin
näkemäalue	näkemän perusteella määräytyvä alue, jonka sisällä ei saa olla liikenneturvallisuutta haittaavia esteitä, kuten rakennuksia ja rakennelmia, luonnonesteitä, kasvillisuutta ja laitteita
näkemä	ajorataa pitkin mitattu matka, minkä etäisyydelle ajoneuvon kuljettaja voi nähdä ajoradalla olevan esteen minkään rakenteen, leikkausluiskan, kasvillisuuden, lumen tms. estämättä
siniviherrakenne	viheralueiden ja vesistöjen muodostama kokonaisuus

1 Johdanto

Muhoksen kunta valmistelee Pyhänsivun asemakaavaa ja Leppiniemien asemakaavan muutosta, johon tämä ilmastovaikutusten selvitys liittyy. Ilmastovaikutusten arviointi kohdistuu koko asemakaavan suunnittelualueelle. Alueelle laaditulle Leppiniemi-Pyhänsivun osayleiskaavan luonnokselle on tuotettu ilmastovaikutusten arviointi loppuvuodesta 2024.

Asemakaavan tavoitteena on uusiutuvan energian tuotannon, kulutuksen, siirron ja varastoinnin toimintojen maankäytöllinen ohjaaminen Pyhänselän suurmuuntosähköaseman ympäristössä. Lisäksi varaudutaan fossiilivapaan energian käytöstä saatavan hukkalämmön hyödyntämiseen elintarviketeollisuudessa, aluelämmityksessä ja kiertotaloudessa. Asemakaavoituksen taustalla on Muhoksen kunnassa toteutettu Ilmastoviisas Muhos Biopark -hanke, jonka tarkoituksena on ollut kehittää Muhoksen toimintaympäristöä bio- ja kiertotalouden sekä ympäristö- ja energia-alan yritysten tarpeisiin. Asemakaava on kaavoituksessa yksityiskohtaisin kaava, jonka tarkoituksena on määritellä alueen tuleva käyttö, kuten mitä säilytetään, mitä saa rakentaa, mihin ja millä tavalla. Asemakaava toimii rakennuslupien myöntämisen perusteena.

Suunnittelualue sijoittuu Oulujoen, Utajärven kunnan rajan ja Oulu-Kontionmäki-radan väliselle alueelle Muhoksen keskustaajaman koillispuolelle. Pyhäkosken voimalaitos sekä Leppiniemen taajama sijaitsevat suunnittelualueen luoteispuolella. Nykytilanteessa suunnittelualue on valtaosin rakentamatonta ojitettua metsätalouskäytössä olevaa metsämaata. Lisäksi hankealueella on runsaasti soistumia ja kaksi ihmistoiminnan seurauksena syntyneitä pientä lampea. Kaava-alue on laaja ja alueelta poistuu kaavan toteuttamisen yhteydessä runsaasti puustoa. Hankkeen ilmastovaikutukset eivät rajoitu vain Muhokselle tai Suomeen vaan ne ovat globaaleja. Selvitys on kuitenkin laadittu asemakaavan edellyttämällä tarkkuudella.

Selvitys vastaa kasvaneeseen kysyntään ja mielenkiintoon hankkeiden ilmastovaikutuksista. Viime aikoina myös maaperän hiilivarastojen arviointi on alkanut kiinnostaa yhä useampaa tahoa, mikä on otettu huomioon tässä selvityksessä. Tämän selvityksen tavoitteena on antaa läpinäkyvyyttä hankkeen suunnitteluun sekä tuoda vastuullisuutta päätöksentekoon. Arvioinnin avulla pystytään myös varautumaan paremmin ilmastomuutoksen aiheuttamiin haasteisiin.

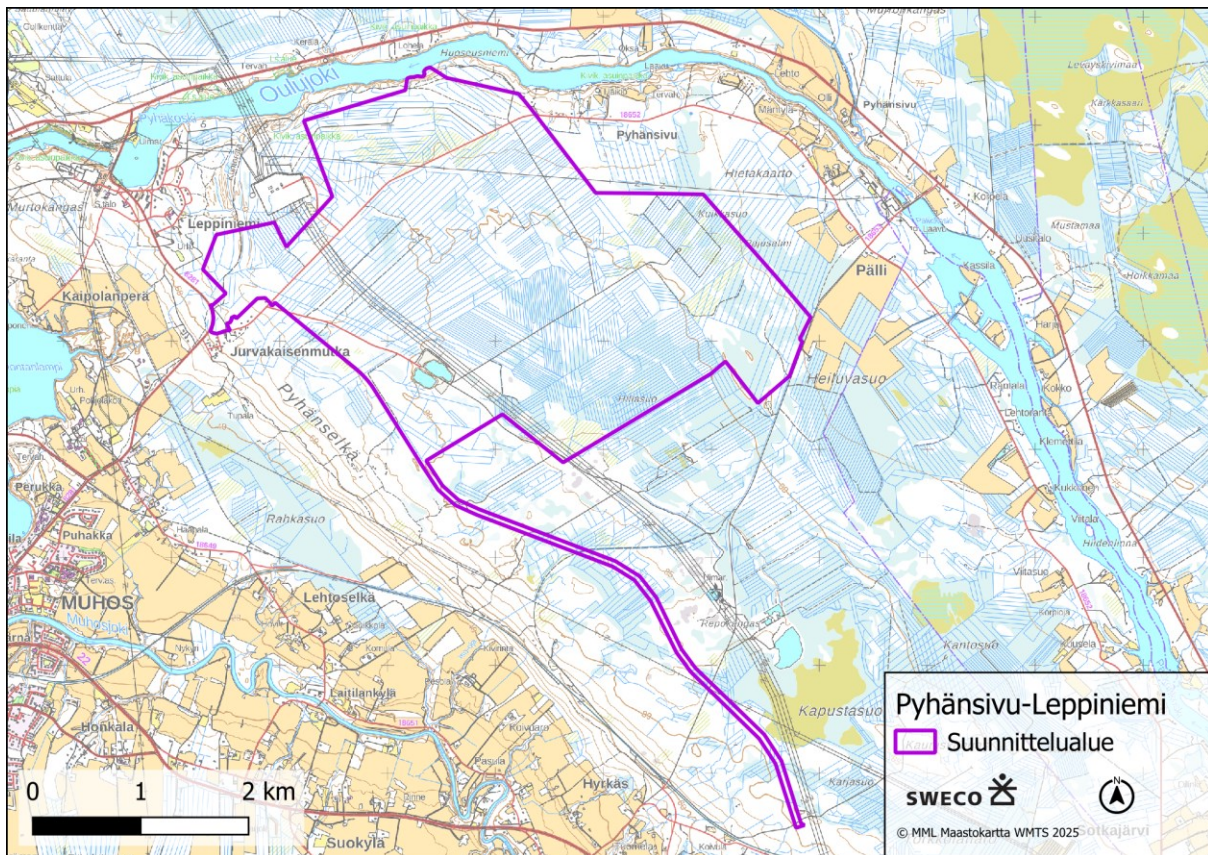
Työssä hyödynnetään muun muassa seuraavia lähtötietoja, työkaluja ja aineistoja:

- Asemakaavan ja asemakaavamuutoksen karttaluonnokset (Sweco Finland Oy)
- Asemakaavan ja asemakaavamuutoksen erillisselvitykset
- Ilmastokestävän kaavoituksen työkalu KILVA
- Hiilikarttatyökalu <https://hiilikartta.avoin.org/>
- QGIS-paikkatieto-ohjelma
- Maanmittauslaitoksen paikkatietoaineistot
- SYKE maanpeiteaineisto 2022

- Luke MVMI aineisto
- Muut selvitykset ja tutkimukset.

Selvityksessä tarkastellaan kaavan ilmastovaikutuksia useasta eri näkökulmasta.

Seuraavassa kuvassa (Kuva 1) on esitetty suunnittelualan suunniteltu sijainti Muhoksen kunnan alueella.



Kuva 1. Suunnitteluala maastokartalla.

2 Ilmastotavoitteet, -ohjelmat ja -suunnitelmat

Ilmastomuutos on yksi suurista globaaleista ympäristöongelmista. Ihminen on toiminnallaan voimistanut luontaista kasvihuoneilmiötä ja nopeuttanut maapallon lämpenemistä. Maapallon lämpötilan on eri skenaarioiden mukaan ennustettu nousevan tällä vuosisadalla 1,4–5,8 astetta. Lämpötilan nousu ei jakaudu tasaisesti, vaan skenaarioiden mukaan lämpötila nousee voimakkaammin pohjoisen pallonpuoliskon korkeilla leveysasteilla. Lisäksi ilmastomuutos mm. sulattaa jäätiköitä ja mannerjäitä, nostaa merenpintaa, lisää tai voimistaa äärimmäisiä sääilmiöitä kuten myrskyjä, tulvia ja kuivuuskausia, vaikuttaa satoihin sekä vähentää luonnon monimuotoisuutta.

Ilmastomuutoksen vaikutukset ulottuvat ympäristöön, talouteen, ihmisten terveyteen ja sosiaalisiin olosuhteisiin. Ilmastomuutoksen pysäyttäminen ei ole enää mahdollista, mutta sitä on mahdollista hidastaa. Mikäli hillintätoimiin ryhdytään tehokkaasti, eivät muutoksista aiheutuvat vahingot ehdi kasvaa ylitsepääsemättömiksi, ja sopeuttamistoimet ovat helpommin ja taloudellisemmin toteutettavissa. Muhoksen kunnan asemakaavoihin heijastuu useita ilmastositoumuksia ja -strategioita lähtien kansainväliseltä tasolta edeten maakunnalliselle- ja kuntatasolle (Taulukko 1).

Taulukko 1. Kansainväliset sopimukset, kansallinen lainsäädäntö ja strategiat luovat pohjaa kaavahankkeen tavoitteiden asettamiseen.

Ohjelma tai strategia	Tavoite
YK:n ilmastositoumus	Tarkoituksena rajoittaa kasvihuonekaasujen pitoisuutta ilmakehässä, jotta vaarallinen taso ei ylity.
Pariisin ilmastositoumus	Säilyttää maapallon keskilämpötilan nousu alle kahdessa asteessa ja pyrkiä toimiin, joilla lämpeneminen saataisiin rajattua alle 1,5 asteen.
EU:n Fit for 55-ilmastopaketti	14.7.2021 julkaistu laaja säädösehdotuspaketti, jonka tavoitteena on vähentää EU:n kasvihuonekaasupäästöjä vähintään 55 % vuoteen 2030 mennessä vuoden 1990 tasosta. Syyskuussa 2023 hyväksytyssä tavoitteessa uusiutuvien energianlähteiden osuus olisi 42,5 % vuoteen 2030 mennessä. EU-maita kannustetaan pyrkimään jopa 45 % osuuteen.
EU:n energiatehokkuustavoite vuodelle 2030	Kesäkuussa 2023 päivitetystä lainsäädännöstä tavoitteena on vähentää EU:n energian loppukulutusta 11,7 % vuoteen 2030 mennessä verrattuna ennustettuun energiankäyttöön vuodelle 2030. Tämä tavoite täydentää Fit for 55-pakettia.
EU:n ilmastotavoite 2040	EU:n tavoitteena on vähentää kasvihuonekaasupäästöjä 90 % vuoteen 2040 mennessä vuoden 1990 tasosta.

Ilmastoneutraali EU 2050	EU:n pitkän aikavälin tavoitteena on olla täysin hiilineutraali vuoteen 2050 mennessä. Tavoite on Euroopan komission käynnistämän vihreän kehityksen ohjelman eli Green Dealin päämäärä.
Ilmastolaki (423/2022)	Heinäkuussa 2022 voimaan tullut uudistettu ilmastolaki säättää ilmastopolitiikan suunnittelua, seurantaa sekä kansallisia ilmastotavoitteita. Keskeisenä tavoitteena Suomen hiilineutraalius vuoteen 2035 mennessä.
Hiilineutraali Suomi 2035 – kansallinen ilmasto- ja energiastategia (valmistunut 30.6.2022)	Työ- ja elinkeinoministeriön vuonna 2022 laatimassa strategiassa linjataan toimia, joilla Suomi saavuttaa EU:n vuoden 2030 ilmastovelvoitteet ja saavuttaa ilmastolain mukaiset tavoitteet kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisestä 60 % vuoteen 2030 mennessä ja vuoden 2035 hiilineutraalisuustavoitteen.
Keskipitkän aikavälin ilmastosuunnitelma (KAISU) (2020)	Suunnitelman tarkoituksena on linjata päästökaupan ulkopuolisen sektorin toimenpiteet, joilla saavutetaan EU:n Suomelle asettama päästötavoite 2030 ja hallitusohjelman (2020) mukainen hiilineutraaliustavoite 2035.
Kansallinen ilmastomuutokseen sopeutumis suunnitelma 2030 (KISS2030) (hyväksytty 15.12.2022)	Suunnitelma sisältää ilmastomuutokseen liittyvän riski- ja haavoittuvuustarkastelun, sopeutumistyön vision, kolme päämäärää sekä teemoihin jaoteltuja tavoitteita.
Valtioneuvoston periaatepäätös kiertotalouden strategisesta ohjelmasta (2021)	Sisältää tavoitteita luonnonvarojen kestäväälle käytölle, sekä toimenpiteitä, joiden avulla hiilineutraalista kiertotalousyhteiskunnasta tulee Suomen talouden kestävä perusta vuonna 2035.
Biotalousstrategia 2022–2035	Suomen uusi biotalousstrategia tukee Suomen ja EU:n vihreää siirtymää ja sen yhtenä tavoitteena on synnyttää kotimaan markkinoille uudistavaa liiketoimintaa.
Pohjois-Pohjanmaan maakuntaohjelma 2022–2025	Vuonna 2021 valmistuneessa ohjelmassa on asetettu maakunnalle tavoitteita muun muassa ilmasto- ja ympäristöaiheisiin liittyen. Ohjelmaan kuuluu myös erillinen ympäristöselostus.
Pohjois-Pohjanmaan metsäohjelma 2021–2025	Metsäohjelman yhtenä kehittämisteemojen tavoitteista on ilmastokestävä metsätalous. Ilmastokestävässä metsätaloudessa tuetaan metsien hiilivaraston säilymistä sekä tunnistetaan ja hyödynnetään mahdollisuuksia ja menetelmiä lisätä hiilensidontaa ja vähentää hiilen vapautumista.

Muhos kuuluu Pohjois-Pohjanmaan maakuntaan, jonka maakuntaohjelma vuosille 2022–2025 hyväksyttiin maakuntavaltuustossa joulukuussa 2021. Ohjelma sisältää tavoitetilan maakunnan kehittämiseksi ja keinot niiden saavuttamiseksi. Maakuntaohjelmakautta hallitsee etenkin ilmastomuutoksen torjunta ja muutokseen sopeutuminen. Lisäksi maakuntaohjelmassa nostetaan esille luonnonvarojen kestävä käyttö ja kiertotalouteen pohjautuvat tuotteet, metsät ja suot hiilinieluinä, maatalouden kehittyminen hiilensitojana, kestävä liikkuksen infrastruktuuri, fossiilista energiaa korvaavan uusiutuvan energian tuotannon ja varastoinnin edistäminen maakunnan vahvuuksiin pohjautuen sekä maaperän hiilinielujen vahvistaminen ja hiiliviljely. Ohjelman painopisteiden etenemistä seurataan muun muassa seurantamittarien avulla, joista yhtenä mittarina ovat kasvihuonekaasupäästöt. Mittarin lähtötasona on vuoden 2019 Pohjois-Pohjanmaan kokonaispäästöt ja tavoitetasona jatkuva alenema kohti hiilineutraalia kuntaa. (Pohjois-Pohjanmaan liitto 2021a) Maakuntahallitus on käynnistänyt Pohjois-Pohjanmaan maakuntaohjelman 2026–2029 valmistelun vuonna 2024 ja ohjelma viedään maakuntavaltuuston hyväksymiskäsittelyyn syksyllä 2025 (Pohjois-Pohjanmaan liitto 2024a).

Pohjois-Pohjanmaan maakuntahallitus päätti vuonna 2019 päivittää vuosien 2010 ja 2012 ilmasto- ja energiastategiat yhteiseksi ilmastotiekartaksi, joka määrittää ilmastotavoitteet ja toimenpiteet. Pohjois-

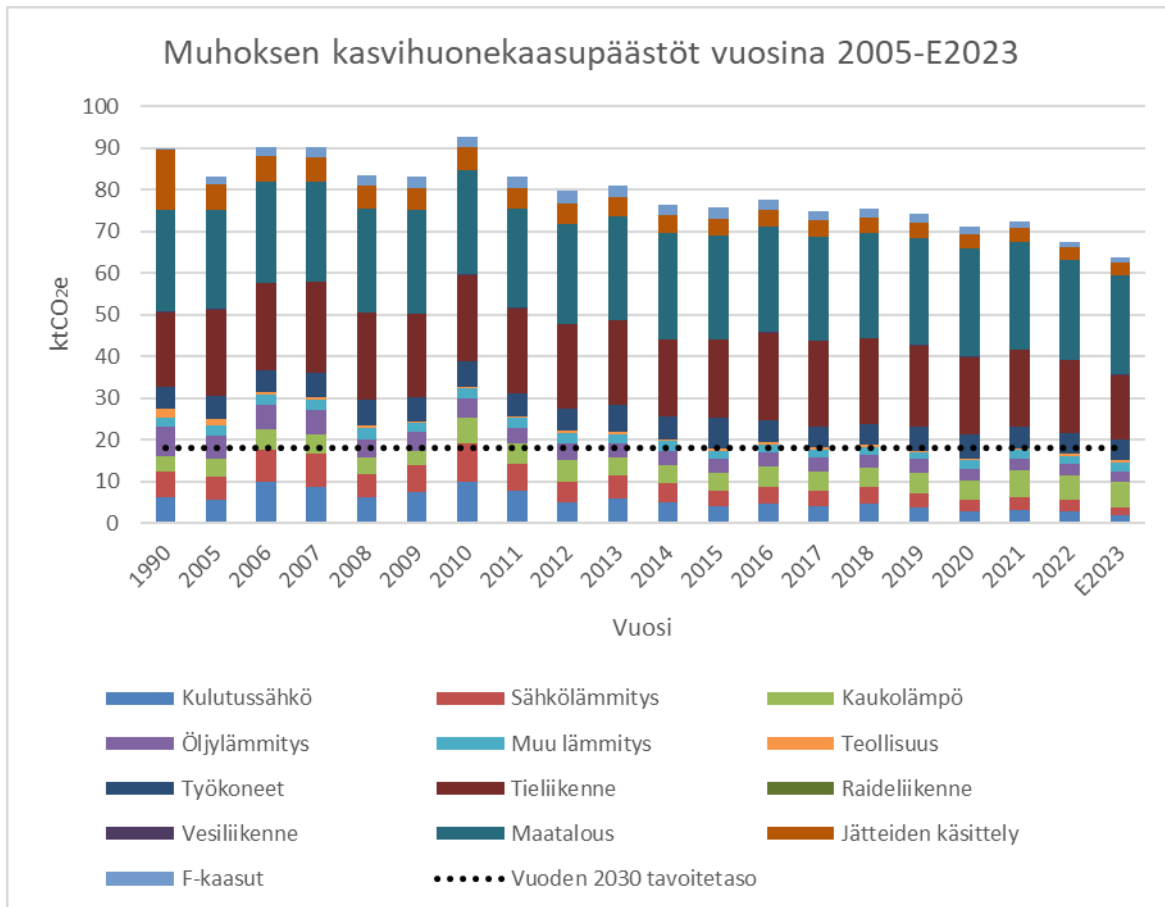
Pohjanmaan ilmastotyön kärkiteemoja ovat: 1) älykäs bio- ja kiertotalous toimii ilmastotyön perustana, 2) energian tuotanto ja käyttö on kestävä, tehokasta ja vähäpäästöistä, 3) liikenne on vähäpäästöistä, 4) maatalous kehittyy hiilensitojana, 5) maankäyttö on ilmastoviisasta ja kiertotaloutta edistävää, 6) metsät ja suot toimivat tehokkaina hiilinieluinä, sekä 7) yhteistyö ja sektorirajat ylittävät toimintamallit luovat elinvoimaa ja liiketoimintamahdollisuuksia. (Pohjois-Pohjanmaan liitto 2024b)

Suot ovat Pohjois-Pohjanmaalle ominainen luonnonpiirre, ja soiden sekä turvemaiden osuus on puolet maa-alasta, mikä on eniten koko maassa. Luonnontilaisten soiden määrä on kuitenkin vähentynyt maankäyttömuutosten vuoksi keskimäärin kolmannekseen. Pohjois-Pohjanmaan suopinta-alasta oli suojelualueina ja suojeluvaroituksina noin 280 000 hehtaaria 2000-luvun lopulla. Helmi-ohjelma keskittyy soiden suojeluun ja ennallistamiseen, ja vuonna 2020 Pohjois-Pohjanmaalla suojeltiin yli 2 000 ha soita Helmi-ohjelman rahoituksella. Suojelualueverkko on erityisen edustava maakunnan pohjoisimmissa ja itäisimmissä osissa. (Pohjois-Pohjanmaan liitto 2021b)

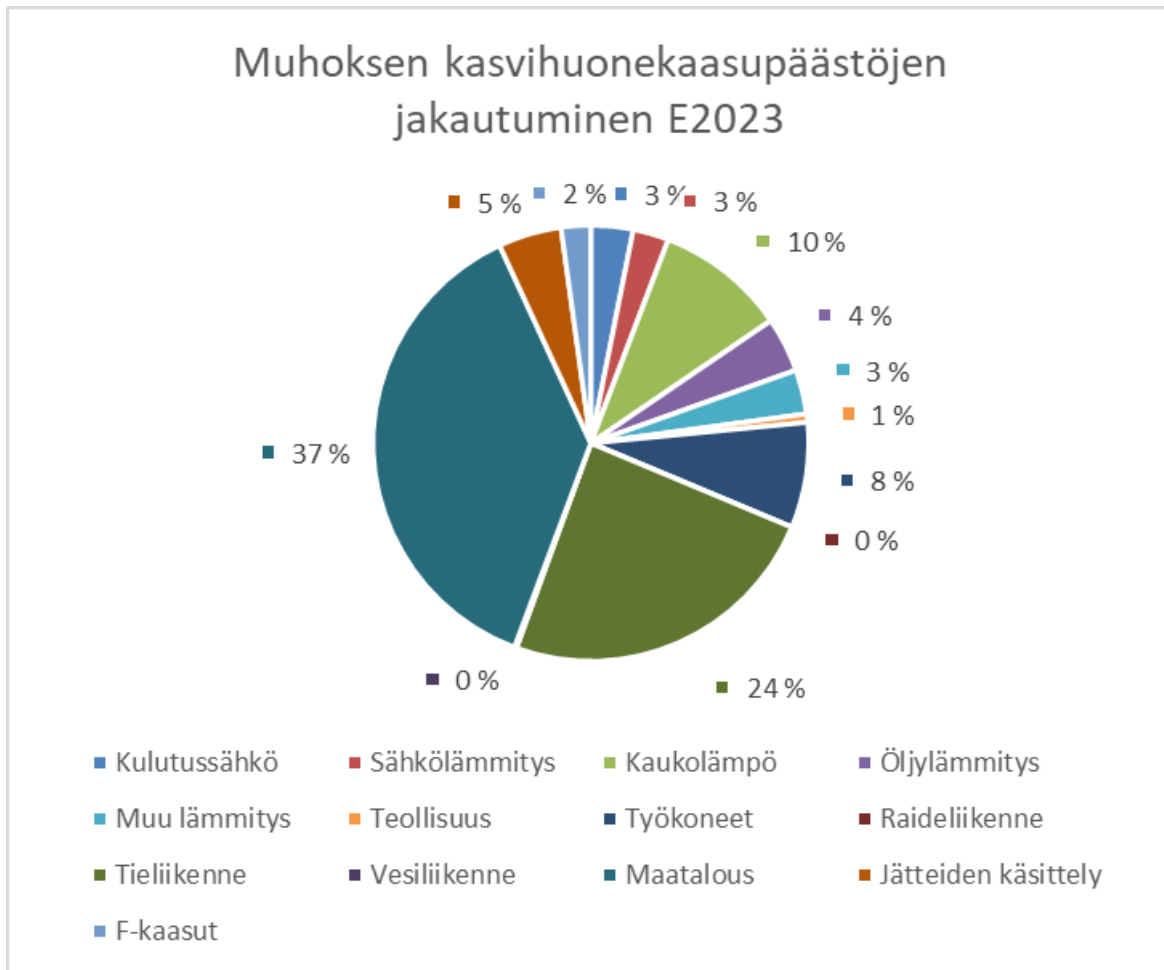
Luonnonvarakeskus on toteuttanut vuonna 2023 selvityksen, jossa on laskettu metsien maakunnittaisia hiilitaseita koskevia arvioita. Puuston ja maaperän hiilidioksidin nettonieluja koskevat arviot on esitetty selvityksessä kahdeksalle maakunnalle, joihin Pohjois-Pohjanmaa kuuluu. Pohjois-Pohjanmaan maakunnan metsien nettonielu oli vuonna 2021 2,29 MtCO_{2e}, josta maaperän osuus oli 2,59 MtCO_{2e} ja puuston osuus -0,30 MtCO_{2e}. Hiilidioksidin nettonieluissa negatiiviset luvut ovat nieluja ja positiiviset luvut ovat päästöjä. (Luonnonvarakeskus 2023)

Muhoksen kunta pyrkii torjumaan ilmastomuutosta muun muassa yhdistämällä puurakentamista keskisyvään geotermiseen energiaan, kehittämällä materiaalien kiertotaloutta, minimoimalla liikkumistarpeita ja huomioimalla kävelyn, pyöräilyn ja joukkoliikenteen (Muhos 2021). Muhos on osa Hinku-verkostoa ollen yksi Hinku-kunnista. Hinku-kunnat ovat sitoutuneet vähentämään kasvihuonekaasupäästöjään 80 % vuoteen 2030 mennessä vuoden 2007 tasosta. (hiilineutraalisuomi.fi 2024) Hinku-verkoston lisäksi Muhoksen kunta on vuonna 2017 liittynyt kunta-alan energiaohjelmaan KEO vuosille 2017–2025 (Muhos 2021). Energiaohjelmaan liittyneiden kuntien sekä kaupunkien yhteenlaskettuna tavoitteena oli tehostaa vuotuista energiankäyttöä kauden 2017–2015 loppuun mennessä 576 GWh, josta 87 % saavutettiin 2023 vuoden loppuun mennessä (Energiatehokkuussopimukset 2024)

Muhoksen asukasmäärä oli vuonna 2024 noin 8 751 (Pohjois-Pohjanmaan liitto 2025). Tällä hetkellä (vuoden 2023 ennakkotieto, tarkistettu maaliskuussa 2025) Muhoksen asukaskohtainen hiilijalanjälki on 7,2 tCO_{2e}. Koko Suomen asukaskohtainen hiilijalanjälki on 5,0 tCO_{2e} ja Pohjois-Pohjanmaan alueella asukaskohtainen hiilijalanjälki on 6,4 tCO_{2e}. Kokonaisuudessaan Muhoksen päästöt ovat vuoden 2023 ennakkotiedon mukaan 63,9 ktCO_{2e} (Kuva 2). Kuvassa 2 on esitetty Muhoksen kasvihuonekaasupäästöjen lisäksi kunnan tavoitteleva 80 % kasvihuonekaasupäästöjen vähenemä vuoteen 2030 mennessä vuoden 2007 tasosta. Eniten päästöjä aiheutui vuonna 2023 maataloudesta, 23,9 ktCO_{2e} ja toiseksi eniten tieliikenteestä 15,5 ktCO_{2e}. (Kuva 3) (Hiilineutraalisuomi.fi 2025).



Kuva 2. Muhoksen päästöjen kehitys 2005-E2023 ja Muhoksen vuoden 2030 tavoitetaso. Päästömuutos -23 %.
(Hiilineutraalisuomi.fi 2025)



Kuva 3. Muhoksen kasvihuonekaasupäästöjen jakautuminen vuonna 2023 (ennakkotieto). (Hiilineutraalisuomi.fi 2025)

Arvioinnissa on käytetty Suomen ympäristökeskuksen käyttöperusteista ns. HINKU-laskentamenetelmää, joka on tarkoitettu erityisesti kuntien tavoitteiden seurantaan. Laskenta ei sisällä päästökauppaan kuuluvien teollisuuslaitosten polttoaineiden käyttöä, teollisuuden sähkönkulutusta, teollisuuden jätteiden käsittelyn päästöjä eikä kuorma-, paketti- ja linja-autojen läpiajoliikennettä. Alueella tuotetusta tuulisähköstä lasketaan kunnalle päästökompensaatio vuosittaisen sähkön päästökertoimen mukaisesti. (Hiilineutraalisuomi.fi 2025)

3 Ilmastovaikutusten arviointi

3.1 Arvioinnin toteutus

Ilmastovaikutuksiin liittyviä ratkaisuja tehdään niin yleis- kuin asemakaavoissa. Asemakaavoituksessa korostuvat etenkin täydennysrakentamisen edellytykset, hulevesikysymykset, pienilmasto ja energiaratkaisut (Taulukko 2).

Taulukko 2. Ilmastovaikutusten kannalta tärkeät teemat ja niiden painottuminen yleis- ja asemakaavoissa. xxx = erittäin tärkeä, xx = tärkeä, x = vähemmän tärkeä (Suomen ympäristökeskus 2015)

	Yleiskaavoitus	Asemakaavoitus
Yhdyskuntarakenne	xxx	x
Liikkuminen	xxx	xx
Viherrakenne	xxx	xx
Täydennysrakentaminen	xx	xxx
Hulevedet	xx	xxx
Pienilmasto	x	xxx
Energiaratkaisut	xx	xxx

Ilmastovaikutusten arvioinnin tavoitteena on keskittyä olennaisiin vaikutuksiin ja tuoda esiin niiden merkittävyys. Ilmastovaikutusten arviointi perustuu oletukseen, että suunnittelualueen tuleva rakentuminen toteutuu kaavassa ehdotetun mukaisesti. Arviointi on toteutettu asiantuntija-arviointina.

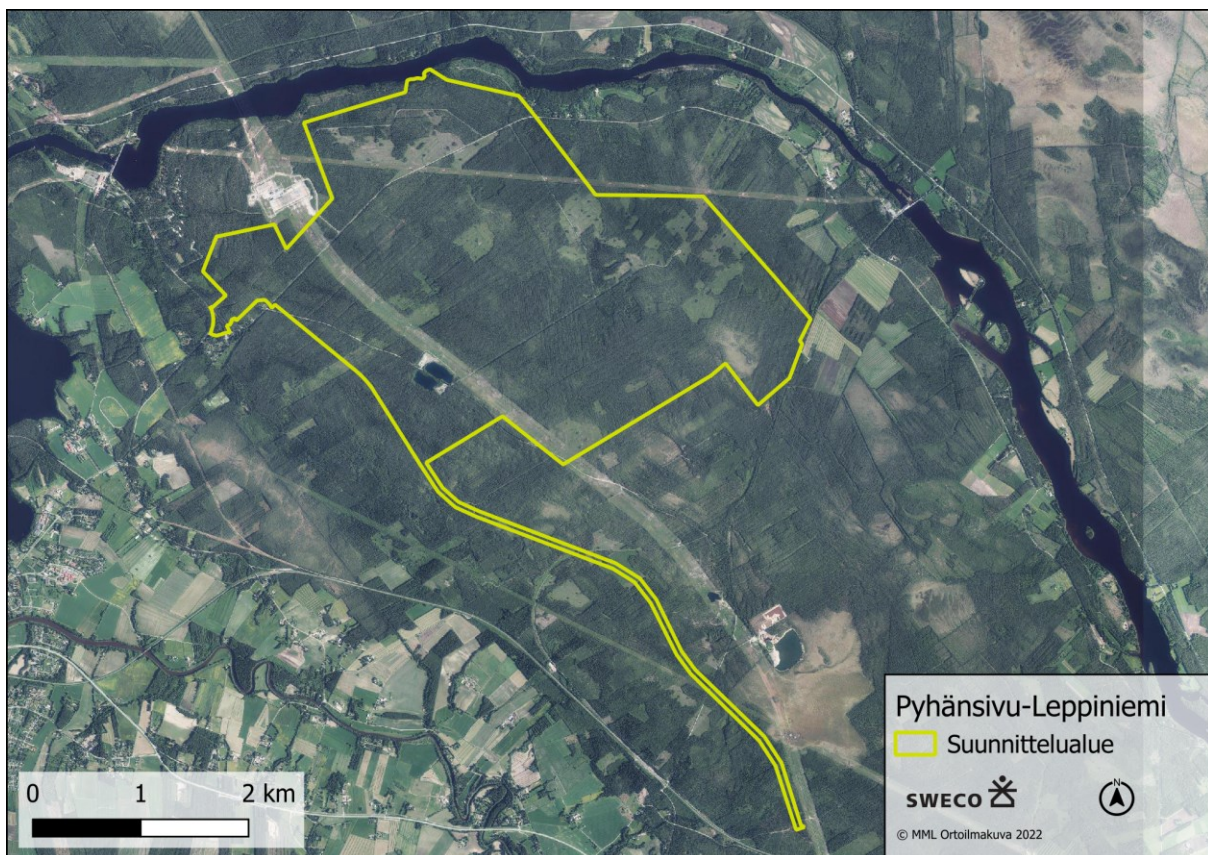
3.2 Alueen ilmaston ja maanpeitteen nykytila sekä tuleva maankäyttö

Varsinainen kaava-alue on laajuudeltaan noin 1 166 hehtaaria ja sijoittuu keskiboreaaliseen ilmastovyöhykkeelle, jossa lämpötilan vaihtelu vuorokauden aikana on suurempaa kuin muualla Suomessa. Tämän selvityksen kartat, hiilivarastotarkastelu ja pinta-alat on laskettu 3 metriä kaava-alueen rajan ulkopuolella olevan viivan mukaisesti, jolloin kaava-alueen laajuus on noin 1 173 hehtaaria.

Ilmastomuutoksen seurauksena Pohjois-Pohjanmaalla yleisesti ottaen lämpötilat nousevat, sademäärät ja rankkasateiden voimakkuus lisääntyvät, kuivuus yleistyy ja lumipeite saapuu myöhemmin (Ilmatieteen laitos 2023). Lähellä rannikkoa tyypillisesti sataa vähemmän ja tuulee enemmän kuin sisämaassa. Sateen vähyys ja tuulisuus pahentavat kuivuutta. Pohjois-Pohjanmaan

länsiosan ilmastoon vaikuttaa voimakkaasti Perämeri lämmittäen rannikkoa syksyisin ja viilentäen keväisin ja alkukesäisin. Vuoden keskilämpötila on Oulun eteläpuolella noin +3 astetta ja pohjoisempaan +2...+3 astetta. Heinäkuun keskilämpötila on rannikolla noin +16 astetta ja muualla +16...+16,5 astetta, lämpimintä ollen eteläosan sisämaassa.

Vuotuinen sademäärä kasvaa siirryttäessä rannikolta sisämaahan, ollen rannikolla ja saarilla alle 500 mm ja muualla 500–600 mm. Suurimmat vuotuiset sateet ovat hieman yli 900 mm. Ensilumen ajankohta vaihtelee loka-marraskuun vaihteesta maakunnan koillis- ja itäosissa marraskuun alkupuolelle muualla, ja lounaisrannikolla ensilumi sataa viimeisenä. Ilmastomuutoksen arvioidaan lämmittävän Pohjois-Pohjanmaan länsiosia vuosisadan aikana noin 2,0–5,7 astetta ja vuotuisten sademäärien kasvavan 6–17 prosenttia verrattuna jaksoon 1981–2010. Sademäärien odotetaan kasvavan lähes kaikkina kuukausina, mutta heinä-elokuussa muutos on pienin. (Ilmasto-opas.fi 2022)



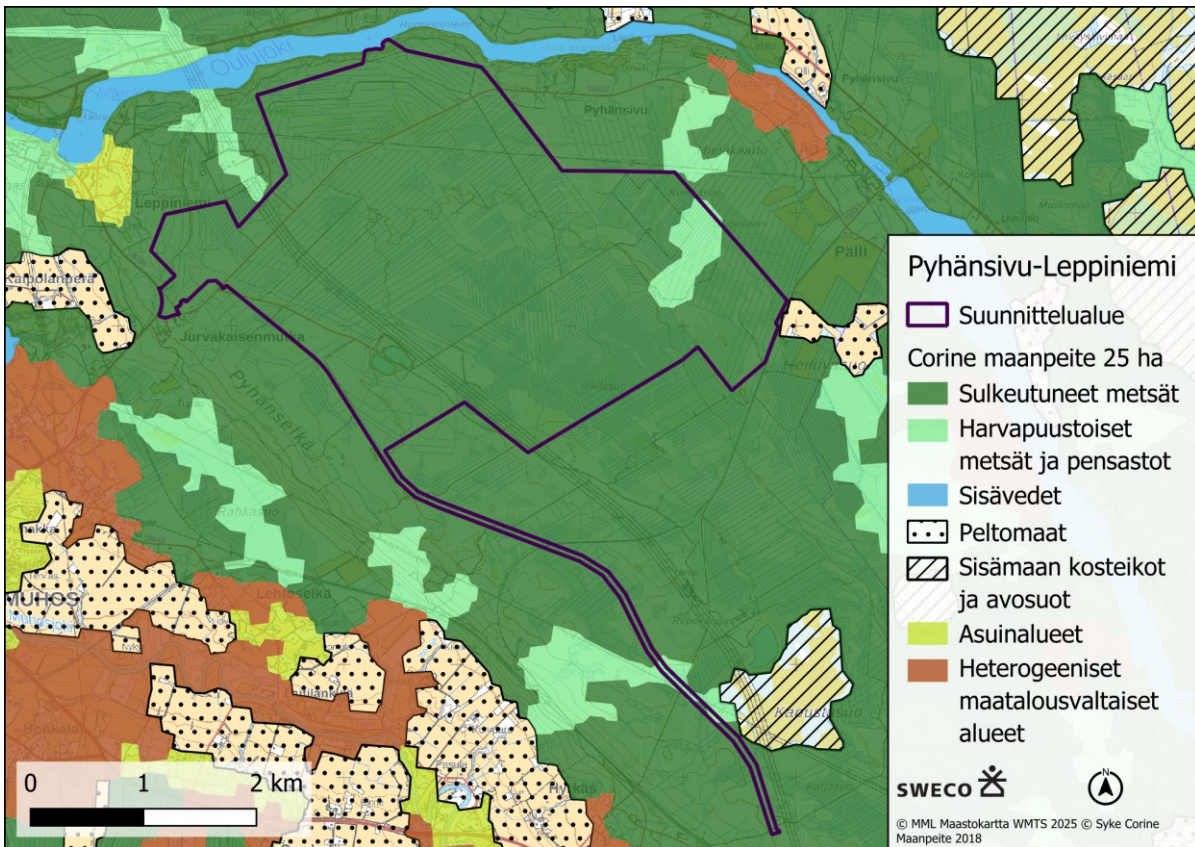
Kuva 4. Suunnittelualue ilmakuvassa.

Vuoden 2022 maanpeiteaineiston mukaan suunnittelualueella on 2 tai yli 2 metriä korkeaa kasvillisuutta, joka voidaan luokitella puustoksi, noin 1 047 hehtaaria eli noin 89 % koko pinta-alasta. Lisäksi noin 114 hehtaaria on alle 2 metriä korkeaa kasvillisuutta, alueella noin 7 hehtaaria on paljasta maata ja noin 5 hehtaaria on päällystämätöntä tietä (Taulukko 3).

Taulukko 33. Alueen maanpeite (Syke maanpeiteaineisto 2022)

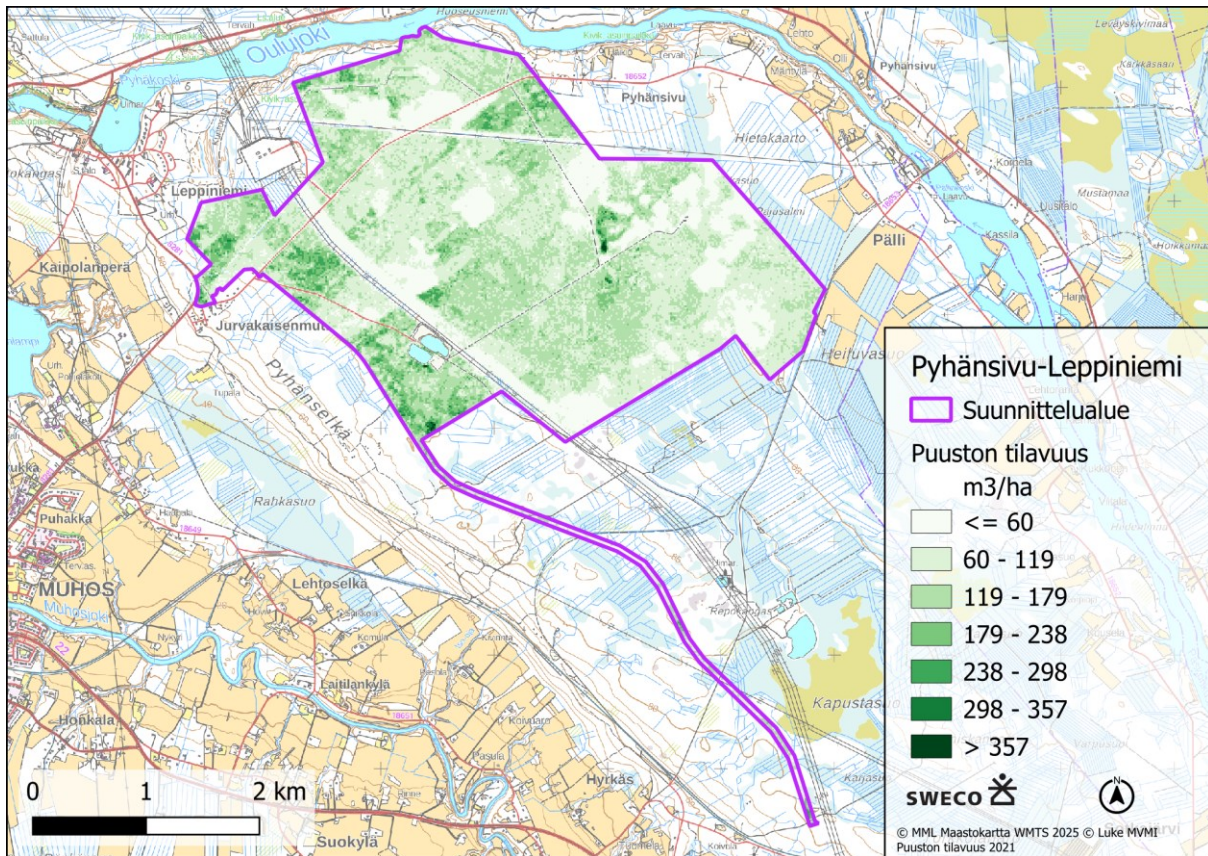
määrä, ha	Luokan selite	Osuus kokonaispinta-alasta
0,1	päälystetty tie	0 %
5,3	päälystämätön tie	0,4 %
113,8	kasvillisuus alle 2 m	9,7 %
66,5	kasvillisuus 2–5 m	5,7 %
204,7	kasvillisuus 5–10 m	17,5 %
502,9	kasvillisuus 10–15 m	42,9 %
268,0	kasvillisuus 15–20 m	22,8 %
4,8	kasvillisuus yli 20 m	0,4 %
0,1	avokalliot	0 %
7	paljas maa	0,6 %
0,1	vesi	0 %
1173,3	yhteensä	100 %

Corine-aineiston (2018) mukaan suurin osa (97 %, noin 1 173 hehtaaria) alueesta on sulkeutunutta metsää ja toiseksi eniten (3 %, noin 35 hehtaaria) on harvapuustoista metsää (Kuva 5). Vaikka aineisto on hieman vanhentunutta, sitä voidaan hyödyntää soveltuvin osin nykytilan tarkastelussa. Vuosien 2017 ja 2022 välillä alueen keskiosassa on tehty muutamia avohakkuita, joten osa sulkeutuneista metsistä kuuluu harvapuustoisten metsien kategoriaan.

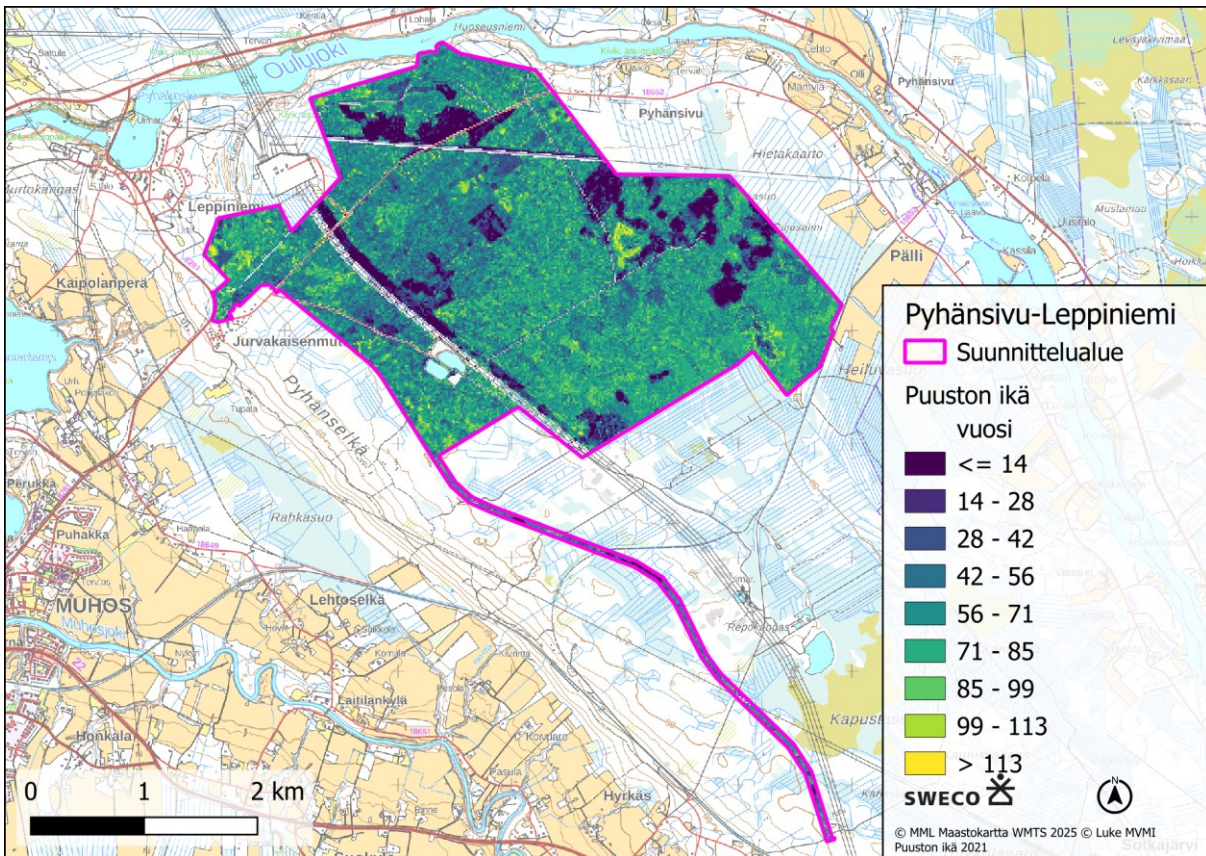


Kuva 5. Corine-aineiston (2018) maanpeite suunnittelualueella.

Puuston tilavuus alueella on keskimäärin 104 m³/ha (Kuva 6). Puuston iän keskiarvo alueella on noin 60 vuotta (Kuva 7).



Kuva 6. Puuston tilavuus suunnittelualueella.

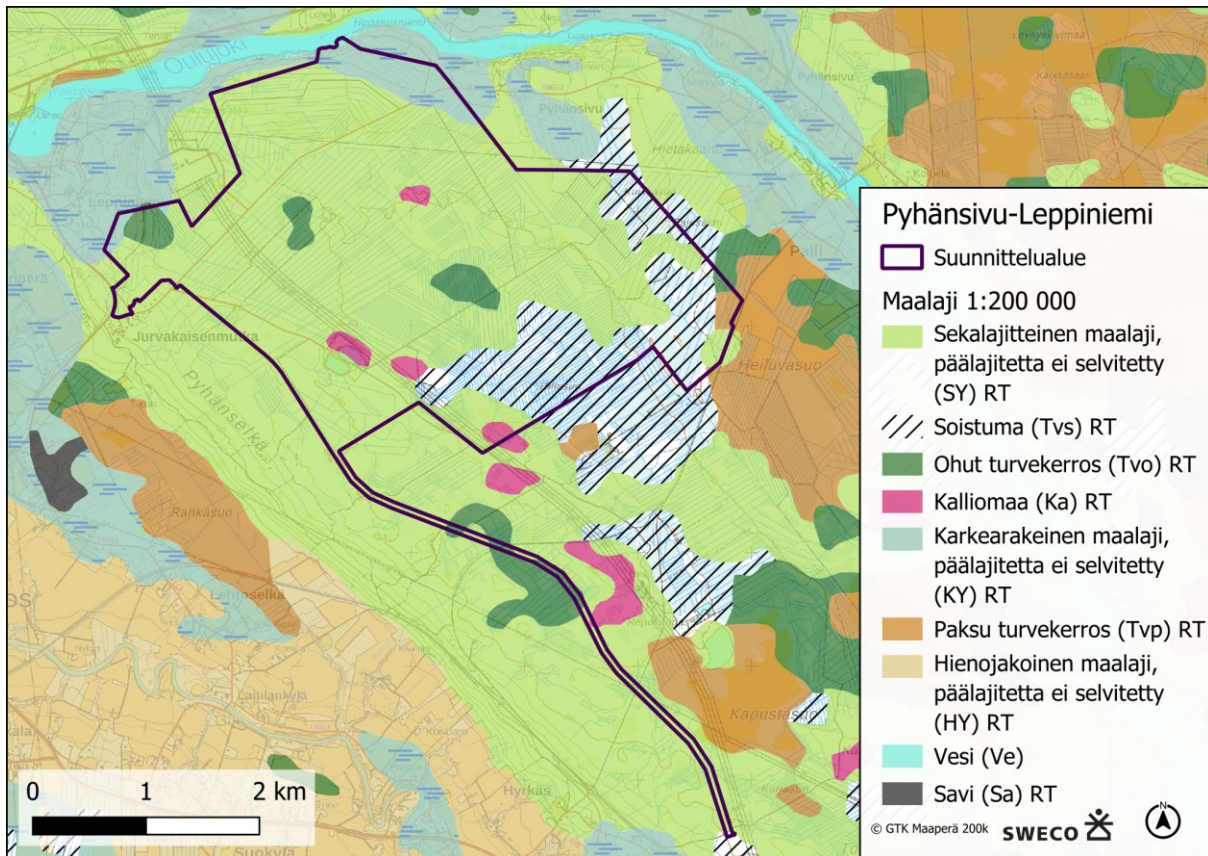


Kuva 7. Puuston ikä suunnittelualueella.

Corinen ja maanpeiteaineiston tuloksia tukevat hankealueella tehdyt luontoselvitykset. Niiden mukaan alueen maasto on pääosin ihmisen muokkaamaa: turvemaita on ojitettu tiuhaan, metsät ovat enimmäkseen nuorehkoa talousmetsää ja avohakkuita sekä taimikoita esiintyy eri puolilla aluetta. Alueen lounais- ja länsiosassa (Rahkasuo) sekä alueen itäosassa (nimetön isompi suolaikku) sijaitsee luonnontilaisia tai luonnontilaisen kaltaisia suoalueita. Selvitysalue sijoittuu metsäkasvillisuusvyöhykkeiden jaossa keskiboreaaliseen vyöhykkeeseen ja edelleen Pohjanmaan (3a) alueelle. Lisäksi suokasvillisuusvyöhykkeiden aluejaossa selvitysalue kuuluu Pohjanmaan aapasoiden vyöhykkeeseen ja alajaossa Pohjois-Pohjanmaan aapasoiden vyöhykkeeseen.

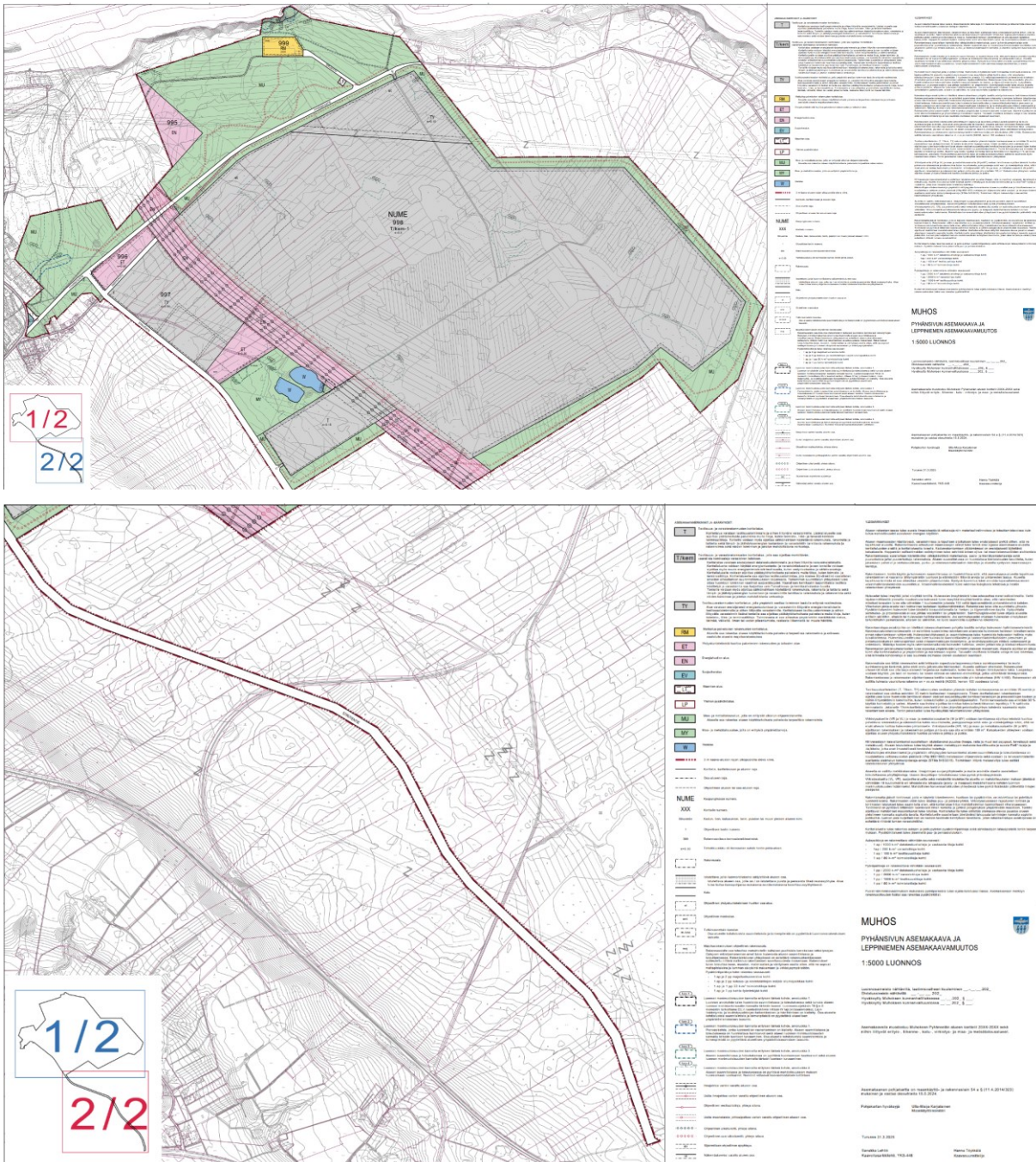
Luontoselvityksen mukaan alueen puusto on pääosin keski-ikäistä ja mäntyvaltaista, jonka lisäksi männyn seassa kasvaa monin paikoin koivua, kuusta ja paikoin myös haapaa. Vanhoja, luonnontilaisia tai luonnontilaisen kaltaisia metsiä alueella ei ole. Metsien kasvupaikkatyytit ovat pitkälti puolukkatyytin kuivahko kangas tai kuivahkoa kangasta vastaavat suotyypit sekä mustikkatyytin tuore kangas ja tuoretta kangasta vastaavat suotyypit.

Suunnittelualueen maaperä on pääasiassa sekalajitteista maalajia, jonka päälajitetta ei ole selvitetty (Kuva 8). Lisäksi alueen etelä- ja itäosissa on paljon soistumaa.



Kuva 8. Suunnittelualueen maaperä.

Muuttuva maankäyttö kohdistuu erityisesti kaava-alueen keski- ja eteläosaan. Alueen pohjoisosa sekä T-merkintöjä ympäröivät alueet on merkitty nykyisten maankäyttömuotojen mukaisesti maa- ja metsätalousvaltaiseksi alueeksi (Kuva 9). Uusi asemakaava vähentää toteutuessaan erityisesti metsäalueita korvaten ne teollisuusalueilla. Teollisuusalueiden puusto poistetaan valtaosalta teollisuustoiminnalle osoitetuilta alueilta. Kaavamääräysten mukaan rakentamatta jäävät tontinosat, joita ei käytetä liikenteeseen, huoltoon tai pysäköintiin, on istutettava tai pidettävä luonnontilaisena. Myös rakennusten väliin tulee istuttaa puu- ja pensasryhmiä. Teollisuusalueiden ympäristöön on kaavassa merkitty istutettava alue, jolle on istutettava puista ja pensaista tiheä reunavyöhyke.



Kuva 9. Pyhänsivun asemakaavan ja Leppiniemen asemakaavamuutoksen kaavaluonnos (31.3.2025).

3.3 Hiilikarttatyökalun tulokset

Kaava-alueen hiilivarasto on nykytilanteessa (2025) yhteensä noin 996 905 tCO₂ ja noin 856 tCO₂/hehtaari. Kaavan toteutumisen jälkeen (2030) alueen hiilivarasto on arvion mukaan noin 353 403 tCO₂e ja 303 tCO₂/hehtaari. On kuitenkin huomioitava, että koko alue ei tule toteutumaan kerralla, joten muutos hiilivarastossa tapahtuu vaiheittain.

Taulukko 3. Hiilivaraston koot suunnittelualueella.

Vuosi	Hiilivarasto, koko alue, tCO ₂ e	Hiilivarasto, per hehtaari, tCO ₂ e
2025	995 908	855
2030	354 391	304

Kokonaismuutos osayleiskaava-alueen hiilivarastossa on noin -647 106 tCO₂ ja -556 tCO₂/hehtaari. Suurimmaksi osaksi hiilivarasto pienenee T-merkintöjen alueilla kaavan keskiosissa noin -1 000 – (-500) tCO₂/hehtaari.

Merkittävä osa hiilivaraston pienenemisestä aiheutuu maaperän hiilivarastojen pienentymisestä. Maaperän osuus hiilivaraston pienenemisestä on 83 % (noin 536 000 tCO₂e) ja kasvillisuuden osuus noin viidesosa, 17 % (noin 111 000 tCO₂e). Syitä maaperän hiilivaraston suureen osuuteen on useita. Karike- ja humuskerrokset sisältävät suurimman osan metsämaan hiilestä. Mitä karkeampaa maa-ainesta alueella on, sitä vähemmän on reagoivaa maa-ainesta, mikä taas johtaa pienempään kokonaishiilivarastoon. Karkeille kivennäismaille ja turvemaille suoritettava maanmuokkaamisen menetelmä, jossa kivennäismaan pinta paljastetaan huuhtoutumiskerroksen syvyydelle, aiheuttaa maaperän hiilivaraston pienenemistä. Maanmuokkaus lisää hajotusta ja vähentää orgaanisen aineen määrää ja samalla hiiltä vapautuu ilmakehään hiilidioksidina (Naturalehti 2019).

Keskimäärin lehtimetsien maaperän hiilivarastot ovat suuremmat kuin kuusimetsien ja kuusimetsien puolestaan suuremmat kuin mäntymetsien. Pyhänsivu-Leppiniemen suunnittelualue on luontoselvitysten mukaan pääosin mäntyvaltaista. Soiden hiilivaraston koon on arvioitu olevan maaperän hiilivarastoon verrattuna jopa moninkertainen ja merkittävä osa hiilestä on varastoituneena turpeeseen. Suunnittelualueella on melko paljon soistumaa.

Soisten alueiden rooli hiilen sidonnassa on suuri ja riippuu monesta tekijästä, kuten kosteudesta ja ravinteista. Jos suon vedenpinta laskee alas, vedenpinnan yläpuolelle jäänyt turve alkaa hajota ja siihen vapautunut hiili pääsee hiilidioksidina ilmakehään. Tämän takia olisi tärkeää, että suo on sopivasti vetinen. Ennallistamisessa ojitettujen soiden vedenpintaa pyritään nostamaan. Korkeampi vedenpinta toisaalta lisää metaanipäästöjä, kun hapeton turvekerros kasvaa. Silti pitkällä aikavälillä päästöt kuitenkin vähentyvät ja esimerkiksi rehevistä soista tulee hiilinieluja. (Ketola ym. 2021)

Osalla kaavan alueista hiilivarasto ei kuitenkaan pienene, vaan kasvaa hieman. Kasvua tapahtuu kasvillisuuden hiilivarastoissa M-merkintöjen alueilla keskimäärin noin 4–5 tCO₂e/hehtaari. Alueet, joilla hiilivarasto kasvaa, toimivat hiilinieluina. Maaperän hiilivarastossa hiilivaraston kasvua ei arvioida tapahtuvan. Vaikka hiilivarasto kasvaa vähäisesti osalla kaavan alueista, T-merkintöjen alueiden hiilivarastot pienenevät niin rajusti, että kokonaisvaikutus hiilivarastoon on negatiivinen.

Hiilikartan tarkempaa raporttia voi tarkastella osoitteessa:
<https://hiilikartta.avoin.org/raportti?planIds=771ad9e9-d5aa-43c5-b954-8850ea7b520e>

Kaavan vaikutus hiilivarastoon vuonna 2030 ✓



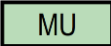
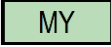
Kuva 10. Hiilivarastojen muutos kaava-alueella rakentamisen jälkeen (kuvakaappaus hiilikartta.avoin.org)

3.4 Ilmastotavoitteita tukevat kaavakohtaiset määräykset

Merkintä	Selite
T	Teollisuus- ja varastorakennusten korttelialue. Korttelialue varataan teollisuustoiminnalle ja siihen liittyvälle varastoinnille. Lisäksi alueelle saa sijoittaa päätarkoitusta palvelevia muita tiloja, kuten toimisto-, liike- ja tavaraliikenteen terminaali-tiloja. Tonteille voidaan myös sijoittaa sähkönsiirtoon käytettäviä rakennuksia, rakenteita ja laitteita sekä lämpö- ja jäähdytysenergian tuotantoon ja varastointiin tarvittavia rakennuksia ja rakennelmia sekä näiden toiminnan ja jakelun mahdollistavia verkostoja.
T/kem	Teollisuus- ja varastorakennusten korttelialue, jolle saa sijoittaa merkittävän, vaarallisia kemikaaleja varastoivan laitoksen. Korttelialue varataan ensisijaisesti datakeskustoiminnalle ja siihen liittyville varavomaloitoksille. Korttelialuetta voidaan käyttää energiantuotanto- ja varastointialueena ja sen tonteille voidaan sijoittaa myös muita energiantensiivistä teollisuutta, kuten vedyntuotantoa ja sähkövarastoja. Korttelialueelle voidaan sijoittaa pääkäyttötarkoitusta palvelevia muita tiloja, kuten toimisto- ja terminaali-tiloja. Korttelialueelle saa sijoittaa teollisuustoimintaa, jota koskee EU-direktiivi vaarallisten aineiden aiheuttamien suuronnettomuuksien torjunnasta. Tarkemman suunnittelun yhteydessä tulee ottaa huomioon toiminnan vaatimat suojaetäisyydet. Vaarallisen kemikaalin laajamittaista teollista käsittelyä ja varastointia saa harjoittaa vain Turvallisuus- ja kemikaaliviraston luvalla. Tonteille voidaan myös sijoittaa sähkönsiirtoon käytettäviä rakennuksia, rakenteita ja laitteita sekä lämpö- ja jäähdytysenergian tuotantoon ja varastointiin tarvittavia rakennuksia ja rakennelmia sekä näiden toiminnan ja jakelun mahdollistavia verkostoja.
TY	Teollisuusrakennusten korttelialue, jolla ympäristö asettaa toiminnan laadulle erityisiä vaatimuksia. Alue varataan ensisijaisesti energiantuotantoon ja -varastointiin liittyvälle energiantensiiviselle teollisuustoiminnalle ja siihen liittyvälle varastoinnille. Korttelialueen teollisuustoiminnan ja siihen liittyvälle varastoinnin lisäksi tonteille saa sijoittaa pääkäyttötarkoitusta palvelevia muita tiloja, kuten toimisto-, liike- ja terminaali-tiloja. Toiminnasta ei saa aiheutua ympäristöön merkittävää melua, tärinää, väkettä, ilman tai veden pilaantumista, raskasta liikennettä tai muuta häiriötä.
Tiivis rakentaminen, hajarakentamisen välttäminen	

Ilmastonmuutokseen sopeutumista ja hillintää tukeva uusien mahdollisuuksien hyödyntävä teollisuustoiminta, kuten vedyntuotanto. Vetyä käyttämällä voidaan vähentää muun muassa liikenteen päästöjä, sillä sen palaessa syntyy energian lisäksi vain vesihöyryä. Toisaalta vedyn tuotanto vaatii paljon energiaa, joten tuotanto tulisi mieluiten tehdä kokonaan päästöttömillä energialähteillä.

Tiivis yhdyskuntarakenteen pienentää tarvetta muuttaa kasvillisuusalueita rakennusmaiksi.

Merkintä	Selite
	Maa- ja metsätalousalue, jolla on erityistä ulkoilun ohjaamistarvetta. Alueelle saa rakentaa alueen käyttötarkoitusta palvelevia tarpeellisia rakennelmia.
	Maa- ja metsätalousalue, jolla on erityisiä ympäristöarvoja.
	Suojaviheralue.
	Istutettava ja/tai luonnontilaisena säilytettävä alueen osa. Istutettava alueen osa, jolle on / on istutettava puista ja pensaista tiheä reunavyöhyke. Alue tulee hoitaa kasvupohjansa mukaisena monikerroksisena kasvillisuusvyöhykkeenä.

Viherverkko. Maa- ja metsätalousalueet ovat osa viherverkostoa.

Suojaviheralue edistää osaltaan hulevesien hallintaa. Lisäksi suojaviheralueilla voi myös sijaita hiiltä sitovaa kasvillisuutta siellä, missä kasvillisuutta ei tarvitse poistaa näkemäalueilta.

Istutettava puusto ja kasvillisuus edistää hiilensidontaa ja auttaa sopeutumaan ilmastonmuutokseen.

Kaavalla kannustetaan ilmastokestäviin ratkaisuihin materiaalien ja uusiutuvan energian käytön sekä kiertotalouden osalta. Lisäksi kaavalla ohjataan puuston säilymistä ja hiilivarastojen kasvattamista puuston ja kasvillisuuden avulla.

Luonnon monimuotoisuuden kannalta erityisen tärkeät alueet on kaavalla vaadittu tai suositeltu jättämään rakentamisen ulkopuolelle riippuen arvoluokasta.

Yleiset määräykset:

Kaavassa on esitetty seuraavia yleismääräyksiä, joilla voisi toteutuessaan olla positiivisia vaikutuksia ilmastoon ja ilmastonmuutokseen sopeutumisessa:

- Alueen rakentamisessa tulee suosia ilmastokestäviä ratkaisuja niin materiaalivalinnoissa ja toteuttamistavoissa kuin tutkia mahdollisuudet uusiutuvan energian käyttöön.
- Alueen maamassojen käsittelyssä, varastoinnissa ja lopullisen sijoituksen tulee ensisijaisesti pyrkiä siihen, että ne tapahtuvat alueella. Rakentamisesta aiheutuvat maamassojen siirrot tulee tehdä ensi sijassa asemakaava-alueella korttelialueiden sisällä ja korttelialueelta toiselle.
- Rakentamisessa suositellaan käytettäväksi vähäpäästöisiä materiaaleja, uusio- ja kierrätysmateriaaleja sekä puurunkoisia ja/tai puuverhottuja rakennuksia.
- Alueen suunnittelussa on huomioitava kiertotalouden tavoitteita, kuten jakamisen palvelut ja vertaisvuokraus, purku- ja rakennusmateriaalien kierrätys ja alueella syntyvien maamassojen kierrätys.
- Hulevedet tulee imeyttää ja/tai viivyttaa tontilla.
- Rakentamislupa-asiakirjoihin on liitettävä rakennushankkeen pohjalta laadittu selvitys hulevesien hallintamenetelmistä. Rakennusvalvontaviranomaiselle on esitettävä suunnitelma rakentamisen aikaisesta hulevesien hallinnan toteuttamisesta ennen rakentamiseen ryhtymistä.

Hulevesiselvityksessä ja -suunnitelmassa tulee huomioida hulevesien hallinta myös tulvatilanteissa.

- Rakennuksiin saa liittää rakennusten arkkitehtuuriin sopeutuvia lappeensuuntaisia aurinkopaneeleja tai muita aurinkoenergian keräimiä, jotka eivät erotu julkisivusta häiritsevästi.
- Alueella sallitaan viherkatot.
- Rakentamisessa ja rakennusten sijoittamisessa tontille tulee huomioida ylin tulvakorkeus (HW 1/100)
- Hiilivarastojen kasvattamiseksi suositellaan istutettavaksi puustoa (haapa, raita ja muut isot pajupuut, tervaleppä sekä metsäkuusi). Alueen istutuksissa tulee käyttää alueen metsätyypin mukaista kasvillisuutta ja suosia FinE*-lajeja ja -lajikkeita, jotka ovat ilmastollisesti kestäviksi todettuja.
- Suojaviheralueilla sekä metsäisillä istutettavilla alueilla on mahdollisuuksien mukaan jätettävä vähintään 10 kuutiometriä eri lahoasteista lahoppuuta (pysty- ja maapuut) metsähehtaaria kohden luonnon monimuotoisuuden lisäämiseksi.
- Mahdollisten harvennushakkuiden yhteydessä tulee pyrkiä lisäämään pötkelöitä lintujen pesäpuiksi.
- Rakentamatta jäävät tontinosat, joita ei käytetä liikenteeseen, huoltoon tai pysäköintiin, on istutettava tai pidettävä luonnontilaisina. Rakennusten väliin tulee istuttaa puu- ja pensasryhmiä.
- Virkistysalueeseen rajautuvien tonttien ja tontinosien istutukset tulee suunnitella siten, että korttelialue liittyy mahdollisimman luonnollisesti viheralueeseen.
- Tonteille sijoittuvat mahdolliset maastoluiskat tulee istuttaa.
- Korttelialueilla tulee säilyttää olemassa olevaa puustoa alueen yleisilmeen kannalta sopivalla tavalla.
- Korttelialueilla suositellaan jätettäväksi lahoppuuta toimintojen kannalta sopiviin paikkoihin.
- Lumien pois kuljettaminen on vastoin kestävä kehityksen tavoitteita, joten rakentamislupa-asiakirjoissa on esitettävä riittävät lumien varastointitilat.
- Korttelialueilla tulee rakentaa autojen ja polkupyörien pysäköintipaikkoja sekä sähköautojen latauspisteitä tontin tarpeen mukaan. Pysäköintialueet tulee jäsentellä puu- ja pensasistutuksin.

Kaikki kaavamerkinnot ja -määräykset on esitetty kaavakartalla.

3.5 Esi- ja talorakentaminen

3.5.1 Nykytila

Alueella ei ole olemassa olevaa rakennuskantaa Maanmittauslaitoksen aineistojen perusteella.

3.5.2 Suunniteltu maankäyttö

Kaavan avulla alueelle mahdollistetaan teollisuusrakennuksien rakentaminen. Alueelle ei suunnitella asuinrakennuksia. Olemassa olevia teitä voidaan hyödyntää rakentamisessa. Alueelle on kuitenkin tarpeen rakentaa myös uutta tiestöä sekä teollisuusalueiden sisäisiä ajoyhteyksiä.

Asemakaavan yleismääräyksissä on todettu rakentamisen osalta seuraavasti: ”Alueen maamassojen käsittelyssä, varastoinnissa ja lopullisen sijoituksen tulee ensisijaisesti pyrkiä siihen, että ne tapahtuvat alueella. Rakentamisesta aiheutuvat maamassojen siirrot tulee tehdä ensi sijassa asemakaava-alueella korttelialueiden sisällä ja korttelialueelta toiselle. Kadunrakentamisen ylijäämämaat on ensisijaisesti läjitettävä katualueelle”.

3.5.3 Vaikutukset ja johtopäätökset

Alueen rakentamisvaiheessa kuluu sähköä, polttoaineita, lämpöä ja materiaaleja, jotka aiheuttavat väistämättä kielteisiä ilmastovaikutuksia. Erityisesti esirakentamisen mahdollinen kaivu, louhintä, murskaus ja stabilointi ovat päästöintensivisiä vaiheita.

Uudet rakennukset ja rakenteet vaativat päästöjä runsaasti tuottavia materiaaleja, kuten betonia ja terästä, jotka aiheuttavat suuren osuuden rakentamisen ilmastopäästöistä. Materiaalien lisäksi päästöjä syntyy myös työkoneiden ja rakentamisen aikaisen liikenteen polttoaineenkulutuksesta sekä useista työvaiheista.

”Happamien sulfaattimaiden esiintyminen tulee selvittää ennen ojitus- tai maanrakennustöiden aloittamista. Rakentamisessa suositellaan käytettäväksi vähäpäästöisiä materiaaleja, uusio- ja kierrätysmateriaaleja sekä puurunkoisia ja/tai puuverhottuja rakennuksia. Alueen suunnittelussa on huomioitava kiertotalouden tavoitteita, kuten jakamisen palvelut ja vertaisvuokraus, purku- ja rakennusmateriaalien kierrätys ja alueella syntyvien maamassojen kierrätys.” Lisäksi asemakaavan yleismääräyksissä kehoitetaan tutkimaan uusiutuvan energian käytön mahdollisuudet.

3.6 Siniviherrakenne

3.6.1 Nykytila

Siniviherrakenteella tarkoitetaan verkostoa, jonka muodostavat viheralueet (muun muassa metsät, suot, virkistysalueet, puistot) ja vesistöt (joet, järvet, meri). Alue on nykytilassa metsäistä ja alueella sijaitsee luontoarvoja käsittäviä lampialueita Arabiantien läheisyydessä sekä kaivettuja tai suoristettuja ojaia. Lammet Arabiantien läheisyydessä ovat syntyneet ihmistoiminnan seurauksena. Asemakaava-alue sijoittuu Oulujoen välittömään läheisyyteen.

3.6.2 Suunniteltu maankäyttö

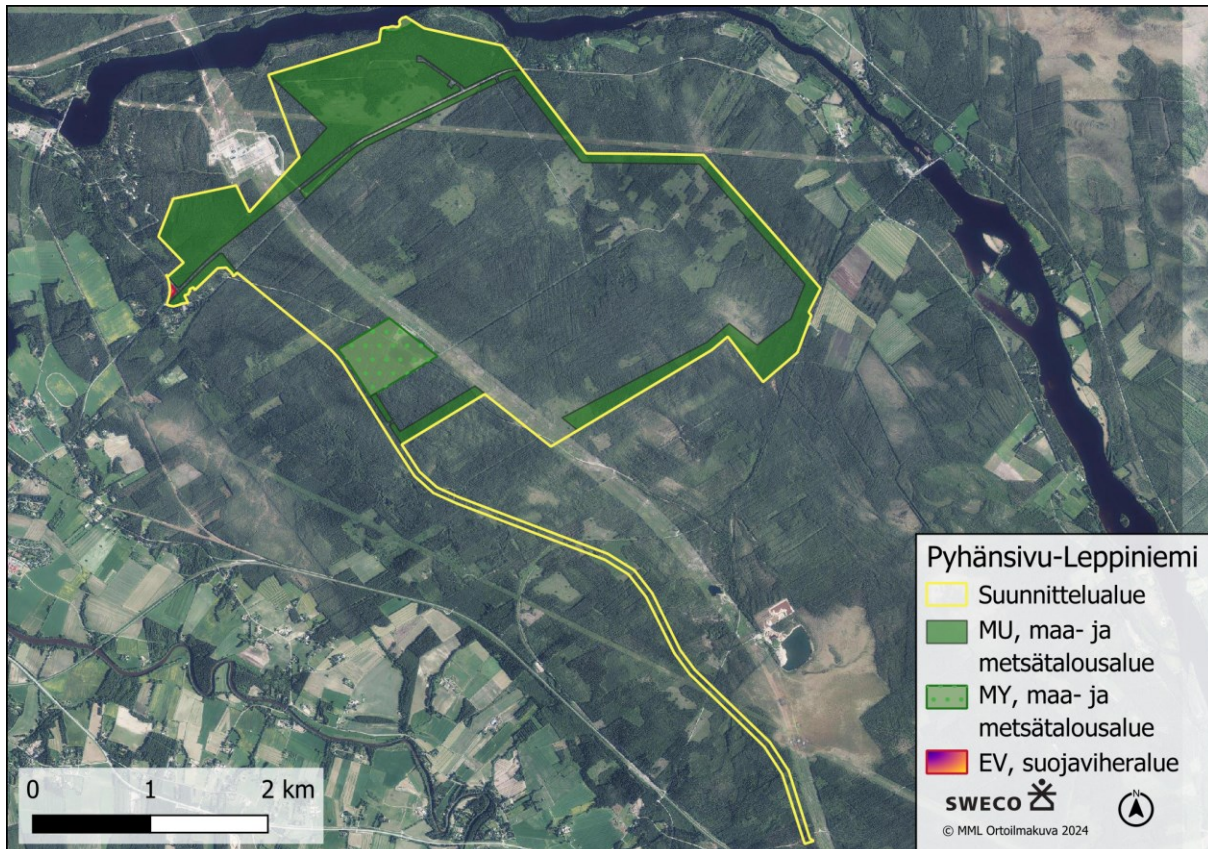
Kaavassa on osoitettu maa- ja metsätalousalueita, jolla on erityisiä ympäristöarvoja ollen osa viherverkostoa. Yleismääräyksessä suositellaan istutettavaksi puustoa hiilivarastojen kasvattamiseksi sekä istuttamaan tai pitämään rakentamatta jäävät tontinosat luonnontilaisena. Suojaviheralueille sekä metsäisille istutettaville alueille tulee mahdollisuuksien mukaan jättää eri lahoasteista lahopuuta luonnon monimuotoisuuden lisäämiseksi. Lisäksi uusien ilmajohtojen suojavyöhykkeelle ja muille avoimille alueille suositellaan toteutettavaksi pölyttäjäketoja.

Arabiantie läheisyyden lampialueet on suunniteltu maa- ja metsätalousalueeksi, jolla on erityisiä ympäristöarvoja (MY). Tämän lisäksi on osoitettu useita luonnon monimuotoisuuden kannalta erityisen tärkeitä kohteita (luo-1, luo-3 ja luo-4), joiden osalta luontoarvot tulee huomioida, ja joista luo-1 aluerajaus kieltää viitasammakon lisääntymis- ja levähdyspaikkojen heikentämisen ja hävittämisen. Luonnonympäristön säilymistä edistävät myös määräykset puuston ja kasvillisuuden säilyttämisestä sekä lisäämisestä. Kaavassa määrätään yleismääräyksenä, että alueilla on pyrittävä säilyttämään puustoa ja hiilivarastojen kasvattamiseksi suositellaan istutettavaksi puustoa.

Asemakaavoituksessa korostuvat etenkin hulevesikysymykset ja kaavassa määrätään hulevesien hallinnasta ja niiden muodostumisen ehkäisemisestä yleismääräyksillä: ”Hulevedet tulee imeyttää ja/tai viivyttaa tontilla. Hulevesien imeyttämistä tulee edesauttaa materiaalivalinnoilla. Vettä läpäisemättömiltä pinnoilta muodostuvia hulevesiä tulee imeyttää/viivyttaa tontilla siten, että rakenteiden mitoitustilavuuden tulee olla vähintään 1 kuutiometrin jokaista 100 vettä läpäisemättömää pintaneliometriä kohden. Viherkaton pinta-alasta vain kolmannes lasketaan läpäisemättömäksi. Rakenteissa tulee olla suunniteltu ylivuoto. Pysäköintialueiden hulevedet tulee käsitellä biosuodattamalla tai hiekan- ja öljynerottimien kautta. Epäpuhtaita sammuutus- ja prosessivesiä ei saa johtaa vesistöihin tai ympäristöön. Sammutusjätevedet tulee ohjata alueella erillisiin säiliöihin, altaisiin tai hulevesien

hallintarakenteisiin. Jos sammutusvedet ohjataan hulevesien viivytykseen tarkoitettuihin painantaisiin, altaisiin tai säiliöihin, ne tulee suunnitella suljettavina rakenteina.”

Hulevesien lisäksi vesistöihin ja vesitalouteen liittyviä tekijöitä on huomioitu luonnon monimuotoisuuden kannalta erityisen tärkeä alue -kaavamerkinnässä (luo-2). Kaavamääräyksissä todetaan, että pienvesikohteen tilan vaarantaminen on kielletty.



Kuva 11. Siniviherrakennetta tukevat kaavamerkinnot

3.6.3 Vaikutukset ja johtopäätökset

Siniviherrakenne on keskeisessä asemassa, kun pyritään hillitsemään ilmastonmuutosta ja sopeutumaan ilmastonmuutokseen sekä ilmastonmuutoksen seurauksena lisääntyneisiin ilmastoriskeihin.

Alueen maankäytön muutos tuo mukanaan huomattavia vaikutuksia siniviherrakenteeseen. Uuden rakentamisen myötä alueen kasvillisuuspinta-ala ja hiilivarastot pienenevät ja hulevesikuormitus kasvaa etenkin teollisuusalueilla. Vesistöjen kuormituksen vähentämiseksi hulevesiä koskevat määräykset ovat tärkeitä ilmastonmuutokseen sopeutumisen näkökulmasta, sillä lisääntyvät ääri-ilmiöt, kuten voimistuneet rankkasateet vaativat entistä parempia keinoja hulevesienhallintaan. Lisäksi säilytettävää sekä lisättävää puustoa ja kasvillisuutta koskevilla määräyksillä voidaan sopeutua ilmastonmuutokseen ja lisätä positiivisia ilmastovaikutuksia.

3.7 Liikenne

3.7.1 Nykytila

Suunnittelualueen pohjoisosassa sijaitsee kaakkois-lounaissuuntainen yhdystie 18652, jonka liikennemäärä jää suhteellisen vähäiseksi ollen keskimäärin noin 140 ajon. /vrk. (laskentavuosi 2022), josta raskaan liikenteen osuus on noin 10 ajon. /vrk eli noin 7 % (laskentavuosi 2020). Suunnittelualueen läheisyydessä sijaitsee useita päällystettyjä maantiemäisiä yhdystieitä. Lisäksi suunnittelualueelle sijoittuu myös pienehköjä yksityisteitä, joiden liikennemäärät eivät ole tiedossa. Liikennemäärien lähteenä on käytetty Väyläviraston Tiestötietoja.

Suunnittelualueen länsireunaan sijoittuu lähin linja-autopysäkki, jossa pysähtyy sekä paikallisliikennettä että kaukoliikennettä. Asemakaava-alueella ei nykytilassa sijaitse jalankulun ja pyöräilyn väyliä eikä moottorikelkkareittiä. Suunnittelualueen eteläpuolella noin 3,5 kilometrin etäisyydellä suunnittelualueesta sijaitsee Oulu – Kontionmäki junarata, jolla on sekä henkilöliikennettä että rahtiliikennettä.

3.7.2 Suunniteltu maankäyttö

Asemakaavan ja asemakaavamuutoksen liikennevaikutuksia on arvioitu erillisessä liikenneselvityksessä. Katujen yleissuunnittelutyötä tehdään asemakaavan ja -kaavamuutoksen laadinnan ajan.

Asemakaavan itäosaan varataan alue uudelle kadulle (Struventie) Pyhänsivuntien ja Kajaanintien välille. Valtatielle 22 on tarkoituksena toteuttaa ohitustie ja ohituskaistoja. Ohitustien suunnitelma on esitetty "Valtatien 22 kehittäminen Muhoksen keskustan kohdalla -Ohikulkutieselvitys"-selvityksessä. Ohituskaistojen suunnitelma on esitetty "Valtatien 22 ohituskaistat välillä Hyrkäs – Sotkajärvi, Muhos ja Utajärvi"-selvityksessä. Uuden Struventien ja valtatieen liittymään on suunniteltu uuden eritasoliittymän toteuttamista, joka puolestaan on mainittu Muhoksen Pyhänselän suurteollisuusalueen vireillä olevassa asemakaavassa. Pyhänsivuntien, Leppiniementien ja Struventien rinnalle on suunniteltu erillisen jalankulku- ja pyöräväylän toteuttamista. Joukkoliikenteen nykyiset pysäkit sijaitsevat etäällä uudesta maankäytöstä. Alueelle ei ole suunnitteilla juna-asemaa. Lumien pois kuljettamisesta on yleinen kaavamääräys, että sitä ei tule tehdä vaan alueelle tulee esittää lumille varastointitilat.

3.7.3 Vaikutukset

Ilmastovaikutusten kannalta liikenteellä on tärkeä rooli kaava-alueen päästöjen muodostumisessa. Liikenteen määrän lisääntymisen takia liikenteen aiheuttamien päästöjen arvioidaan kaavan takia kasvavan. Lisääntyvät liikennemäärät kasvattavat ilmastopäästöjä, etenkin mikäli liikennöinti tapahtuu bensiini- ja dieselkäyttöisillä ajoneuvoilla. Toisaalta liikenteen sähköistyminen tulevaisuudessa entisestään vähentänee päästöjä.

Kaikkiaan liikennettä syntyy kaavan toteutumisen seurauksena arviolta noin 4700 ajoa vuorokaudessa, josta raskasta liikennettä on noin 10 %. Liikennemäärät lisääntyvät suunnittelualueen lisäksi myös Muhoksen keskustassa, Leppiniementiellä ja Pyhänsivuntiellä. Liikennetuotosten laskentaan ja suuntautumiseen liittyy paljon epävarmuutta, joten tarkkoja määriä ei ole saatavilla. Liikennemäärät on pyritty arvioimaan realistisena kuitenkin liioittelematta tai ainakaan vähentelemättä liikennemääriä.

On epävarmaa, lisääkö tai muuttaako asemakaavan mahdollistama teollisuustoiminta raideliikennettä. Maakuntakaavamerkinnoissa on todettu, että ratamerkinnojen kohdalla "on varauduttava nopean henkilöjunaliikenteen ja raskaan tavaraliikenteen edellyttämän radan rakenteen ja turvallisuuden parantamiseen, mm. tasoristeysten poistamiseen sekä kaksoisraiteeseen".

Mikäli kaava-alueen maankäytössä voidaan hyödyntää junakuljetuksia, raskaan liikenteen määrä voi vähentyä ja junaliikenteen määrä kasvaa. Kuljetusten siirtyminen raskaasta liikenteestä

junaliikenteeseen edistäisi ilmastotavoitteiden saavuttamista vähentämällä kuljetuksista aiheutuvia ilmastopäästöjä.

Lumien alueelta pois kuljettamisen kiello vähentää talvisaikaista liikennettä riippuen lumen määrästä.

3.7.4 Johtopäätökset

Asemakaavassa voidaan vaikuttaa liikenteen ilmastovaikutuksiin jonkin verran. Ilmaston, resurssien ja luonnonvarojen kannalta tulisi rakentaa mieluummin uusia liittymiä kuin täysin uusia liikenneväyliä. Sähköautojen käyttöä voidaan tukea esimerkiksi latauspisteiden sijoittamisella ja pysäköintiratkaisulla. Julkisilla vaihtoehtoilla liikkuminen on mahdollista, mutta vielä katusuunnitelmien puuttuessa on vaikea arvioida, tuleeko julkisilla liikkuminen kaava-alueelle olemaan erityisen helppoa. Kaava itsessään ei erityisesti vaikuta julkiseen liikenteeseen.

Kaava kuitenkin tukee jalankulkua ja pyöräilyä. Ilmaston kannalta on erittäin hyvä, että jalankulun ja pyöräilyn mahdollisuuksiin on panostettu ja työmatkapyöräilyetäisyys on sopiva Muhoksen keskustan ja suunnittelualueen välillä. Liikenneselvityksessä (Sweco 2025) on todettu, että jalankulun ja pyöräilyn turvallisuutta voidaan parantaa laskemalla nopeusrajoitusta. Riippuen eri tekijöistä myös päästöt saattavat vähentyä, kun nopeutta rajoitetaan (Mansikkamäki 2021).

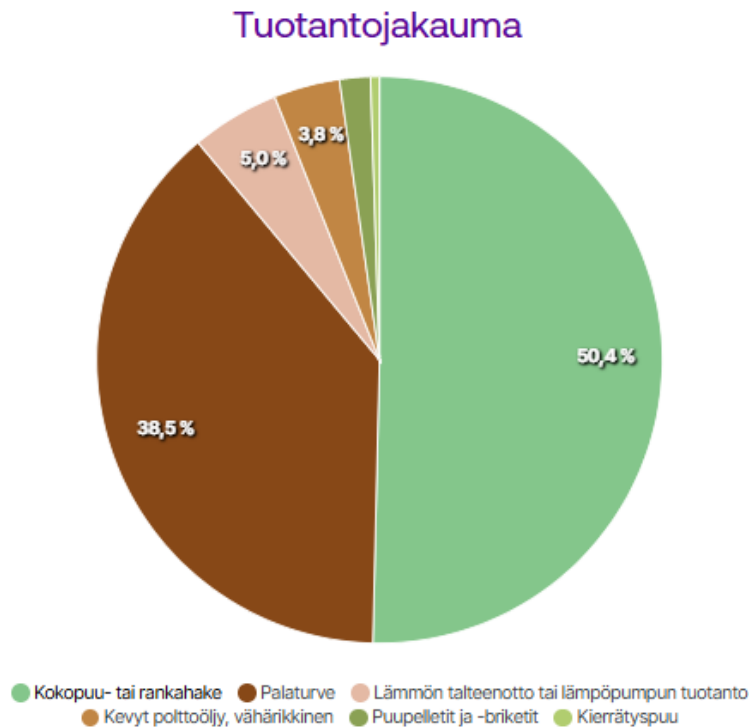
Olemassa olevan junaradan tuomat mahdollisuudet näkyvät kaavassa hieman positiivisena asiana ilmaston kannalta, sillä junaliikenteellä on huomattavasti pienemmät päästöt kuin esimerkiksi henkilöautoliikenteellä. Junarata kuitenkin sijoittuu melko etäälle teollisuusalueista eikä toistaiseksi ole suunniteltu lähijunaliikennettä alueen ja Muhoksen juna-aseman välille.

Ilmastokestävyyyden kannalta on tärkeää, että liikkumisen tarve on vähäistä ja kulkumuotojakauman painottuminen on kestävä. Alueelle ei kuitenkaan ole suunniteltu asuinrakennuksia, joten tuleva liikkuminen on todennäköisesti työmatkaliikenteen ja teollisuusalueen kuljetuksia sekä jonkin verran myös maa- ja metsätalousalueille sekä virkistysalueille kohdistuvia matkoja. Kielto kuljettaa lumia pois alueelta nähdään hyvänä asiana liikenteen ilmastopäästöjen vähentymisen takia.

3.8 Energiantuotanto- ja kulutus

3.8.1 Nykytila

Oulun Seudun Sähköllä on sähkö- ja kaukolämpötoimintaa Muhoksella. Vuonna 2023 Muhoksen kunnan kaukolämmön laskennalliset päästöt olivat noin 6 059 tCO₂ ja päästökerroin 179,3 kgCO₂/MWh. Päästöt sisältävät Oulun Seudun Sähkön laskennalliset kaukolämmön päästöt. Tuotantojakaumasta 50,4 % oli kokopuu- tai rankahaketta, 38,5 % palaturvetta ja 5,0 % lämmön talteenottoa tai lämpöpumpun tuotantoa. (Energiateollisuus 2025)



Kuva 12. Muhoksen kaukolämmön tuotantojakauma vuonna 2023. (kuvan lähde: Energiatiedotus/Oulun Seudun Sähkö 2025)

Muhos sijaitsee geologisesti ainutlaatuisella Muhoksen muodostumien alueella. Muhoksen muodostumat tarjoaa erinomaiset olosuhteet keskisyvän geotermisen energian hyödyntämiselle. Muhoksen kunta haki alkukeväällä 2020 rahoitusta ympäristöministeriön Kuntien ilmastohankkeet -avustushausta tutkiakseen geotermisen energian hyödyntämismahdollisuuksia Muhos-muodostuman alueella, erityisesti Muhoksen kirkkosaarella. Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) selvityksen mukaan keskisyvän geotermisen energian potentiaali 2 km syvästä energiakaivosta Muhos-muodostuman alueella on yhtä lupaava kuin vastaavalla syvyydellä eteläisen Suomen rapakivialueella, jossa geometrinen lämpövuoto ja kallion lämmönjohtavuus ovat korkeampia. Muhoksen alueella matalan geotermisen energian potentiaali on kuitenkin heikompi verrattuna muun Suomen kiteisen kallioperän alueisiin. (Geologian tutkimuskeskus 2021)

Nykytilanteessa alueella ei ole tuulivoimaa eikä teollisen mittaluokan aurinkovoimaloita. Muhoksen alueella on kuitenkin suunnitteilla tuuli- ja aurinkovoimahankkeita. Maakuntatasolla tuotetaan kuitenkin runsaasti puhdasta energiaa, kuten tuulivoimaa.

Suunnittelualan ulkopuolella luoteessa sijaitsee Pyhänselän sähköasema. Suunnittelualueella sähköasemalta koilliseen kulkevat Fingridin 400 kV ilmajohtot Pyhänselkä–Valkeus, Pysäysperä–Pyhänselkä ja Pyhänselkä–Vuolijoki ja samassa linjassa Fingridin 110 kV ilmajohtot Pyhänselkä–Nuojuankangas ja Pyhänselkä–Utanen. Suunnittelualan pohjoisosan halki kulkee Carunan 110 kV ilmajohto Pyhänselkä–Pälli. Lisäksi suunnittelualan eteläosassa kulkee lyhyen matkaa Fingridin 220 kV ilmajohto Pyhäkoski–Seitenoikea.

3.8.2 Suunniteltu maankäyttö

Energiahuollon alueet (EN) kattavat noin 6 % suunnittelualan pinta-alasta. Energiahuollon ja yhdyskuntateknistä huoltoa palvelevien rakennusten ja laitosten alueet kattavat yhteensä noin 7 % suunnittelualan pinta-alasta.

Energiajärjestelmää palvelevat alueet on osoitettu energihuollon alueina (EN) ja sähkön varastointialueet on osoitettu yhdyskuntateknistä huoltoa palvelevien rakennusten ja laitosten alueena (ET). T/kem-1-alueen lounaispuolella sijaitsevalla energihuollon alueella sijaitsee voimajohtoja. Asemakaavassa on osoitettu olemassa olevien ilmajohtojen rinnalle koillispuolelle kolme uutta ilmajohtoa. Asemakaavassa on myös huomioitu vireillä olevassa energia- ja ilmastovaihehuonekaavassa osoitettu uusi kaasuputken yhteystarve osoittamalla alueelle myös maanlaista putkea varten varattu ohjeellinen alueen osa. Lisäksi kaavaan on osoitettu yhdyskuntateknisen huollon osa-alueita (et), joille voi sijoittua esimerkiksi energihuollon toimintoja, kuten tonttikohtaisia sähköasemia.

Asemakaavan T/kem-alue mahdollistaa ensisijaisesti maankäytön datakeskustoiminnalle ja siihen liittyville varavoimalaitoksille, minkä lisäksi aluetta voidaan käyttää energiantuotanto- ja varastointialueena, jonka tonteille voidaan sijoittaa myös muuta energiaintensiivistä teollisuutta, kuten vedyntuotantoa ja sähkövarastoja. Teollisuusalue ja datakeskustoiminta vaativat toimiakseen suuria määriä energiaa. T/kem-alueen läheisyyteen sijoitetut T- ja TY-alueet tukevat datakeskustoimintoja sekä tukee niiden lämpö- ja jäähdytysenergian hyödyntämistä. Uusiutuvan energian osalta asemakaava mahdollistaa aurinkovoiman tuotannon.

3.8.3 Vaikutukset ja johtopäätökset

Kaavamerkinnoissa on mahdollistettu erilaiset energiantuotantoon liittyvät toiminnot.

Ilmastokestävyyden näkökulmasta on olennaista selvittää alueen uusiutuvan energian tuotantopotentiaali, huomioida energiatehokkuus sekä infran ja teknisen huollon resurssitehokkuus. Riippuen alueen tulevista teollisuuden toimijoista, alue voi mahdollisesti toimia energiantuottajana lähiseudun alueille.

Mahdollisen datakeskustoiminnan hukkalämmön hyödyntäminen muussa teollisessa toiminnassa vähentäisi muun teollisuuden energiankulutusta ja lisäisi niiden energiatehokkuutta edistäen näin vihreää siirtymää ja hiilineutraaliutta. Potentiaalisiksi lämpötuotannon hyödyntäjiksi on kaavaselostuksessa arvioitu esimerkiksi kaukolämpöverkko ja lämpöintensiivinen teollisuus.

Tulevien teollisuusrakennusten käytönaikaista energiankulutusta ajatellen on hyvä, että käytetty energia pyritäisiin tuottamaan mahdollisimman kestävästi. Asemakaavoitettava alue tätä ajatellen sijaitsee melko otollisella paikalla, sillä Pohjois-Pohjanmaalla on tuotannossa ja suunnitteilla useita uusiutuvan energian tuotantokeinoja ja uusia energiantuotantoalueita kehitetään edelleen. Uusiutuvaa energiaa ovat muun muassa tuuli-, aurinko- ja geotermien energia. Sähkön siirrossa syntyy aina hieman häviötä, minkä vuoksi sähköä on erityisen kannattavaa hyödyntää lähellä sen tuotantoalueita.

3.9 KILVA-arviointi

Ilmastonmuutoksen hillintä tarkoittaa toimia, joilla hidastetaan ilmastonmuutosta. Näitä kaikilla sektoreilla tarvittavia toimia ovat muun muassa kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen ja hiilinielujen lisääminen. Maankäytön ja kaavoituksen sektorilla ilmastovaikutuksia aiheuttavat esimerkiksi hiiltä sitovan kasvillisuuden vähentyminen sekä liikkumisen tarpeiden muuttuminen (Suomen ympäristökeskus 2022). Ilmastonmuutokseen sopeutuminen puolestaan tarkoittaa ilmastonmuutoksesta aiheutuvien haittojen lieventämistä ja ilmastonmuutoksen tuomien uusien mahdollisuuksien hyödyntämistä. Paikalliset olosuhteet tulee erityisesti ottaa huomioon ilmastonmuutokseen sopeutumisessa (Suomen ympäristökeskus 2023).

Ympäristöhallinnon kehittämän KILVA (kaavan ilmastovaikutusten arviointi) -työkalun viitekehys sisältää neljä pääteemaa:

1. Luonnonvarojen käytön minimointi
2. Kestävän elämäntavan mahdollistaminen

3. Kulutuksen päästöjen minimointi

4. Ilmastonmuutoksen aiheuttamiin riskeihin varautuminen

Kaikille kaavatasoille tarkoitettu työkalu tuottaa laadullista arviota suunnitelman vahvuuksista ja heikkouksista.

Muhoksen kunta voi toteuttaa ilmastotavoitteita asemakaavalla kaavoittamalla tiivistä ja täydentävää rakentamista. Asemakaavalla on merkityksellinen rooli rakentamisen käyttötarkoituksen ja rakennusten sijoittelun osalta mahdollistaen näin vihreän siirtymän teollisuuden sijoittumisen kaava-alueelle.

3.9.1 Luonnonvarojen käytön minimointi

Asemakaava laaditaan entuudestaan rakentamattomalle alueelle, jossa ei ole olemassa olevaa rakennuskantaa. Alue kuitenkin sijaitsee energiaverkoston ja asutuksen kannalta otollisessa paikassa ja se on kytkettävissä olemassa olevaan infrastruktuuriin. Oleva infrastruktuuri, kuten tiestö, hyödynnetään niiltä osin kuin mahdollista. Tiestöä on tarpeen parantaa.

Kaavassa määrätään huomioimaan jakamisen palvelut ja vertaisvuokraus, purku- ja rakennusmateriaalien ja alueella syntyvien maamassojen kierrätys. Maamassojen hyödyntämisestä määrätään kaavan yleismääräyksissä. Alueen muuntojoustavuutta ei ole tarkasteltu sillä oletuksena on, että alueella harjoitetaan teollisuustoimintaa pitkään. Teollisuusrakennuksia voi olla mahdollista hyödyntää muussa käytössä, esim. varastot sopivat yleensä moneen eri tarkoitukseen.

Metsäala vähenee paljon, mutta kaavassa annetaan määräyksiä puuston säästämisestä ja istutuksista, sekä vettä läpäisevistä pinnoista. Luo-alueet tukevat paikallisesti puuston ja maaperän säilyttämistä. Hiilen sidonnan maksimointiin ei pyritä kaavassa ja se tulee vähenemään joka tapauksessa. Teollisuusalueiden pihat ovat haastavia viherrytyskohteita, mutta alueella sallitaan esim. viherkatot ja suositellaan istutettavaksi puustoa. Lahopuuta määrätään säilytettävän.

Alueen viheryhteys kapenee, mutta säilyy. Yhteydestä tulee hieman mutkikkaampi, sillä se ohjataan rakennettavien alueiden välistä. Kaavamääräykseen on lisätty, että rakentamisessa suositellaan käytettäväksi vähäpäästöisiä materiaaleja, uusio- ja kierrätysmateriaaleja sekä puurunkoisia ja/tai puuverhottuja rakennuksia.

3.9.2 Kestävän elämäntavan mahdollistaminen

Liikkumisen tarpeen vähentäminen ja kulkumuotojakauman painottuminen kestäväksi ovat KILVA-työkalun tärkeitä teemoja. Rakentamisaikana suunnittelualueen liikenne lisääntyy merkittävästi, mutta vaikutus on tilapäinen. Käytön aikana liikenne lisääntyy, mutta ero ei välttämättä ole merkittävä. Käytönaikainen liikenne riippuu huomattavasti alueelle sijoitettavasta teollisuudenalasta. Alueelle ei ole tulossa asuntoja, joten autoliikenteestä ei synny tasaista virtaa.

Suunnittelualueen rakenne ei ole erityisen sekoittunut, mutta alueella on eri toimintoja, jotka ovat keskenään kävellen saavutettavissa. Alue on kuitenkin niin laaja, ettei kävely todennäköisesti ole ensisijainen liikkumismuoto.

Kestävän liikkumisen priorisoimiseksi alueella on löydetty useita keinoja. Jo lähtökohtaisesti alue sijaitsee otollisella paikalla joukkoliikenteen näkökulmasta. Reitti Muhoksen taajamasta alueelle on mahdollisimman lyhyt ja myös muut reitit on pyritty tekemään loogisiksi. Osa reiteistä eriytetään moottoriliikenneväylistä erityisesti viihtyisyyden takia. Pyöräpysäköinnille on asetettu minimivaatimus kaavamääräyksissä. Lisäksi puolet pyöräpysäköinnistä tulee järjestää katetussa tilassa.

Alueelle on mahdollisesti tulossa kestäviä käyttövoimia kuten sähköä, biokaasua tai etanolia tukevia ratkaisuja. Teollisuudenalat eivät ole varmistuneet, mutta esim. biopolttoaineen jakeluasemia (mahdollisesti jopa tuotantoa) on mahdollista sijoittaa alueelle. Kaava mahdollistaa monenlaisia ratkaisuja.

Sekä kaava-alueen sisäinen että sen ulkopuolella sijaitseva metsä ja virkistyskohteet ovat kävelymatkan päässä alueelta. Alueella on luonnonympäristöä ja metsätalousmaata. Alueelle osoitetaan olemassa olevia sekä uusia ulkoilureittejä, muun muassa viihtyisimpään kohtaan Oulujoen rantaan. Laajat teollisuusalueet kuitenkin supistavat kuljettavaa aluetta ja saattavat vähentää viihtyisyyttä.

Mahdolliset ympäristöhaitat kuten melu, tärinä, pöly ja välke on huomioitu määräyksissä. Kaikkea ei voida estää, mutta kohdistuminen asukkaisiin ja ulkoilijoihin pyritään minimoimaan muun muassa suojavyöhykkein ja istutuksin. TY-alueiden sijoittuminen suojaa asutusta. Alueen luonnonarvot ja kulttuuriympäristö huomioidaan aluevarauksin ja määräyksin.

3.9.3 Kulutuksen päästöjen minimointi

Alueen uusiutuvan energian tuotannon ja käytön mahdollisuuksia on selvitetty kaavaselostuksessa. Teollisuus ei tuota merkittävästi uusiutuvaa energiaa, mutta uusiutuvalla energialle on yhä enemmän tarvetta. Vety, biopolttoaineet, ja aurinkopaneelit sallitaan. Kaava mahdollistaa energian varastoinnin ja varastointia ajatellen osoitetaan alueita. Energiajärjestelmässä tapahtuvat muutokset kuten sähköasemien laajennukset, uudet voimalinjat, vety, paikalliset sähköasemat, muuntamot ja tuotantolaitokset on myös mahdollistettu kaavamääräyksissä. Pohjoinen sijainti ja kylmä ilmasto tuovat hyötyä jäähdytykseen. Mikäli läheisiä vesialueita hyödynnetään jäähdytyksessä, huomioidaan kielto jäähdytysveden palauttamisesta sellaisenaan vesistöön.

Alueen jäsentely on tehty tietoisesti siten, että verkostopituudet, energiahäviöt ja verkoston rakentamisen ympäristövaikutukset pystytään minimoimaan. Hukkalämmön talteenoton mahdollisuudet infraratkaisuihin ja aluevarauksissa on tarkasteltu. Tilaa ei ole erikseen osoitettu, mutta sitä kuitenkin on olemassa. On tarkoitus hyödyntää synergiaetuja, kuten sijoittaa alueelle myös kasvihuoneita ja kalankasvatusta. Alue sijaitsee kaukolämpöverkon välittömässä läheisyydessä. Alueella ei ole olemassa olevaa jätehuoltoa, johon liittyä, mutta alue sijaitsee lähellä taajamaa. Yhteinen keräysasema on mahdollista toteuttaa mutta se on epätodennäköistä, riippuen teollisuudenaloista.

3.9.4 Ilmastonmuutoksen riskeihin varautuminen

Alueen olosuhteita on tutkittu monipuolisesti ja siellä ei sijaitse erityisen herkkiä arvoja tai haavoittuvuuksia. Kaavaa suunniteltaessa on tarkasteltu millaisia sääolosuhteita alueella todennäköisimmin tulee olemaan esimerkiksi 30 ja 100 vuoden kuluttua. Vesistötulvat (sulamisvedet + rankkasateet) on huomioitu ja mitoitettu 1/100 vuodella eli normaalilla mitoituksella alimmassa rakennuskorkeudessa. Kaavan laadinnassa on tarkastettu, että joenpenger riittää yllättäviinkin vedenpinnan vaihteluihin. Sääriskien toistuvuuden tihtyminen kaavan elinkaaren aikana sekä riski vettä imevissä pinnoissa on huomioitu laadituissa hulevesimääräyksissä.

Rakennettavat alueet sijoittuvat harjanteen päälle, ei tulvavaara-alueelle tai erityisen kosteille alueille, mihin vesi valuu. Valumissuunnat on tunnistettu ja maaperän laatua tutkitaan. Suunnittelualan pohjoispuolinen Oulujoen vesistö sijaitsee syvässä uomassa, joten siitä ei aiheudu riskiä. Lisääntyvän sateisuuden, lumen ja kosteuden hallitsemiseksi on kuitenkin tehty useampia ratkaisuja kuten esimerkiksi hulevesiin liittyvät määräykset, minkä lisäksi alueelle jää vettä läpäisevää pintaa ja vettä imevää ja haihduttavaa kasvillisuutta muun muassa suojaviheralueille, sekä luo-, ja M-alueille. Suunnitteluala on valmiiksi kostea, ja siellä on kohtia hulevesille. Lumen varastoinnista on kaavamääräys.

Kaava-alueella vaikutetaan lähinnä energianjakeluun (sähkölinjat, sähköasemat, muuntajat) ja mahdollisesti kaukolämmön- ja ruoantuotantoon sekä vedenkulutukseen. Terveyshaitat minimoidaan, mutta niitä ei voida kokonaan estää. Metsätalouden takia alueen puut ovat tasaikäisiä. On riski, että alueen ekologisen yhteyden puut kaatuvat itsestään myrskyssä. Ekologista yhteyttä ei ole erikseen osoitettu kaavakartalle tai siitä ei ole annettu määräyksiä.

Luonnon monimuotoisuuden kannalta arvokkaimmat kohteet on tunnistettu ja turvataan kaavamerkinnöillä ja -määräyksillä kuten viitasammakko- ja pienvesikohteet. Muilta osin suunnittelualan kuivuutta, tuulta, tai pilvisyyttä ei ole huomioitu kaavassa eikä esitetty ehkäisykeinoja.

Suunnitelmaan on sisällytetty sään aiheuttamien vaaratekijöiden hillintä- ja hallintakeinoja. Toiminta tuottaa lämpöä, joten hukkalämmön hyödyntäminen toisissa toiminnoissa vähentää lämmitystarvetta.

3.9.5 Johtopäätökset

Suunnitelma sijoittuu olemassa olevan yhdyskuntarakenteen reuna-alueelle. Kaavan vahvuuksia ilmaston kannalta ovat alueen uusiutuvan energian tuotantopotentiaalin selvittäminen sekä ilmatoriskeille alttiiden ominaispiirteiden tunnistaminen. Heikkouksina nähdään metsien hiilivarastojen turvaaminen ja lisääminen. Hiilen säilymistä tulevassa rakenteessa on pyritty turvaamaan materiaalivalintojen suosituksissa, mutta teollisuusrakentaminen vaatii usein päästöintensiivisiä materiaaleja, kuten terästä ja betonia, eikä puuta voida välttämättä käyttää esimerkiksi tulipaloriskin vuoksi. Liikkumisen tarvetta on pyritty vähentämään sijoittamalla kaavoitettava alue lähelle Muhoksen keskustaa.

3.10 Ilmatorisakit

Ilmastonmuutoksen on tutkittu lisäävän sään ääri-ilmiöitä, joilla voi olla haitallisia vaikutuksia kaavahankkeelle. Rankkasateiden, ääri-ilmätilojen, pitkien kuivuusjaksojen, metsäpalojen ja tulvien lisäksi myös myrskyt voivat esimerkiksi kaataa puita rakennusten tai muun alueen infran päälle. Sään ääri-ilmiöihin sisältyvät myös lumimyrskyt ja yhtäkkisen paksun lumipeitteen mahdollisuus. Ilmastonmuutokseen sopeutumisen kannalta on tärkeää säilyttää mahdollisimman paljon luonnonympäristöä, kuten puita ja kasvillisuutta. Puustolla ja kasvillisuudella on merkittävä rooli hulevesien hallinnassa sekä viilennyksessä. Asemakaavassa on huomioitu yleismääräyksissä puuston ja kasvillisuuden säilyttäminen ja lisääminen.

Suunnittelualueella ei ole tunnistettuja tulvariskialueita ja lähin merkittävä tulvariskialue (Pudasjärven taajama) sijoittuu noin 70 km etäisyydelle suunnittelualueesta koilliseen (SYKE 2024). Paikallisia tulvia voi kuitenkin esiintyä erityisesti keväisin lumen sulamisen ja/tai runsastuneiden sateiden seurauksena. Ilmastonmuutoksen on kuitenkin todettu lisäävän myös muiden alueiden tulvimista. Yleisesti hulevesisuunnittelussa tulee varautua ilmastonmuutoksen aiheuttamiin lisääntyviin rankkasateisiin sekä vettä läpäisevien pintojen riittävyyteen ja viivytysalueihin. Tarkoituksena on päällystää teitä ja rakennusten edustoja, joten hulevesiriskejä voi aiheutua. Kaavaan on osoitettu suojaviheralue LT-merkinnän ympäristöön. Suojaviheralue on laajuudeltaan hyvin pieni (n. 0,3 ha), mutta alue saattaa kuitenkin lisätä päällystetyn maantien hulevesien viivytystä ja suodattumista edistäen näin hulevesien hallintaa. Yleisissä kaavamääräyksissä todetaan, että alueella sallitaan viherkatot, jotka osaltaan edistävät hulevesien hallintaa ja ilmastonmuutokseen sopeutumista rankkasateiden ja kuumuuden lisääntyessä. Viherkatot pidättävät vettä, minkä avulla voidaan hallita virtaamia ja estää tulvimista. Viherkatot myös toimivat varjona ja rakennuksien viilentäjänä, jonka avulla voidaan lievittää helleaaltojen vaikutuksia.

Alueella on luonnon monimuotoisuuden kannalta erityisen tärkeitä arvoluokan 1, 3 ja 4 alueita. Arvoluokan 1 kohteet tulee huomioida suunnittelussa ja toteutuksessa ja niiden monimuotoisuuden kannalta tärkeä luonne tulee turvata. Arvoluokan 3 alueilla suunnittelussa ja toteutuksessa on pyrittävä huomioimaan luontoarvot sekä alueen luonnon monimuotoisuuden kannalta tärkeän luonteen turvaaminen. Lisäksi arvoluokan 4 osalta on pyrittävä mahdollisuuksien mukaan huomioimaan luontoarvot.

Ilmastonmuutoksen seurauksena lisääntyvät ääriolosuhteet voivat vaikuttaa luonnonarvoihin ja niiden säilymiseen. Lisääntyneet kuivuusjaksot voivat luonnostaan kuivattaa edellä mainittuja luonnon monimuotoisuuden kannalta erityisen tärkeitä alueita. Lisääntyvät rankkasateet ja hulevedet voivat puolestaan heikentää vesistöjen laatua. Hulevesiä hallitsemalla ja käsittelemällä voidaan kuitenkin minimoida haitallisia vaikutuksia vesistökohteisiin ja yleisissä kaavamääräyksissä on todettu seuraavasti: ”Hulevedet tulee imeyttää ja/tai viivyttaa tontilla. Epäpuhtaita sammutus- ja prosessivesiä ei saa johtaa vesistöihin tai ympäristöön.”

Kaava-alueella on osoitettu laajasti maa- ja metsätalousvaltaisia alueita. Ilmastomuutoksella arvioidaan olevan vaikutuksia maa- ja metsätalouteen muun muassa lumituhojen, tuholaiden, myrskyjen ja roudan muutoksien kautta. Lisäksi metsäpalojen arvioidaan yleistyvän ilmastomuutoksen seurauksena lisääntyvän kuivuuden takia.

Kaava-alueelle osoitetut teollisuus- ja varastoalueet lisäävät alueen rakentamista. Tiivistyvä rakentaminen ja teollisuuden tuottama hukkalämpö voivat helteiden ja kuivuuksien lisääntyessä muodostaa lämpösaarekeilmiön. Lisäksi kaavoituksessa on osoitettu maa- ja metsätalousalueita, jolla on erityistä ulkoilun ohjaamistarvetta, ja jotka mahdollistavat pääsyn viileämmille alueille. Myös kaavamääräyksessä esitetty säilytettävä puusto voi tarjota varjoa ja viilentävää vaikutusta.

GTK:n kartta-aineistoihin pohjautuvassa tarkastelussa Muhoksen asemakaava-alueella happamien sulfaattimaiden esiintymistodennäköisyys on pieni tai erittäin pieni ja mustaliusketta saattaa esiintyä. Hieman alle 500 m etäisyydellä asemakaava-alueen länsipuolella sijaitsee happamien sulfaattimaiden kohtalaisen todennäköisyyden esiintymisalueita. Suunnittelualueella tehdään maaperätutkimuksia kesällä 2025.

4 Yhteenveto ja suositukset ilmastovaikutusten pienentämiseen

Tässä selvityksessä arvioitiin Pyhänsivun asemakaavan ja Leppiniemen asemakaavamuutoksen ilmastovaikutuksia. Asemakaavassa määritellään alueen tuleva käyttö sekä rakentamisen sijainti, laajuus ja käyttötarkoitus. Vaikka teollisuushankkeet ovat sidoksissa kannattavuus- ja työllistämislaskelmiin ja itse ilmastovaikutusten arviointi ei vaikuttaisi merkittävästi päätöksentekoon, tieto esimerkiksi helpottaa mahdollisesti myöhemmin toteutettavaa päästölaskentaa. Ilmastopäästöt ovat globaaleja, sillä päästöt eivät noudata valtioiden rajoja ja ne vaikuttavat koko maapallon ilmastoon. Yhden maan tai alueen päästöt voivat vaikuttaa muiden alueiden säähän, lämpötilaan tai ekosysteemeihin. Päästöjen vähentämisellä sekä ilmastomuutokseen sopeutumisella on kiire, ja kansainväliset, kansalliset ja alueelliset sopimukset pyrkivät hallitsemaan ja vähentämään näitä globaaleja päästöjä yhteistyön avulla.

Kokonaisuutena Pyhänsivun asemakaavan ja Leppiniemen asemakaavamuutos tukee Muhoksen ilmastotavoitteiden toteutumista etenkin ilmastokestävien ratkaisujen suosittamisella materiaalien ja toteuttamistapojen sekä uusiutuvan energian käytön tutkimisen osalta. Lisäksi puuston ja kasvillisuuden säilyttämistä ja lisäämistä koskevat yleismääräykset tukevat ilmastotavoitteita hiilinielujen näkökulmasta. Luonnon monimuotoisuuden vahvistaminen ja ilmastomuutoksen hillintä ja siihen sopeutuminen tuovat toisilleen synergiaetuja. Ilmastomuutokseen sopeutuminen on otettu huomioon kaavamääräyksissä, joissa esimerkiksi yleisissä kaavamääräyksissä huomioidaan hulevesien hallinta myös tulvatilanteissa. Lisäksi alueen länsireunaan on osoitettu pieni suojaviheralue.

Pyhänsivun asemakaavan ja Leppiniemen asemakaavamuutoksen ilmaston kannalta merkittävimmät kielteiset vaikutukset aiheutuvat alueen rakentamisesta ja siitä, että uusi maankäyttö kohdistuu pääosin ennestään rakentamattomalle alueelle. Uusien alueiden rakentamisen takia alueelta poistuu kasvillisuutta ja puustoa ja maaperää muokataan, jolloin maaperän ja kasvillisuuden hiilivarastot ja -nielut pienenevät. Asemakaavan pinta-ala (noin 1 173 hehtaaria) on koko Muhoksen kunnan pinta-alasta (noin 797 000 hehtaaria) noin 0,1 %. Vaikka paikallisesti kaava-alueella ja sen välittömässä läheisyydessä hiilivaraston pienemisen vaikutus on vähintään kohtalainen negatiivinen, koko Muhoksen kunnan hiilivarastoihin ja -nieluihin verrattuna vaikutuksen arvioidaan olevan vähäinen negatiivinen.

Rakentamisesta aiheutuu ilmastopäästöjä etenkin esirakentamisen, materiaalien ja massojen siirtelyn sekä varastoinnin osalta. Materiaaleista paljolti käytetyt betoni ja teräs muodostavat merkittävät ilmastopäästöt. Rakentamisen vaikutuksia voidaan kuitenkin pienentää vähähiilisillä materiaalivalinnoilla, kiertotalousratkaisuilla ja ilmastokestävillä toteutustavoilla. Asemakaavassa on määrätty lisäksi maamassojen siirron, hyödyntämisen ja loppusijoittamisen tapahtumaan ensisijaisesti kaava-alueen sisällä, joka toteutuessaan vähentää polttoaineista aiheutuvia ilmastopäästöjä.

Siniviherrakenteella on keskeinen rooli sekä ilmastovaikutusten hillinnässä että ilmastomuutokseen sopeutumisessa. Asemakaavassa on huomioitu olemassa olevan puuston säilyttäminen ja uusien puiden istuttaminen yleismääräyksiin.

Energiantuotannon omavaraisuus ja lämpöenergian tuottaminen tarjoavat usein jopa rakennusmateriaaleja suuremman potentiaalin alueen hiilijalanjäljen hallintaan. Ilmastovaikutusten vähentämiseksi on hyvä, mikäli alueella pystytään hyödyntämään teollisuudesta syntyvää hukkalämpöä. Tämä on mainittu yhtenä asemakaavan tavoitteena. Uusiutuvaa energiaa kehoitetaan ottamaan käyttöön mahdollisuuksien mukaan. Asemakaava mahdollistaa uusiutuvan energian tuotannon pienessä mittakaavassa arkkitehtuuriin sopeutuvilla aurinkopaneeleilla ja muilla aurinkokeräimillä, mikä nähdään ilmaston kannalta positiivisena asiana.

Ilmaston kannalta nähdään hyvänä asiana, että alueen saavutettavuuteen ja liikkumisen tarpeen minimoimiseen on pyritty panostamaan kavasuunnittelussa sijoittamalla kaavoitettava alue ja etenkin teollisuusalueet Muhoksen keskustan läheisyyteen. Liikenne alueella tulee lisääntymään etenkin rakentamisvaiheessa. Pyöräteihin ja -pysäköintiin on kaavassa panostettu.

4.1 Suositukset ilmastovaikutusten pienentämiseen jatkosuunnittelussa

Kaavassa on huomioitu monipuolisesti ilmastomuutoksen hillitsemisen ja siihen sopeutumiseen liittyviä keinoja ja ratkaisuja. Tarkemmassa suunnittelussa ja rakentamisvaiheessa ne tulisi viedä toteutukseen asti. On tärkeää, ettei viesti katkea matkalla rakennustyömaalle ja hankintoja toteuttavan henkilön työpisteelle. Viestinnän merkitystä ei voi korostaa liikaa.

Muhoksen ilmastotavoitteita tukisi, jos vähintään osa alueelle sijoittuvista toimijoista olisi vihreän siirtymän toimijoita, rakennukset olisivat energiatehokkaita ja hiilen sitomiseen panostettaisiin. Arvioinnin epävarmuuksiin kuuluu erityisesti se, että toteutuvatko suunnitellut hankkeet ja jos toteutuvat, niin millä ajanjaksolla.

Rakentaminen

Rakennusaikaisia ilmastopäästöjä voidaan vähentää sijoittamalla rakennukset niin, että maan louhinta- ja siirtotarve vähenee. Kaikki alueen kuljetukset tulisi optimoida. Rakennusvaiheen aikaisia päästöjä voidaan vähentää myös muilla ilmastokestävillä ratkaisuilla, joita on esitetty asemakaavan yleismääräyksissä: ”Rakentamisen materiaalivalinnoissa ja toteuttamistavoissa tulee suosia ilmastokestäviä ratkaisuja muun muassa käyttämällä vähäpäästöisiä materiaaleja, uusio- ja kierrätysmateriaaleja sekä puurunkoisia ja/tai puuverhottuja rakennuksia”. Vähähiilinen teräs, vähäpäästöinen betoni ja eristevalinnat, joissa on huomioitu kotimaisuus ja kierrätys ovat hyviä vaihtoehtoja.

Rakennusten toteuttamisessa suositellaan painotettavaksi mahdollisimman energiatehokkaita ratkaisuja, vaikka ne tuote- ja materiaalivaiheessa olisivat päästöiltään hieman suurempia. Huomioitavia seikkoja ovat käytön aikaiset päästöt ja elinkaaren pituus. Elinkaaren loppuun tulee kiinnittää huomiota jo ennen rakentamista sillä suunnitteluvaiheessa voi vaikuttaa merkittävästi siihen, miten rakenteet pystytään purkamaan ja miten uusiokäyttää tai kierrättää. Lämpösaarekeilmiön voimakkuutta voidaan vähentää tarkemmassa suunnittelussa useilla keinoilla, kuten säätelemällä rakennusten korkeuden ja rakennusten välisten liikennereittien leveyden välistä suhdetta.

Kaavan kielteisiä ilmastovaikutuksia voidaan lieventää myös esimerkiksi minimoimalla rakennuskäyttöön otettavien sekä päällystettyjen alueiden pinta-alaa. Tiivis rakentaminen on ilmaston kannalta suotavampaa kuin väljä rakentaminen, sillä infraa, kuten katuja, kaapeleita ja vesijohtoja tarvitaan vähemmän.

Kaava-alueen tarkoituksenmukainen toteutusjärjestys niiltä osin kuin mahdollista on hyvä varmistaa esimerkiksi tontinluovutuksien avulla. Pyöräilijöiden sujuvat yhteydet pääväylille tulee varmistaa rakentamisen yhteydessä.

Ilmastotyöhön liittyviä kysymyksiä on tarpeen tarkastella myös tarkemman suunnittelun ja rakentamisen yhteydessä, sillä asemakaavassa ei ole mahdollista ratkaista kaikkea. Katusuunnittelussa tehdään ilmaston kannalta myös tärkeitä päätöksiä, kuten esimerkiksi uusio- ja kierrätysmateriaalien hyödyntämisestä maarakentamisessa.

Kasvillisuus ja puusto

Haitallisten ilmastovaikutusten vähentämiseksi jatkosuunnittelussa on hyvä ottaa huomioon alueet, joille on mahdollista istuttaa puustoa ja kasvillisuutta hiilivarastojen kasvattamiseksi, hulevesien hallinnan parantamiseksi ja hellejaksojen viennetyksi varjostusvaikutusten osalta. Varjostusvaikutuksella voitaisiin vaikuttaa kiinteistöjen jäähdytystarpeisiin ja näin edelleen energiankulutukseen.

Prioriteettina tulisi olla viherpinta-alan vähenemisen estäminen. Hiilineutraalisuuden saavuttamiseksi tulisi sitoa ilmasta päästöjä vastaava määrä, mitä edistää esimerkiksi hiiltä sitovien puiden istutus sekä metsien, kosteikkojen ja muiden viheralueiden säilyttäminen ja määrän kasvattaminen. Mitä enemmän alueella on kasvien ja puiden juuristoa, sitä tehokkaammin ne suojaavat maaperää ja ehkäisevät hulevesistä aiheutuvia tulvia, eroosiota ja muita rankkasateiden aiheuttamia vaurioita.

Tärkeitä keinoja ovat myös metsien ja kasvillisuuden runsas monimuotoisuus, paikallisten ja kotimaisten lajien suosiminen, metsien jatkuva kasvatus sekä avohakkuiden kieltäminen. Istutettavan puuston ja kasvillisuuden lisäksi suositellaan lisäämään viherelementtejä muun muassa rakennusten katolle, sillä viherkattojen käyttö pienentää myös pintavalunnan riskiä ja toimii pienimuotoisena hiilinieluna.

Liikenne ja liikkuminen

Mahdollisuuksien mukaan raskaan liikenteen kuljetuksia kannattaa pyrkiä vähentämään hyödyntämällä olemassa olevaa junaraidetta. Lisäksi kevyen liikenteen mahdollisuuksia parantamalla ja joukkoliikennejärjestelmän järjestämisellä voidaan vähentää matkustamisiikenteestä aiheutuvia ilmastopäästöjä. Pyörille voitaisiin järjestää myös esimerkiksi katoksia mahdollisuudella lukita pyörä rungosta lähelle sisäänkäyntejä.

Energia ratkaisut

Asemakaava mahdollistaa kaikkia niitä toimintoja, joita T-alkuisilla merkinnöillä sallitaan. Käytännössä näitä toimintoja ei juurikaan ole rajoitettu. Paikallisen uusiutuvan energian mahdollisuudet tulee tunnistaa esimerkiksi aurinkoenergian hyödyntämisen osalta ja sen integroimiseksi arkkitehtuuriin. Energian käytöstä aiheutuvat päästöt vähenevät, mikäli paikallista aurinkoenergiaa voidaan hyödyntää. Myös passiivisen aurinkoenergian ja auringonvalon hyödyntämistä suositellaan.

5 Viiteluettelo

Energiateollisuus. 2025. Kaukolämmön päästölaskuri. <https://www.klpaastolaskuri.fi/>

Energiatehokkuussopimukset. 2024. Kunta-ala - Infograafit. <https://energiatehokkuussopimukset2017-2025.fi/tulokset/kunta-ala/infograafit/>

Geologian tutkimuskeskus. 2021. Geotermisen energian hyödyntämismahdollisuuksien arviointi Muhosmuodostuman ja Muhoksen Kirkkosaaren alueilla. GTK:n tutkimustyöraportti 46/2021. https://tupa.gtk.fi/raportti/arkisto/46_2021.pdf

Hiilikartta. <https://hiilikartta.avoin.org/>

Hiilineutraalisuomi.fi. 2025. Kuntien ja alueiden khk-päästöt. <https://paastot.hiilineutraalisuomi.fi/>

Hiilineutraalisuomi.fi. 2024. Hinku-kunnat. <https://www.hiilineutraalisuomi.fi/fi-fi/hinku/hinkukunnat>

Ilmasto-opas.fi. 2022. Pohjois-Pohjanmaan länsiosa – Perämeren vaikutuspiirissä. <https://www.ilmasto-opas.fi/artikkelit/pohjois-pohjanmaan-lansiosa-perameren-vaikutuspiirissa>

Ilmatieteen laitos. 2023. Ilmastomuutoksen vaikutukset Pohjois-Pohjanmaalla. https://www.meidankalajoki.fi/sites/meidankalajoki.fi/files/tiedostot/Ilmastomuutos%20Pohjois-Pohjanmaa%20Hilppa%20Gregow_03052023.pdf

Ketola, Tarmo & Ahlvik, Lassi & Boström, Christoffer & Bäck, Jaana & Jokimäki, Jukka & Kallio, Kirs & Kulmala, Liisa & Lehtikainen, Aleks & Nieminen, Tiina & Oksanen, Elina & Pappila, Minna & Pöyry, Juha & Saarikoski, Heli & Sinkkonen, Aki & Sääksjärvi, Ilari & Kotiaho, Janne. (2021). Soiden ennallistamisen suoluonto-, vesistö- ja ilmastovaikutukset. Luontopaneelin yhteenveto ja suositukset luontopolitiikan suunnittelun ja päätöksenteon tueksi.. Suomen Luontopaneelin julkaisuja. 10.17011/jyx/SLJ/2021/3a.

KILVA-työkalu. <https://sa01kilvaprod.z6.web.core.windows.net/>

Luonnonvarakeskus. 2023. Kokeellinen tilasto: Metsien maakunnittainen hiilidioksidin nettonielu. <https://www.luke.fi/fi/tilastot/hakkuukertyma-ja-puuston-poistuma/kokeellinen-tilasto-metsien-maakunnittainen-hiilidioksidin-nettonielu>

Mansikkamäki ym. 2021. Mansikkamäki, Laura; Kaartinen, Katja; Tuominen, Janne; Räikkönen, Antti; Kontkanen, Olli; Kokkonen, Jarno. Nopeusrajoitusten vaikutus liikenteen hiilidioksidipäästöihin, meluun, turvallisuuteen ja sujuvuuteen. Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Raportteja 57. 2021. <https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/182160/Raportteja%2057%202021.pdf?sequence=6&isAllowed=y>

Muhos. 2021. Hiilineutraaliustavoitteisiin tarttuminen – Esimerkkinä Muhoksen kunta. Kuntapäättäjän työkalut kunnan hiilineutraalisuuden saavuttamiseksi webinaari 14.10.2021. <https://energiatehokkuussopimukset2017-2025.fi/wp-content/uploads/Muhoksen-kunnan-ilmastotavoitteet.pdf>

Metsäkeskus. 2020. Pohjois-Pohjanmaan metsäohjelma 2021–2025.

<https://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/document/alueellinen-metsaohjelma-pohjois-pohjanmaa-2021-2025.pdf>

Naturalehti. 2019. Maaperä on puustoa suurempi hiilivarasto. <https://www.naturalehti.fi/2019/11/09/maapera-on-puustoa-suurempi-hiilivarasto/>

Pohjois-Pohjanmaan liitto. 2025. Väestön ennakkotiedot. <https://www.pohjois-pohjanmaa.fi/kehittaminen/ennakointi-ja-tilastotieto/vaesto/vaeston-ennakkotiedot/>

Pohjois-Pohjanmaan liitto. 2024a. Pohjois-Pohjanmaan maakuntaohjelman 2026–2029 työsuunnitelma. <https://www.pohjois-pohjanmaa.fi/wp-content/uploads/2024/11/Maakuntaohjelman-2026%E2%80%932029-tyosuunnitelma.pdf>

Pohjois-Pohjanmaan liitto 2024b. Pohjois-Pohjanmaan ilmastotiekartta 2021–2030 2.0. https://www.pohjois-pohjanmaa.fi/wp-content/uploads/2024/08/Pohjois-Pohjanmaan-ilmastotiekartta-2021_2030-paivitys-elokuussa-2024.pdf

Pohjois-Pohjanmaan liitto. 2021a. Pohjois-Pohjanmaan Maakuntaohjelma 2022–2025. https://www.pohjois-pohjanmaa.fi/wp-content/uploads/2022/03/PPL_maakuntaohjelma_2022-2025_WEB-2.pdf

Pohjois-Pohjanmaan liitto. 2021b. Pohjois-Pohjanmaan Maakuntaohjelma 2022–2025 - Ympäristöselostus. <https://www.pohjois-pohjanmaa.fi/wp-content/uploads/2022/03/MAKO-2022-2025-ymparistoselostus.pdf>

Suomen ympäristökeskus. 2015. Ilmastotavoitteita edistävä kaavoitus. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10138/154436/SY_3_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y

SYKE. 2024. Tulvariskialueet. Paikkatietoikkuna. <https://kartta.paikkatietoikkuna.fi/>

Together with our clients
and the collective
knowledge of our 22,000
architects, engineers and
other specialists, we co-
create solutions that
address urbanisation,
capture the power of
digitalisation, and make our
societies more sustainable.

Sweco – Transforming
society together