

Hiilensidonnan ja luonnon monimuotoisuuden synergiat viherrakentamisessa

Case: Lahden virkistysmetsät



Pirita Meskanen

Diplomityö
Maisema-arkkitehtuuri
Toukokuu 2022

A''

Aalto-yliopisto
Taiteiden ja suunnittelun
korkeakoulu

Hiilensidonnan ja luonnon monimuotoisuuden synergiat viherrakentamisessa - case: Lahden virkistysmetsät

Pirita Meskanen
Diplomityö
Maisema-arkkitehtuuri
05/2022

A”

Aalto-yliopisto
Taiteiden ja suunnittelun
korkeakoulu

Tiivistelmä

Tekijä	Pirita Meskanen
Työn nimi	Hiilensidonnan ja luonnon monimuotoisuuden synergiat viherrakentamisessa - case: Lahden virkistysmetsät
Laitos	Arkkitehtuurin laitos
Koulutusohjelma	Maisema-arkkitehtuuri
Professuuri	Maiseman suunnittelu ja hoito
Työn valvoja	Maisema-arkkitehtuurin apulaisprofessori Elisa Lähde
Työn ohjaajat	Maisema-arkkitehti Maria Silvast ja ympäristökoordinaattori, FT, Aino Kulonen
Vuosi	2022
Sivumäärä	177 + 4
Kieli	Suomi

Ilmastonmuutos ja luontokato ovat nykyajan yhteiskuntien suurimpia haasteita. Tarvitaan uudenlaisia ratkaisuja turvaamaan ihmisten ja elinympäristöjen hyvinvointia tulevaisuudessa. Tämä diplomityö käsittelee hiilensidonnan ja luonnon monimuotoisuuden synergioita viherrakentamisessa ja korostaa vihreän infrastruktuurin roolia muutoksiin sopeutumisessa.

Tarkastelukohteena on Lahden kaupungin omistamat virkistysmetsät. Tavoitteena on tunnistaa uudentyyppisiä suunnittelun, toteutuksen ja ylläpidon ratkaisuja, joita ilmastoviisaan kaupunkiluonnon toteuttaminen vaatii. Työn tilaaja ja työnantaja työn laatimisen ajan on ollut Lahden kaupunki.

Työ jakautuu neljään osaan: teoreettinen tausta, case-tutkimus, sopeutumisen ratkaisut ja tulokset. Ensimmäinen osa muodostaa kirjallisuuskatsauksen kautta työn teoreettisen taustan ja kuvailee virkistysmetsäympäristöjä sekä niiden monihyötyjä. Työ tavoittelee ilmastonmuutoksen ja luontokadon rinnastamista kuvaamalla hiilensidonnan ja monimuotoisuuden ilmentymiä virkistysmetsissä. Metsiä käsitellään sosio-ekologisina systeeminä, joiden monimutkaiset vuorovaikutussuhteet on oleellista huomioida niiden hoidossa ja hallinnoinnissa.

Toisessa osassa tutustutaan Lahden kaupunkiin ja metsiin. Osassa esitellään menetelmä sosio-ekologisen verkoston arvioimiseksi, mikä huomioi hiilensidonnan, luonnon monimuotoisuuden ja kaupungin sosio-kulttuuriset arvot. Menetelmän perusteella on mahdollista tunnistaa sosio-ekologiset arvokeskittymät, joiden säilyttäminen, kehittäminen ja laajentaminen auttaa parantamaan kaupungin ilmastoviisautta. Lisäksi on laadittu konseptisuunnitelma Pitkäkallionmäen sosio-ekologisten arvojen kehittämiseksi.

Ratkaisut hiilensidonnan ja monimuotoisuuden yhteensovittamiseksi esitellään tämän työn kolmannessa osassa, samoin kuin polku kokonaisheikenty-mättömyyteen, joka kuvailee metsien roolia prosessissa. Hiilensidonta ja luonnon monimuotoisuus on rinnastettu kuvaamalla niiden muuttumista ihmisen toiminnan seurauksena.

Työssä on muodostettu toimintamalli ilmastoviisaiden metsien hallinnointiin, sekä työkaluvalikko, joka kokoaa yhteen eri mittakaavojen toimenpiteet ja niiden synergiat. Neljännessä osassa on kuvattu työn keskeiset tulokset ja yhteenveto, sekä arvioitu kaupungin vaikutusmahdollisuuksia ilmastoviisauden parantamiseksi.

Avainsanat: ilmastoviisas metsänhoito, luontopohjaiset ratkaisut, hiilensidonta, luonnon monimuotoisuus, ilmastonmuutokseen sopeutuminen, sosio-ekologinen verkosto

Abstract

Author	Pirita Meskanen
Title of thesis	The synergies of carbon sequestration and biodiversity in green structures - case: the recreational forests of Lahti
Department	Architecture
Degree programme	Landscape architecture
Professorship	Landscape Planning and Management
Supervisor	Assistant professor of landscape architecture Elisa Lähde
Advisors	Landscape architect Maria Silvast and environmental coordinator, PhD, Aino Kulonen
Year	2022
Number of pages	177 + 4
Language	Finnish

Climate change and biodiversity loss are one of the major challenges for modern societies. New solutions are necessary to guarantee the well-being of people and environments in the future. This master's thesis studies the synergies of carbon sequestration and biodiversity in green areas and emphasizes the role of green infrastructure for climate change adaptation.

This study investigates the recreational forests owned by the city of Lahti. The goal is to recognize new types of solutions for planning, execution and maintenance that are required for the implementation of climate-smart urban nature. This thesis is directed and funded by the city of Lahti.

This thesis consists of four sections: the theoretical background, the case study, the solutions for adaptation and the results. The first part establishes a theoretical background for the thesis through a literature review and introduces recreational forest environments and their multiple benefits for the well-being of people and nature. By considering both carbon sequestration and biodiversity in recreational forests this thesis seeks to equate the phenomena of climate change and biodiversity loss. Forests are reviewed as social-ecological systems with complicated interrelations that are important to consider in the management of forests.

The second section of this thesis introduces the

city and the forests of Lahti. A method for analysing the social-ecological network, including local values of carbon sequestration, biodiversity and social-cultural values, is introduced. The method enables the recognition of the concentration of social-ecological values. It is possible to improve climate-smartness of cities through protecting, improving and increasing these values. A case study is planned to improve the social-ecological values of the recreational forests of Pitkäkallionmäki in Lahti.

Solutions for integrating carbon sequestration and biodiversity are introduced in the third part of this theses, as well as a path to carbon neutrality and No Net Loss with the role of forests estimated in the process. Carbon sequestration and biodiversity are connected by describing the changes in their natural balance caused by anthropic activities.

Climate-smart forest management action plan has been developed as a part of this theses in addition to a menu of tools which combines the possible measures for improving climate-smartness of recreational forests on different scales. Finally, in the fourth section, the focal findings and an a summary is introduced. The possibilities for the city to improve climate-smartness based on the findings is also reviewed.

Keywords: climate-smart forestry, nature-based solutions, carbon sequestration, biodiversity, climate change adaptation, social-ecological network

Alkusanat

Idea diplomityöhön syntyi työskennellessäni hiilijalanjälkilaskelmien parissa. Rakennetun ympäristön elinkaariarviointi alkaa olla yleistä ja tuttua puuhaa, mutta alan päästölaskennan käytännöt vakiintuvat eri tahtiin kuin viherympäristöjen. Tein hiilijalanjälkiarviointeja, joihin sisältyi rakennusten piha-alue, mutta etsinnöistä huolimatta tietoa kasvillisuuden vaikutuksesta elinkaareen oli vaikea löytää. Aukko oli mielestäni ilmeinen ja oleellinen. Arvioidessa ihmistoiminnan vaikutuksia ilmaston lämpenemiseen unohtuvat toiminnan vaikutukset luontoon, vaikka sillä on oleellinen merkitys esimerkiksi hiilen sitojana.

Idea työhön lähti liikkeelle laskennalliselta kannalta, kun miten viheralueiden elinkaariarviointia voi kehittää. Halusin edistää laskentaa, joka huomioi aiheutuvien kasvihuonekaasupäästöjen lisäksi niiden poistuman ilmakehästä ja havainnollistaa toiminnan kokonaisvaikutusta ilmasto-kuormaan. Pohdin, voisiko vihreän infrastruktuurin laskennallinen arvottaminen tuoda esiin sen tärkeyttä ilmastonmuutokseen sopeutumisessa.

Päädyn kuitenkin siihen käsitykseen, ettei luontoympäristön ilmastovaikutusten osalta olla vielä ihan niin konkreettisella tasolla. Tarvitaan yhteistä ymmärrystä, keskustelua ja työtä ilmasto- ja luontovaikutusten kokonaisuuden yhteensovittamiseksi. Hiilijalanjälki on sinänsä puutteellinen käsite kokonaisuuden kuvaamiseen, ettei se välttämättä taivu käytettäväksi arvioidessa ihmistoiminnan vaikutuksia luonnonprosesseihin. Lähdin tässä työssä pohtimaan miten nämä kaksi teemaa voisi yhdistää.

Haluan kiittää työn valvojaa Elisa Lähdetä hyvisistä keskusteluista ja tuesta työn aikana ja aiheen rajausta etsiessä. Elisan ehdotuksesta lähdin syventymään hiilensidonnan ja monimuotoisuuden yhteensovittamiseen virkistysmetsissä, minkä ajankohtaisuus kävi työn aikana entistä selvemmäksi.

Suuri kiitos työn ohjaajille Maria Silvastille ja Aino Kuloselle ohjauksesta ja tuesta. Kiitos metsäasiantuntija Katja Hattuselle ja luonnonsuojelunvalvoja Mia Honkaselle tuesta ja avusta, sekä kaikille muille työssä auttaneille ja Lahden kaupungille työn mahdollistamisesta.

Lyhenteet ja merkinnät

Biodiversiteetti, ks. luonnon monimuotoisuus.

Ekosysteemipalvelut ovat ekosysteemientuottamia taloudellisia, sosiaalisia, kulttuurisia tai muita hyötyjä ihmisille (IATE, 2009).

Ekosysteemipalveluiden putousmalli (eng. cascade model) on kokonaisvaltainen lähestymistapa kaikkeen toimintaan. Sen mukaan luonto tuottaa ihmisille hyötyjä omien prosessiansa kautta (mm. Potschin & Haines-Young, 2011).

Hiilensidonta kuvaa tässä työssä kaikkea toimintaa, jolla vaikutetaan hiilivarastojen ylläpitämiseen ja hiilinielun säilyttämiseen ja kasvattamiseen. Aiheen käsittelylle on valittu verbi, sillä se tuo esiin ihmisen toiminnan tahalliset ja tahattomat vaikutukset hiilivarastojen ja hiilinielujen toimintaan.

Hiilidioksidiekvivalentti (CO₂e tai CO₂-ekv) kuvaa kasvihuonekaasupäästöjen määrää ilmakehässä (RAKLI, 2012). Se sisältää hiilidioksidin lisäksi muita kasvihuonekaasupäästöjä, kuten typen ja metaanin pitoisuuden.

Hiilijalanjälki tarkoittaa ihmisen toiminnan (tuote, palvelu tai toiminta) seurauksena syntyvää haitallista ilmastovaikutusta (RAKLI, 2012). Hiilijalanjälki ilmoitetaan hiilidioksidiekvivalentina.

Hiilikädenjälki kuvaa ihmisen toiminnan seurauksena aiheutuneita positiivisia ilmastovaikutuksia, joita ei olisi syntynyt ilman ihmisen toimintaa (Behm et al., 2016). Hiilikädenjälki ilmoitetaan hiilidioksidiekvivalentina.

Hiilineutraalius tarkoittaa tilannetta, jossa ihmisen toiminnan seurauksena aiheutuvien ilmastoa lämmittävien päästöjen nettosumma on nolla, eli syntynyt haitallinen vaikutus on yhtä suuri tai pienempi kuin syntynyt positiivinen vaikutus (Behm et al., 2016).

Hiilinielu kuvaa prosessia, minkä kautta ekosysteemi tai sen osat sitovat hiilidioksidia ilmakehässä (Tieteen termipankki, 2022). Esimerkiksi metsät ovat hiilinielua, sillä niiden kasvu sitoo hiiltä. Metsien hiilinielun määrä on metsän biomassaan vuositteisen kasvun seurauksena sitoutunut hiili.

Hiilivarasto tarkoittaa ilmiötä tai järjestelmää, johon varastoituu hiiltä (EU 2018/841). Esimerkiksi metsä on hiilivarasto.

Ilmastoviisas metsänhoito (eng. Climate-Smart Forestry) on kestävä ja sopeutuvaa metsien hoitoa ja hallinnointia, minkä tarkoituksena on ylläpitää ja

parantaa metsien kykyä ilmastomuutokseen sopeutumiseksi ja muutosten hillitsemiseksi (Bowditch et al., 2020, s. 8).

Ilmastoviisas suunnittelu tarkoittaa tässä työssä sellaista suunnittelua, mikä tähtää ihmisten ja luonnon hyvinvoinnin parantamiseen huomioimalla hiilensidontan ja luonnon monimuotoisuuden säilyttämisen ja parantamisen.

Kokonaisheikentymättömyys on kokonaisvaltainen lähestymistapa kaiken toiminnan suunnitteluun ja toteuttamiseen ja sen periaate on, että kaikki ihmisen toiminnasta luonnolle aiheutetut haitat hyvitetään täysimääräisesti kaikille lajeille ja elinympäristöille (Moilanen & Kotiaho, 2017).

Luonnon monimuotoisuus (biodiversiteetti) tarkoittaa elämää sen kaikissa muodoissa. Se tarkoittaa elävien eliöiden, lajien, lajirakenteiden ja ekosysteemien vaihtelua (IPCC, 2022).

Luontokato tarkoittaa luonnon monimuotoisuuden köyhtymistä ja vähenemistä (TEPA-termipankki).

Sosio-ekologiset systeemit ovat eri mittakaavoissa ja ajallisissa ulottuvuuksissa ilmeneviä ihmisten ja luonnon välisiä vuorovaikutuksia. Ihmiset, yhteisöt, taloudet, yhteiskunnat ja kulttuurit ovat olennaisia osia maan eliökehää ja muokkaavat sitä paikallisesti ja globaalilla mittakaavalla muodostaen sosio-ekologisia vaikutuksia (Fischer, 2018; Folke et al., 2016).

Sosio-ekologinen verkosto tarkoittaa tässä työssä sosiaalisten ja ekologisten arvojen rakennetta ja tapaa, jolla arvot ovat ryhmittyneet toisiinsa nähdessä. Verkoston avulla voi tunnistaa alueellisia sosio-ekologisia arvokeskittymiä.

Suksessio kuvaa metsän (kasviyhteiskunta ja sen eliöyhteisö) ajassa tapahtuvaa kehitystä, kuten metsän vanhenemista (Kuuluvainen et al., 2004, s. 375).

Synergia tarkoittaa kahden tai useamman ilmiön yhteisvaikutusta.

Talousmetsä tarkoittaa sellaista metsää, jonka tehtävä on ensisijaisesti puuntuotanto (Kuuluvainen et al., 2004, s. 377).

Virkistysmetsä on metsä, jonka ensisijainen käyttötarkoitus ei ole toimia talousmetsänä vaan tarjota mahdollisuuksia virkistäytymiseen.

Sisällysluettelo

1. Johdanto	8
1.1 Tutkimusmenetelmät	10
1.2 Työn rakenne	16

OSA I TEOREETTINEN TAUSTA

2. Virkistysmetsäympäristöt	21
2.1 Virkistysmetsät ja monihyödyt	22
2.2 Metsämaisemat sosio-ekologisina systeemeinä	26
3. Ilmastoviisaat virkistysmetsät	33
3.1 Hoito ja hallinnointi	34
3.2 Ilmastomuutoksen vaikutuksia	37
3.3 Virkistysmetsäluonnon monimuotoisuus	40
3.4 Virkistysmetsien hiilensidonta	46
4. Ilmastomuutos ja luontokato	55
4.1 Ajallinen tarkastelu	56
4.2 Sopeutumisen ratkaisuja	58
4.3 Hiilen ja monimuotoisuuden yhteyksiä	59

OSA II CASE-TUTKIMUS

5. Lahden kaupunki	63
5.1 Tutkimuskohteen esittely	64
5.2 Maisema-analyysi	66
6. Lahden metsät	79
6.1 Omistajuus	80
6.2 Metsien hoito ja hallinnointi	84
6.3 Uhat	89
6.4 Metsien laji- ja ikärakenne	90
7. Sosio-ekologinen verkosto	93
7.1 Analyysimenetelmä	94
7.2 Lahden monimuotoisuus- ja virkistysarvot	96
7.2 Lahden virkistysmetsien hiiliarvot	106
7.4 Virkistysmetsien sosio-ekologiset arvokeskittymät	112
7.5 Ohjausvaikutus	116
8. Konseptisuunnitelma	121
8.1 Pitkäkallionmäki	122

OSA III SOPEUTUMISEN RATKAISUT

9. Synergiat	137
9.1 Ilmasto- ja luontoviisaus	138
9.2 Luonnonsuojelu ja kokonaisheikentymättömyys	140
9.3 Ilmastoviisas toimintamalli	142
10. Toimenpiteet	147
10.1 Ilmastoviisaat toimenpiteet	148
10.2 Toimenpiteiden hyödyntäminen	152
10.3 Työkaluvalikko	154

OSA IV TULOKSET

11. Yhteenveto	163
11.1 Keskeiset tulokset	164
11.2 Työprosessi	167
11.3 Arvio vaikutusmahdollisuuksista	170
Lähteet	173
Liitteet	177

1. Johdanto

Ihmisen toiminta on vuosisatojen ajan vaikuttanut maapallon sosio-ekologisiin systeemeihin käynnistäen pysyviä muutoksia elinympäristöissämme (Folke et al., 2016). Lämpenevä ilmasto ja luontokato aiheuttavat kestävyys- haasteita kaikessa toiminnassa. Ilmaston ja luontoympäristön muuttumisen ohella yhteiskunnat muuttuvat kaupungistumisen ja väestönkasvun seurauksena. Muutokset luovat kaupunkisuunnitteluun paineita tarjota ihmisille terveellisiä, turvallisia ja elinvoimaisia ympäristöjä.

Hiilensidonta ja luonnon monimuotoisuus ovat vahvasti esillä nykypäivän keskusteluissa. Kansainväliset säädökset ilmastonmuutoksen hidastamiseksi vaikuttavat Suomen ilmastopoliittisiin linjauksiin ja kuntatasolla nähdään yhä tärkeämpänä huomioida ympäristöarvoja. Ilmastonmuutos aiheuttaa konkreettisia muutoksia elinympäristöihimme, kuten lämpötilojen kohoamista, kuivuutta ja paahteisuutta. Muutokset kohdistuvat kaupunkiin, joissa suurin osa asuu (IPCC, 2019, s. 14, 19). 98 % lahtelaisista asuu taajama-alueilla (Tilastokeskus, 2020).

Ihmisten hyvinvoinnin ohella on tärkeää kiinnittää enenevässä määrin huomiota myös luonnon monimuotoisuuteen, sillä luonnon toimintakyky ja kestävyys ovat edellytyksenä kaikelle ihmistoiminnalle maapallolla (Hansen & Pauleit, 2014; Folke et al., 2016). Ilmastonmuutoksen, luontoympäristöjen muuttumisen ja kestävyysmurroksen käynnistämät systeemiset muutokset muovaavat yhteiskuntia laajasti. Esiin on noussut tarve uudelle ajattelumalleille haasteiden ratkaisemiseksi.

Yhteiskunnassa on käynnissä kokonaisvaltainen luontosuhteen muutos. Ajattelumalli luonnon ja ihmisen erillisyydestä on väistymässä (Folke et al., 2016; Haverinen et al. 2021, s. 19). Näiden yhteiskunnallisten muutosten äärellä luonnon ja ihmisen kahtiajako ei enää toimi. Ihminen hyötyy ekosysteemipalveluista ja hyvinvoinnista, joita elollinen luonto tuottaa, mutta ihminen ei ole irrallinen osa luontoa

(Folke et al., 2016). Luontoa käsitellään usein havainnon tai kokemuksen näkökulmasta, mikä asettaa meidät automaattisesti luonnon ulkopuolelle (Haverinen et al. 2021).

Kaupungit koostuvat rakennetusta ja rakentamattomasta ympäristöstä, jossa luonnolla on merkittävä rooli ympäristöjen kestävyden, toiminnan, viihtyisyyden ja hyvinvoinnin kannalta (Hamberg & Löfström, 2009). Käynnissä on lainsäädännön uudistuksia, hiilineutraalisuutta tukevia kuntapoliittisia linjauksia ja yhteisen konsensuksen hakemista siitä, miten voimme muuttaa tutuiksi kokemiamme toimintamalleja sopeutuaksemme muutoksiin. Lahden kaupunki tavoittelee hiilineutraaliutta vuoteen 2025 mennessä. Lahti oli Euroopan ympäristöpääkaupunki vuonna 2021, jolloin kaupunki edisti ympäristökestävyyttä muun muassa käynnistämällä ilmastohankkeita ja toi ilmastotyötä tunnetuksi paikallisesti ja kansainvälisesti (Lahden kaupunki & ympäristöministeriö, 2021).

Tavoitteet ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi ja muutoksiin sopeutumiseksi velvoittavat etsimään uudenlaisia keinoja tuttujen kaupunki- ja luontoympäristöjemme suunnitteluun, toteuttamiseen ja ylläpitoon. Päästöjen vähentäminen ei yksinään riitä, vaan tarvitaan toimia, jotka poistavat kasvihuonekaasupäästöt ilmakehästä. Tavoitteena on turvata jatkossakin ympäristöille ja ihmiselle suotuisia elinympäristöjä. Se luo suunnittelijoille haasteita löytää tehokkaita keinoja sopeutumiseen paikallisella tasolla.

Rakennetun ympäristön kestävyden arviointiin on kehitetty ratkaisuja päästöjen vähentämiseksi, mutta vihreän infrastruktuurin rooli tutkimuksissa on jäänyt vähäiseksi, vaikka sillä on useita hyötyjä ilmastonmuutoksen sopeutumisen ratkaisujen lisäksi (Kuittinen et al., 2021). Vihreän infrastruktuurin monihyötyjä voidaan tunnistaa suunnittelussa esiin nousevien synergioiden kautta. Tarkastelussa on tärkeää huomioida maisemaan vaikuttavat sosio-ekologiset systeemit (mm. Hansen & Pauleit, 2014; Fischer, 2018).

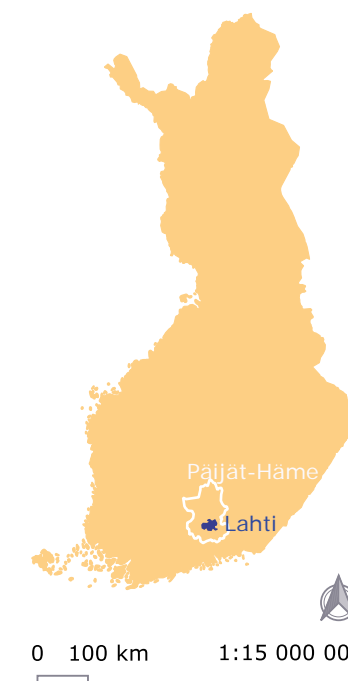
Kaupunkien lähiluonnon merkitys korostuu tulevaisuudessa. Covid-pandemian myötä tarve virkistytymiselle lähiluonnossa on jo korostunut ja virkistymetsien käyttö on lisääntynyt 50 %:a (Lumiaro, 2022). Merkitys korostuu myös ilmastonmuutokseen sopeutumisessa. Metsät sitovat tehokkaimmin hiiltä, tarjoavat suojaa kuumuudelta ja lisääntyviltä sään ääri-ilmiöiltä (Gibbs et al., 2021). Kaupunkien lähimetsät tarjoavat lisäksi erinomaisia lähiluonnon paikkoja. Kaupungistumisen myötä ihmiset asuvat yhä tiiviimmin ja monipuolisen luonnon saavutettavuus nousee hyvinvoinnin kannalta entistä tärkeämmäksi (Hamberg & Löfström, 2009; Wahlgren et al., 2011).

Muospaineiden aiheuttama tarve kehittää uudenlaisia ratkaisuja ja toisaalta lisääntyvä ymmärrys luonnon merkityksestä hyvinvoinnille antaa tilaisuuden tarkastella suhdetta luontoon uudessa valossa. Kaupunkien viherympäristöt voivat tarjota monia mahdollisuuksia luontopohjaisille sopeutumisen ratkaisuille. Tarkastelen tässä diplomityössä Lahden kaupungin virkistymetsiä ilmastonmuutoksen sopeutumisen ratkaisujen ja luonnon monimuotoisuuden edistäjänä sekä etsin keinoja yhteensovittaa näitä teemoja. Kuva 1 on piirros, jossa ihmiset rakentavat siltaa ihmisten ja luonnon välillä muodostuneen kuilun yli.

Lähtökohtana diplomityön tekemiselle on ollut syventää osaamistani hiilen kiertokulusta ja metsäluonnon monimuotoisuudesta, sekä edesauttaa osaltani keskustelun ja yhteisten käsitysten syntymistä havainnollistamalla tilannekuvaa viheralan roolista ilmastonmuutoksen sopeutumisessa. Tutkimuksen tavoitteena on ollut löytää Lahden virkistymetsien hiilensidontaa edistäviä ja samalla luonnon monimuotoisuutta tukevia ilmastoviisaita ratkaisuja. Lahden kaupunki on toiminut diplomityön tilaajana ja työnantajana työn tekemisen aikana vuoden 2022 alussa. Lahti on Päijät-Hämeessä sijaitseva kaupunki, jonka sijainti on osoitettu Kuvassa 2.



Kuva 1. Piirros kuvaa kestävämmän kulutuksen ja maankäytön seurauksena ihmisten ja luonnon välille syntyneitä kuilua. Ihmiset ovat huomanneet tarvitsevansa luontoa, joten kuilun yli rakennetaan siltaa. P. Meskanen, 2022.



Kuva 2. Päijät-Hämeen ja Lahden sijainti. Hallinnolliset rajat MML (2022). P. Meskanen, 2022.

1.1 Tutkimusmetodit

Tavoitteet ja tutkimuskysymykset

Tutkimuskohteena on Lahden kaupungin omistamat virkistysmetsät, jotka sijaitsevat kaupungin maantieteellisellä alueella. Työ tarkastelee hiiliarvojen ja luonnon monimuotoisuuden esiintymistä virkistysmetsissä toisiinsa liittyvinä prosesseina ja tuo esiin erilaisia metsien suunnittelun, hoidon ja ylläpidon konkreettisia toimenpiteitä, joilla näitä arvoja voidaan edistää.

Työn tutkimuskysymykset ovat:

- Millaisia uudentyyppisiä ratkaisuja ilmasto- ja ilmastoviihityksen toteuttaminen vaatii?
- Millä suunnittelun, toteutuksen ja ylläpidon ratkaisulla hiilensidontaa voidaan virkistysmetsissä lisätä tehokkaammin?
- Ovatko toimenpiteet synergiassa vai ristiriidassa luonnon monimuotoisuuteen?
- Mitä ovat metsien sosio-ekologiset systeemit ja miten ne toimivat osana ilmaston ja luonnon monimuotoisuuden säätelyä?

Työn tavoitteena on myös ollut ilmastomuutoksen ja luontokadon rinnastaminen toisiinsa. Työssä luodaan kokonaiskuvaa kestävyysmurroksen tilanteesta tuodaan esiin luontopohjaisten ratkaisujen tärkeys muutoksiin sopeutumisessa.

Aiheen ajankohtaisuutta osoitetaan kuvaamalla yhteiskunnallisia muutoksia, jotka ovat suunnittelun alalla johtaneet väistämättömään tarpeeseen kehittää uusia kestäviä ratkaisuja ilmastomuutokseen sopeutumiseksi ja tulevaisuuden elinympäristöjen turvaamiseksi.

Menetelmät

Tässä diplomityössä käytetyt menetelmät ovat katsaus alan kansainväliseen tutkimuskirjallisuuteen, case-tutkimus, kartta-analyysit ja

konseptisuunnitelma. Teoriaosuuden tietoa on hankittu tutkimuskirjallisuudesta ja sitä on hyödynnetty asiantuntijahaastatteluista ja case-tutkimuksen kautta kerättyjen tietojen ohella konseptisuunnitelman ja ilmastoviihityksen työkaluvalikon laatimisessa. Tutkimuksen kohde on Lahden kaupungin virkistysmetsät. Lahden valikoitui diplomityön tarkastelukohteeksi professori Ranja Hautamäen maisema-arkkitehtuurin studiokurssilla keväällä 2021, jolloin Lahti oli kurssitöiden suunnittelukohteena.

Lahden virkistysmetsiä ja kaupungin metsänhoidon käytäntöjä selvitetään tutustumalla kaupungin julkaisuihin ja selvityksiin, haastatteleamalla kaupungin ympäristökehityksen, kaavoituksen, metsänhoidon ja luonnonsuojelun asiantuntijoita, sekä paikkatietoaineistojen ja niiden pohjalta laadittujen maisema-analyyseiden kautta.

Kerättyä tietoa on sovellettu toimenpidevalikon kokoamisessa ja Pitkäkallionmäen konseptisuunnitelman laatimisessa, jonka tavoitteena on parantaa alueen ilmastoviihitystä ja havainnollistaa toimenpiteiden käyttöä suunnittelussa. Lopuksi työssä on laadittu synergiat ja johtopäätökset, jotka on koottu toimenpidepaketeiksi.

Tarkastelun rajaukset

Työssä kuvataan kaupungin virkistysmetsien roolia ilmastomuutoksen hillinnässä ja luonnon monimuotoisuuden edistäjänä niiden sosio-ekologisten monihyötyjen kautta. Lahden metsiä tarkastellaan ensin kokonaisuutena, minkä jälkeen tarkastellaan paikkatietoaineistoon perustuen kaupungin omistamia metsiä.

Työn rajausta tarkennettiin työn aikana kaupungin materiaalien ja asiantuntijahaastatteluiden perusteella. Metsät rajattiin omistajuuden mukaan yksityisten ja Lahden kaupungin omistamiin metsiin, sillä kaupungilla on työn tilaajana vaikutusvaltaa omistamiinsa metsiin. Metsien tarkastelurajaus kiteytyi työprosessin

edetessä koskemaan kaupungin omistamia metsiä, joista ajankohtaista paikkatietoaineistoa on saatavilla.

Metsätietoja ollaan parhaillaan päivittämässä ja niitä lisätään paikkatietomuodossa kaupungin selainpohjaiseen karttapalveluun. Kaikkien metsikköjen tietoja ei ole vielä viety uuteen järjestelmään, joten tässä työssä tehtiin päätös hyödyntää niitä paikkatietoja, jotka ovat olleet saatavilla työn tekemisen aikana vuoden 2022 alussa. Paikkatietopohjainen aineisto on mahdollistanut virkistysmetsien hiilianalyyseiden laatimisen työssä. Diplomityössä case-tutkimuskohteen tarkastelun mittakaava lähtee siis aluetasolta, rajautuu omistajuuden mukaan ja syvenyy tarkemmin Lahden kaupungin omistamiin metsiin, joista on saatavilla tarkkaa ja laadukasta paikkatietoaineistoa.

Työssä laadittu konseptisuunnitelman alue on Pitkäkallionmäki, jonka vanhat kuusimetset ovat haavoittuvaisia ilmastomuutoksen vaikutuksille ja metsätuhoille. Tarkastelualue valikoitui paikkatietoanalyysien kautta hyödyntäen saatavilla olleiden kaupungin virkistysmetsien metsäkuviokohtaisia tietoja hiilensidonnasta, sekä koko Lahden alueelliselle tasolle laadittuja maisema-analyysejä luonnon monimuotoisuudesta ja virkistys- ja kulttuuriarvoista. Pitkäkallionmäki osoittautui analyyseiden perusteella tärkeäksi sosio-ekologiseksi arvokeskittymäksi. Lisäksi vanhojen kuusimetsien hallinnoinnissa on Lahdessa ilmennyt haasteita muun muassa yksipuolisen lajiston ja kirjanpainajien takia (K. Hattunen, henkilökohtainen tiedonanto, 14.2.2022).

Työssä tutustutaan myös Lahden kaupungin metsänhoidossa ja muilla toimialoilla käytössä oleviin, hiilensidontaa ja luonnon monimuotoisuutta tukeviin ja edistäviin tavoitteisiin ja toimenpideohjelmiin, ja arvioidaan tukevatko ne ilmastoviihityksestä metsien hallinnointia.

Työn painopiste ei ole teknisissä ratkaisuissa vaan ilmiöiden ja virkistysmetsien ilmastoviihityksen hallinnoinnin kuvaamisessa. Työssä tavoitellaan ilmastomuutoksen ja luontokadon

yhteyksien esittämistä tuomalla esiin ja tunnistamalla hiilensidontaa ja luonnon monimuotoisuuden synergioita. Painopiste on kokonaistilanteen hahmottamisessa.

Tiedonvaihto ja yhteistyö

Metsien hallinnointi vaatii monialaista yhteistyötä ja erityisosaamista, joita on pyritty tunnistamaan työssä. Paikkasidonnaisessa metsäkuviokohtaisessa suunnittelussa metsänhoidon toimenpiteiden ja monimuotoisuuden ratkaisujen osalta siirrytään osittain metsätieteiden ja biologian erityisosaamisen pariin. Työn aikana korostui tarve alojen väliselle yhteistyölle ja tiedonvaihdolle monimuotoisuuden ja hiilensidontaa synergioiden edistämiseksi.

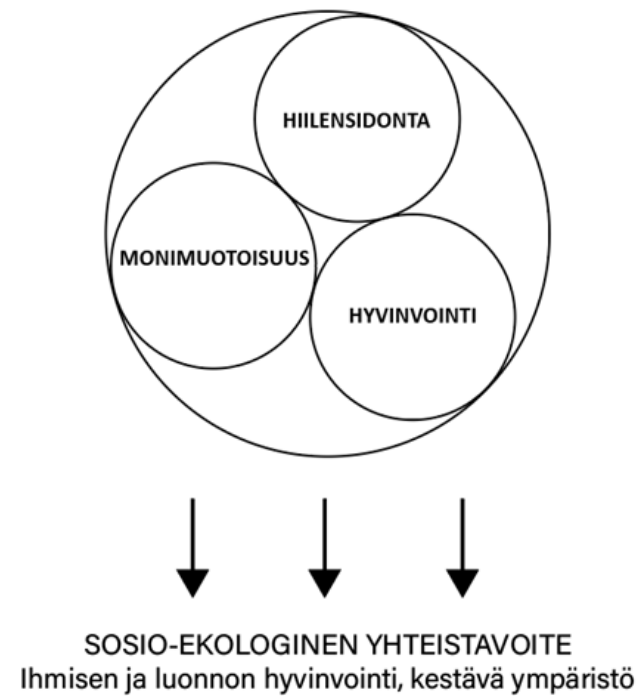
Työn aikana keskusteltiin kaupungin metsäasiantuntijoiden kanssa, jotka kertoivat metsänhoidon nykyisistä toimenpiteistä ja avustivat aineistojen keruussa. Lisäksi työn aikana aiheesta keskusteltiin kaavoituksen, luonnonsuojelun ja ympäristökehityksen asiantuntijoiden kanssa. Tutkimuskatsauksessa ilmenneitä toimenpiteitä täydennettiin asiantuntijahaastatteluiden perusteella.

Viitekehykset

Työssä on käytetty kolmea viitekehystä, jotka ovat:

1. Ilmastoviisas suunnittelu
2. Ekosysteemipalveluiden putousmalli
3. Metsät sosio-ekologisina systeemeinä

Ilmastoviisas suunnittelu on kattotermi monimuotoisuuden ja hiilensidonnin huomiointiselle viheraluesuunnittelussa. Se sisältää tavoitteen luonnon ja ihmisten hyvinvoinnin edistämisestä Kuvan 3 havainnollistamalla tavalla. Viitekehysten idea on, että ilmastoviisas suunnittelu tuottaa sosio-ekologisia monihyötyjä ja mahdollistaa ihmisten, luonnon ja ympäristöjen hyvinvoinnin ja kestävyden.



Kuva 3: Viitekehys 1. Ilmastoviisas suunnittelu. P. Meskanen, 2022.

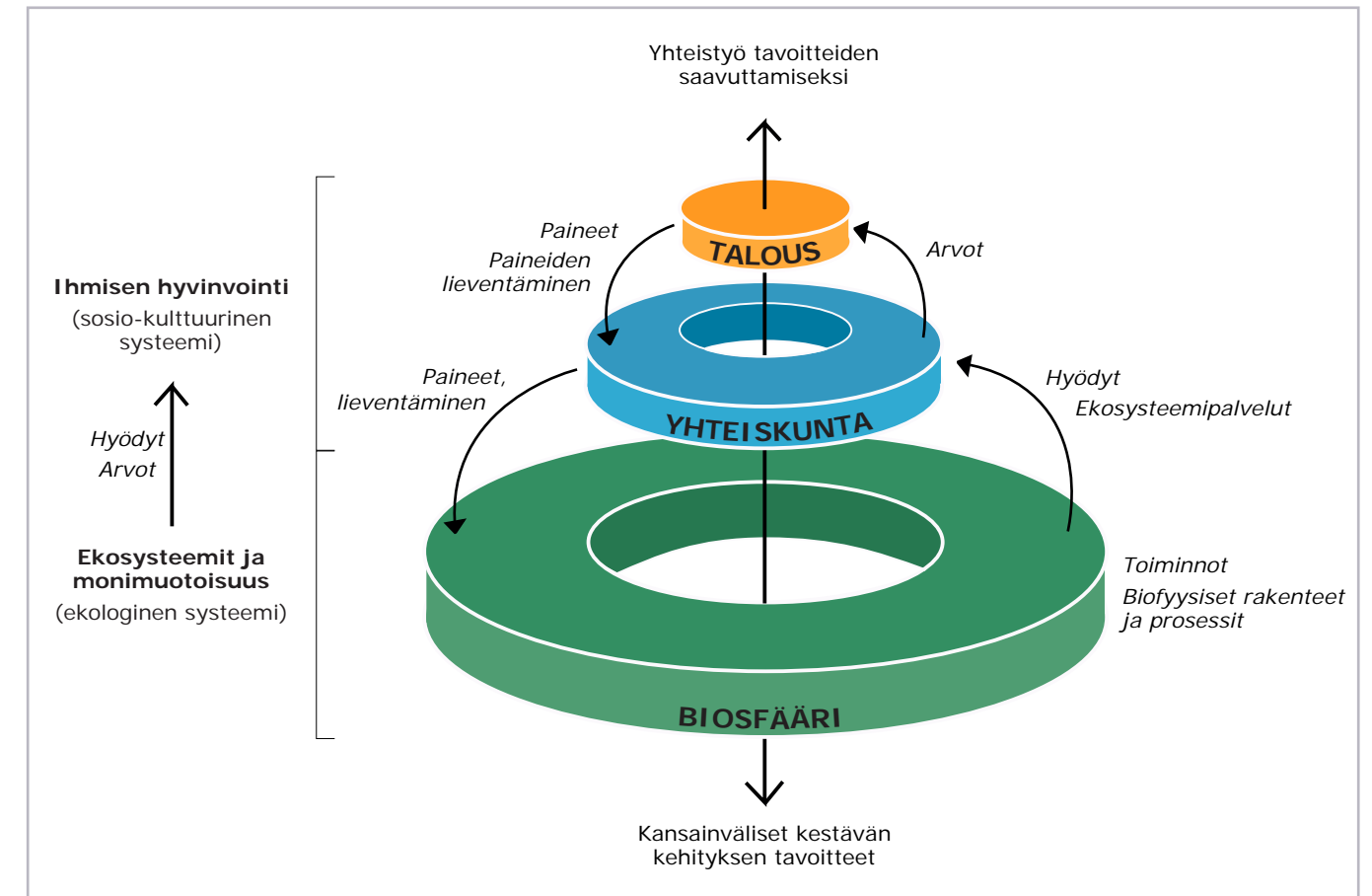
Virkistysmetsien todenmukaisuuden kuvaamiseksi työssä on huomioitu metsien hiilensidonnin ja luonnon monimuotoisuuden lisäksi metsien virkistyskäyttö. Ilmastoviisaan suunnittelun tavoitteena on viitekehysten mukaisesti ihmisten ja luonnon hyvinvoinnin ylläpitäminen ja turvaaminen pitkällä aikavälillä tulevaisuudessa - muuttuvista olosuhteista huolimatta.

Toinen työn viitekehys on **ekosysteemipalveluiden putousmalli** (eng. cascade model), jonka mukaan luonto tuottaa ihmisille hyötyjä ja hyvinvointia omien prosessiansa kautta (Folke et al., 2016; Hansen & Pauleit, 2014; Potschin & Haines-Young, 2011). Viitekehys on esitetty Kuvassa 4 ja se havainnollistaa, että ekosysteemit ja luonnon monimuotoisuus tuottavat hyötyjä ja hyvinvointia ihmisille. Kuvaustapa on yhdistelmä tutkijoiden hieman erilaisista tulkinnoista putousmallin kuvaamiseksi. Luonnon hyvinvointi ja toimintakyky ovat viitekehysten mukaan edellytyksiä yhteiskunnan ja talouden toiminnalle.

Eliökehä (biosfääri) tuottaa sisäisten biofyysisten rakenteiden, prosessien ja toimintojen kautta ekosysteemipalveluita, jotka tuottavat hyötyjä ja arvoja yhteiskunnalle ja taloudelle (Potschin & Haines-Young, 2011). Talous ja yhteiskunta puolestaan luovat paineita biosfäärille (Potschin & Haines-Young, 2011).

Folke ja muut (2016, kuva 4) esittävät putousmallin hääkakkuna, jossa maapallon eliökehä ja sen tuottamat ekosysteemipalvelut muodostavat perustan yhteiskunnan ja talouden kestävydelle, sekä yhdistävät putousmalliin kansainväliset kestävä kehityksen tavoitteet, jotka ohjaavat kansainvälistä yhteistyötä sosio-ekologisten arvojen parantamiseksi.

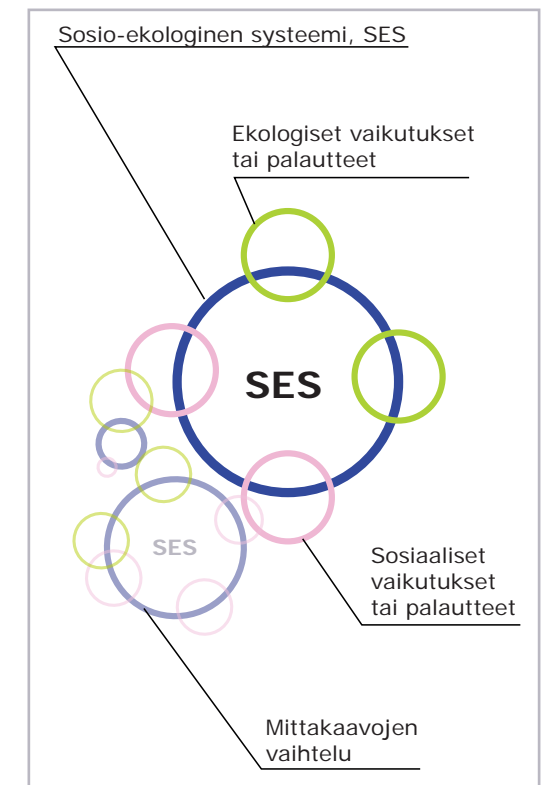
Potschin ja Haines-Young (2011, s. 586–587) nostavat esiin, että ekologiseen systeemiin tehdyt muutokset synnyttävät monimutkaisia biofyysisiä vaikutuksia, joiden takia ihmisten arvojen ja erilaisten ekosysteemipalveluiden arvottamisen ymmärtäminen on tärkeää - ja ymmärrys on saavutettavissa paikkakohtaisella arvioinnilla. Paikkakohtaiset sosio-ekologiset systeemit ja niiden rakenteet ja dynamiikka ovat avainasemassa, kun arvioidaan maantie-



Kuva 4. Viitekehys 2. Ekosysteemipalveluiden putousmalli. Kuvaustapa yhdistää putousmalliin kansainväliset kestävä kehityksen tavoitteet (mukaillen Folke et al., 2016, kuva 4; Hansen & Pauleit, 2014; Potschin & Haines-Young, 2011). P. Meskanen, 2022.

teellisten alueiden ekosysteemeitä (Potschin & Haines-Young, 2011). Näiden systeemien arvioinnin haasteeksi tutkijat mainitsevat niiden vuorovaikutusten monimutkaisuuden.

Virkistysmetsien hiilensidonnin ja monimuotoisuuden ymmärtämiseksi nousee esiin tarve tunnistaa kyseisten prosessien ilmentymiä metsissä. Työn kolmas viitekehys käsittää **metsät sosio-ekologisina systeemeinä**, joka muodostaa tilallisen ulottuvuuden ihmisen ja luonnonprosessien väliselle vuorovaikutukselle (Fischer, 2018). Metsien sosio-ekologisia prosesseja on havainnollistettu Kuvassa 5. Metsissä tapahtuu ajassa ja tilassa ilmeneviä luonnonprosessien ja ihmisen välistä vuorovaikutusta. Näitä systeemejä voidaan pyrkiä maisema-arkkitehtuurin keinoin tunnistamaan ja ohjaamaan.



Kuva 5. Viitekehys 3. Virkistysmetsien sosio-ekologiset systeemit (Kuvan informaatio kerätty Fischer, 2018; Filotas et al., 2014). P. Meskanen, 2022.

Tulokset

Työssä on muodostettu kokonaiskuvaa kahden aikamme suuren ilmiön, ilmastonmuutoksen ja luontokadon yhdistämiseksi. Ilmiöitä käsitellään tunnistamalla ja kokoamalla yhteen Lahden kaupungin virkistysmetsien luonnon monimuotoisuutta ja hiilensidontaa edistäviä toimenpiteitä ja niiden synergioita. Toimenpiteet on koottu listamaiseksi luetteloksi laajan kokonaisuuden havainnollistamiseksi. Ne on luokiteltu teemoittain työkalupaketeiksi työssä osoitetuin rajauksin.

Työssä on laadittu toimintamalli ilmastoviisaaseen metsien hallintaan. Toimintamalli perustelee työn rajauksia ja osoittaa, miten tulosten kautta voidaan parantaa kaupungin ilmastoviisautta ja kokonaiskestävyyttä.

Malli perustuu työn viitekehyksiin ja sen periaatteena on tuottaa virkistysmetsien ilmastoviisaan suunnittelun kautta sosio-ekologisia monihyötyjä kaupungissa. Toimintamallin käyttö mahdollistaa kaupungin sosio-ekologisen verkoston kehittämisen tiedepohjaisiin ratkaisuihin perustuen. Lisäksi työssä laadittiin konseptisuunnitelma Lahden Pitkäkallionmäen alueen virkistysmetsien ilmastoviisauden parantamiseksi alueen sosio-ekologisia arvoja kehittämällä.

Työn tuloksena syntyi:

1. **Synergiat.** Luonnon monimuotoisuuden, hiilensidontan ja virkistyskäytön synergiat virkistysmetsissä, sekä keinoja ja perusteluita ilmastoviisauden parantamiseksi.
2. **Toimintamalli ja toimenpiteet.** Ilmasto- viisaiden virkistysmetsien hallinnon toimintamalli, toimintamallin kuvaus ja ilmasto- viisaat toimenpiteet.
3. **Lahden sosio-ekologinen verkosto.** Tietoa Lahden sosio-ekologisesta verkostosta ja menetelmä sosio-ekologisten arvokeskittymien tunnistamiseen. Keinoja ja perusteluita verkoston säilyttämiseen, suojeluun ja parantamiseen.
4. **Menetelmä potentiaalisten suojelualueiden tunnistamiseen.** Menetelmä

potentiaalisten suojelualueiden ja kehitettävien virkistysalueiden tunnistamiseen paikkatietoaineistojen avulla.

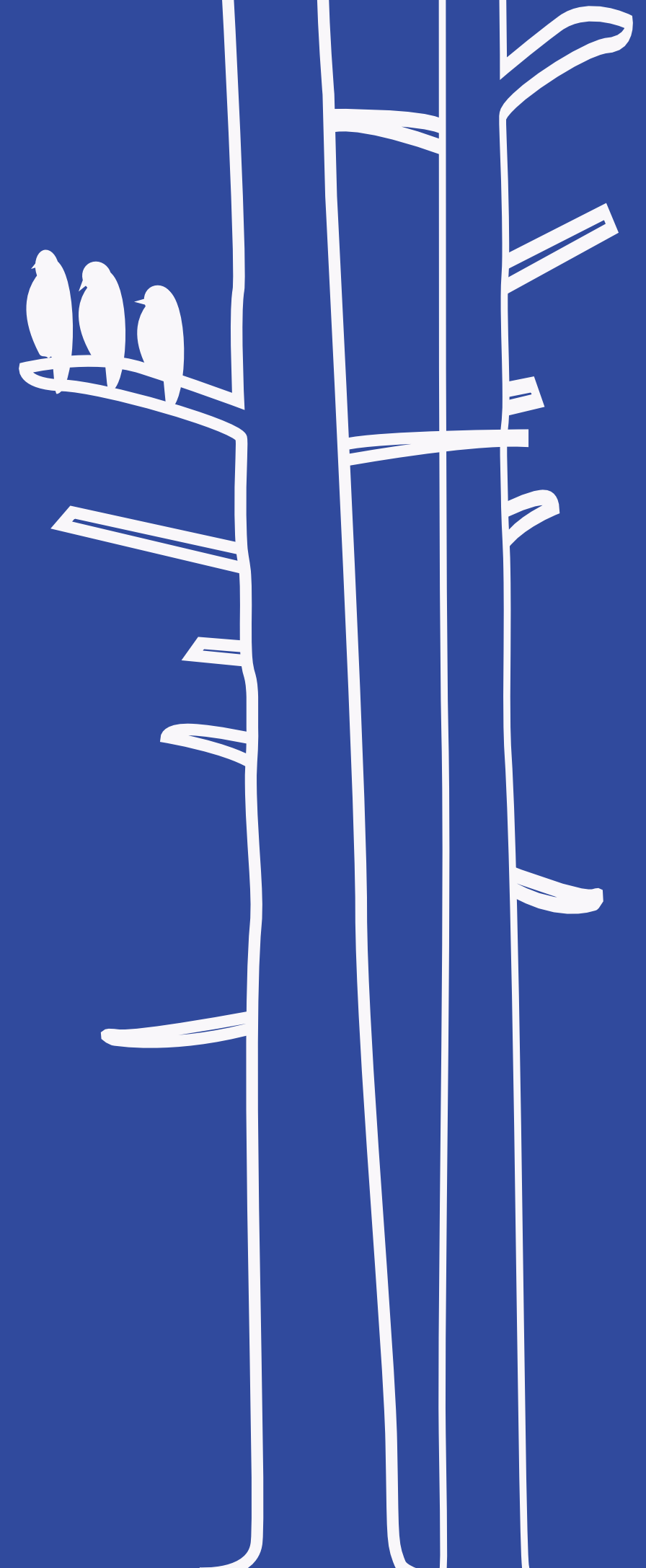
5. **Konsepti ilmastonmuutoksen ja luontokadon yhteensovittamiseksi.** Työssä luotiin kokonaiskuvaa ilmastonmuutoksen ja luontokadon yhteensovittamisesta, kehitettiin konsepti niiden yhdistämiseksi ja muodostettiin polku kokonaisuikentymättömyyteen.
6. **Kokonaisuikentymättömyys.** Ehdotus ja perusteet Lahden kaupungin kokonaisuikentymättömyyden tavoitteen asettamiseksi vuoteen 2050.

Työn tulokset on esitetty tarkemmin tämän työn viimeisessä osassa IV TULOKSET (s. 160).

Työn tulosten hyödyntäminen

Ilmasto- viisaiden virkistysmetsien hallinnon toimintamalli luo raamit ja perustelee ilmasto- viisaan suunnittelun kehittämistä, painottaa yhteistyön tärkeyttä, sekä osoittaa toimenpiteiden hyödyntämisen tavat ja organisoinnin. Toimenpiteitä voi käyttää eri suunnittelualoilla ja mittakaavoissa parantamaan kaupungin virkistysmetsien ja muiden (viher)alueiden sosio-ekologisia arvoja.

Työn tilaaja Lahden kaupunki voi hyödyntää tuloksia esimerkiksi Lahden suunta -työn, metsien suunnitteluohjeen ja luonnonsuojeluohjelman meneillään olevilla päivityskierroksilla. Lisäksi työ tuotti perusteluita sosio-ekologisen verkoston kehittämiseen kaupungin suunnittelutyössä ja menetelmän potentiaalisten luonnonsuojelualueiden tunnistamiseksi.



1.2 Työn rakenne

Työn rakenne on kuvattu tämän aukion kuvassa. Kunkin osan yhteydessä on lyhyt kuvaus sisällöstä. Osaan kuuluvat pystyviivan rajamat luvut. Tutkimus jakautuu neljään osaan:

OSA I: Teoreettinen tausta

OSA II: Case-tutkimus

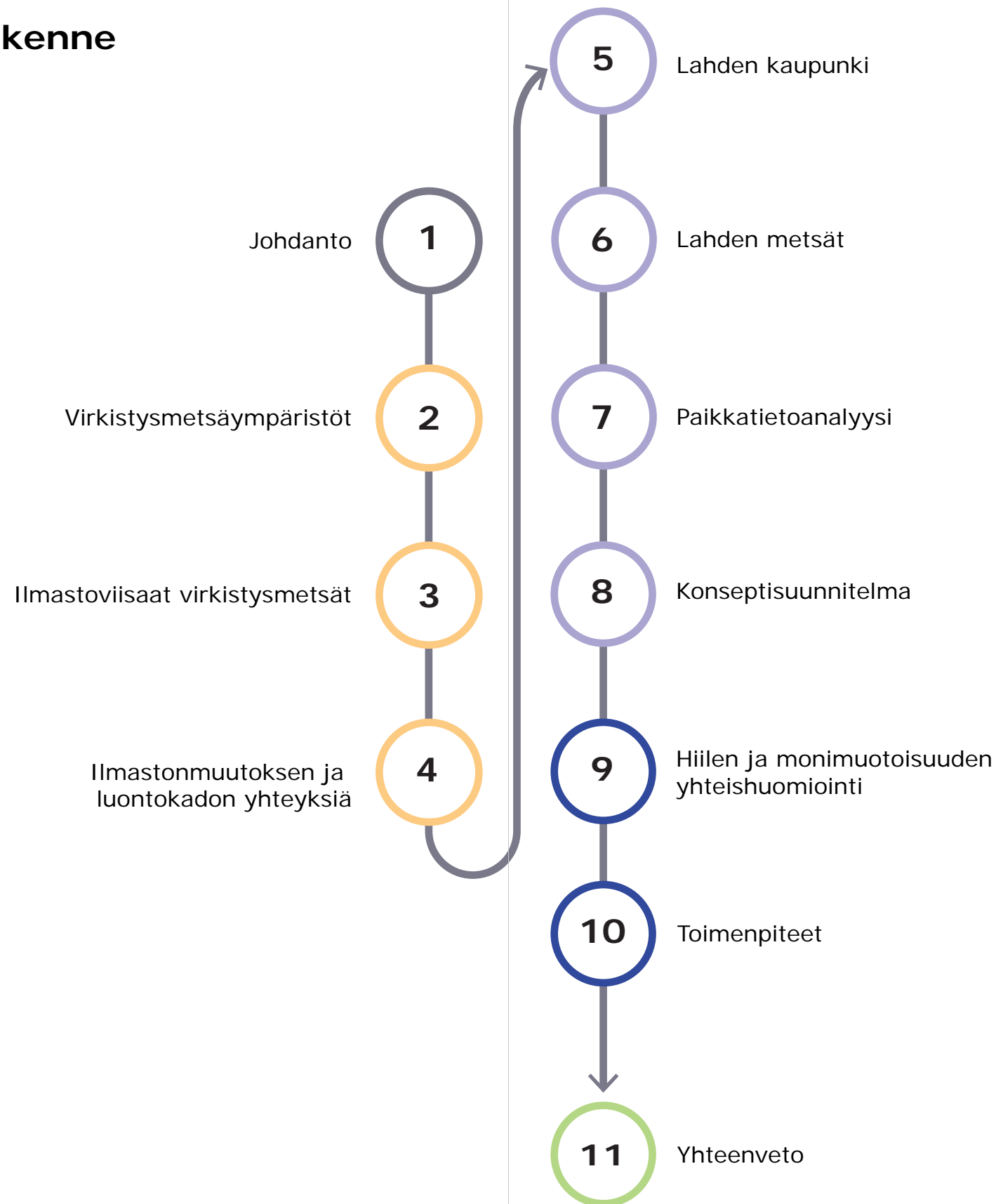
OSA III: Sopeutumisen ratkaisut

OSA IV: Tulokset

OSA I TEOREETTINEN TAUSTA

Osassa tehdään katsaus aikaisempiin tutkimuksiin ja perustellaan työn aihetta ja rajauksia. Virkistysmetsät ja niiden monihyödyt esitellään. Virkistysmetsät kuvataan sosio-ekologisina systeemeinä, joiden sisäiset ja ulkoiset vuorovaikutussuhteet muuttavat niitä monissa tilallisissa ja ajallisissa mittakaavoissa.

Osassa kuvataan ilmastonmuutoksen vaikutuksia virkistysmetsien hiilensidontaan ja luonnon monimuotoisuuteen sekä tutustutaan ilmasto- ja luontokadon yhteyksiä havainnollistetaan aikajanalla ja niiden yhteneväisyyksiä tuodaan esiin.



Kuva 6. Työn rakenne. P. Meskanen, 2022.

OSA II CASE-TUTKIMUS

Osassa syvennyttään Lahden kaupunkiin ja alueen virkistysmetsiin. Lahden kaupunkia ja metsiä esitellään maisema-analyysin kautta.

Lahden metsät esitellään ja rajataan niiden omistajuuteen perustuen, sillä työn rajauksena on Lahden kaupungin omistamat virkistysmetsät. Osassa tutustutaan kaupungin metsien hallintaan ja kuvataan mahdollisuuksia kaupungin virkistysmetsien ilmastoviisauden edistämiseksi.

Analyysissä esitellään työssä kehitetty menetelmä kaupungin sosio-ekologisten arvokeskittymien tunnistamiseen päällekkäisyysanalyysin kautta. Analyysi painottuu kaupungin virkistysmetsien sosio-ekologisiin puoliin, jotka käsittelevät tässä työssä hiilensidontaa, luonnon monimuotoisuuden ja virkistyskäytön. Analyysin rajaus on esitetty tarkemmin osassa. Lisäksi esitellään konseptisuunnitelma Pitkäkallionmäen kuusivaltaisen virkistysmetsän sosio-ekologisten arvojen parantamiseksi.

OSA III SOPEUTUMISEN RATKAISUT

Osassa kuvataan ratkaisuja hiilensidontaan ja monimuotoisuuden yhteishuomiointiin, sekä esitellään ilmastoviisauden virkistysmetsien hallinnon toimintamalli, sekä sen käyttö ja rajoitukset. Luonnonsuojelun ja kokonaisheikentymättömyyden merkityksiä sosio-ekologisen verkoston kehittämiseksi tuodaan esiin.

Lisäksi esitellään konsepti ilmastonmuutoksen ja luontokadon yhteensovittamiseksi ja polku kokonaisheikentymättömyyteen. Hiilensidontaa ja monimuotoisuutta edistävät toimenpiteet ja niiden hyödyntäminen kuvataan työkaluvalikossa.

OSA IV TULOKSET

Lopuksi kootaan yhteen työn keskeiset tulokset ja arvioidaan työprosessia, sekä arvioidaan kaupungin vaikutusmahdollisuuksia alueen metsien ilmastoviisauden edistämiseksi ja kaupungin sosio-ekologisen verkoston kehittämiseksi.

OSA I TEOREETTINEN TAUSTA



CO₂



2. Virkistysmetsä- ympäristöt

2.1 Virkistysmetsät ja monihyödyt

Työn ensimmäisessä osassa käsitellään aiheen teoreettista taustaa aiemman tutkimuksen ja kirjallisuuslähteiden valossa. Tässä luvussa kuvaillaan virkistysmetsäympäristöjä ja niiden tuottamia monihyötyjä. Metsiä käsitellään sosio-ekologina systeemeinä, joiden vuorovaikutussuhteiden toimintaa kuvataan seuraavissa luvuissa ajallisessa ja tilallisessa mittakaavassa.

Virkistysmetsät (eng. recreational forest) ovat metsiä, joiden ensisijainen tehtävä ei ole taloudellisen hyödyn tuottaminen, vaan niitä käytetään pääosin ulkoilu- ja virkistyskäyttöön (Hamberg & Löfström, 2009). Kuvassa 7 on kuvattu monimuotoista virkistysmetsäluontoa.

Tässä työssä virkistysmetsä -termiä käytetään kuvaamaan Lahden kaupungin omistamia metsiä, jotka sijaitsevat pääosin taajama-alueilla. Niiden tärkein käyttötarkoitus on toimia virkistys- ja suojametsinä (K. Hattunen, henkilökohtainen tiedonanto, 28.1.2022; Lahden kaupunki, 2021a). Lahdessa on paljon yksityisten omistamia talousmetsiä, joista suurin osa sijoittuu taajama-alueiden ulkopuolelle. Myös yksityisten metsät tarjoavat monia virkistys- ja ulkoilumahdollisuuksia.

Virkistysmetsät tuottavat ekosysteemipalveluita, tarjoavat paikkoja ulkoilulle ja elinympäristöjä eläimille, edistävät luonnon monimuotoisuutta kaupunkiympäristöissä, sekä toimivat hiilivarastoina ja -nieluinä (Miettinen, 2014; Hamberg & Löfström, 2009). Tiiviisti asutussa taajamissa metsien laatu on tärkeää niiden monipuolisen virkistyskäytön takia (Hamberg & Löfström, 2009). Lahden kaupungin omistamien metsien laadun merkitys korostuu, sillä ne sijaitsevat taajama-alueilla, joissa suurin osa lahtelaisista asuu (Tilastokeskus, 2020).

Virkistysmetsien merkitys on lisääntynyt kaupungistumisen myötä, sillä ihmisten asuessa tiiviimmin, kaupungin lähivirkistysalueiden merkitys kasvaa (Malmivaara et al., 2002; Hamberg & Löfström, 2009). Ilmastonmuutoksen ja pandemian myötä niiden merkitys korostuu entisestään (Lumiaro, 2022). Taajama-alueilla metsiin kohdistuu paineita kaupunkirakenteen tiivistyessä maankäytön muutosten seurauksena, mikä voi johtaa metsien vähenemiseen (Hamberg & Löfström, 2009).



Kuva 7. Retkellä virkistysmetsässä. Kuvituskuva. P. Meskanen, 2020.

Virkistysmetsien monihyödyt

Metsät tuottavat ekosysteemipalveluita, jotka hyödyttävät luontoa, eläimiä ja ihmisiä (Potschin & Haines-Young, 2011; IPCC, 2022). Metsien luonnolle ja ihmisille tuottamat hyödyt tarjoavat mahdollisuuksia parantaa kaupunkiympäristöjen kokonaisvaltaista hyvinvointia. Monihyötyjä kuvataan seuraavissa kappaleissa ja Kuvissa 8 ja 9.

Virkistysmetsät ovat **merkittäviä lähivirkistyskohteita** (Malmivaara et al., 2002; Hamberg & Löfström, 2009; Lumiaro, 2022). Lahden kaupungin virkistysmetsät sijaitsevat taajama-alueilla, joten ne ovat alttiita kulukselle. Metsät ovat lahtelaisten lähivirkistyspaikkoja, joten niillä on kaupunkiympäristössä myös sosiaalisia ja kulttuurisia arvoja. Virkistysmetsien saavutettavuus kaupungeissa on tulevaisuudessa entistä tärkeämpää niiden tuottamien sopeutumisen ratkaisujen takia.

Metsät tarjoavat **ratkaisuja ilmastonmuutokseen sopeutumiseksi**. Ne säätelevät ilmakehän hiilidioksidipitoisuuden määrää, ovat pienilmastoltaan suotuisia ja lieventävät lämpösaarekeilmiötä (Gibbs et al., 2021; IPCC, 2022). Kaupunkiympäristöt tulevat muuttu-

maan entistä kuumemmiksi ja kuivemmiksi samalla, kun tulvat ja myrskyt lisääntyvät (IPCC, 2022). Kasvipeitteinen metsänpohja hillitsee tulvia ja vähentää riskiä eroosiolle, jota myös metsien virkistyskäyttö lisää (Hamberg & Löfström, 2009).

Metsien luontoympäristöt **parantavat kaupunkien viihtyisyyttä**. Metsien kasvillisuus suojaa säältä, melulta ja saasteilta, sekä toimii näköesteenä (Tyrväinen et al., 2005, 2018). Virkistysmetsillä on monia tunnettuja **terveysvaikutuksia**. Jo metsien näkeminen voi rentouttaa ja metsillä on lisäksi elvyttäviä vaikutuksia, sekä ne koetaan usein ihmisten mielipaikoiksi (Korpela, 2001, s. 169–174). Luontoympäristön mahdollistamien luontokontaktien kautta syntyvät terveysvaikutukset parantavat muun muassa hyvinvointia, auttavat stressin hallinnassa ja lisäävät fyysistä aktiivisuutta (Hartig et al., 2014; Tyrväinen et al., 2018).

Taajamametsät tarjoavat kaupunkien läheisyydessä monimuotoisuudelle tärkeitä **monipuolisia elinympäristöjä**. Ne tarjoavat elinympäristöjä monille uhanalaisille lajeille, joista suurin osa on metsälajeja (Hyvärinen et al., 2019).

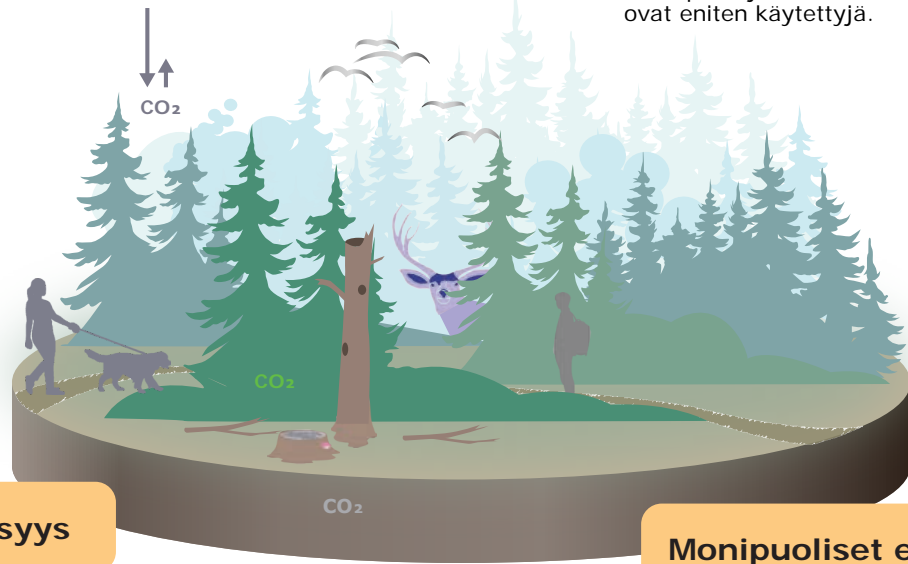


Kuva 8. Virkistysmetsien monihyödyt –kaavio (Kuvan informaatio kerätty Malmivaara et al., 2002; Hamberg & Löfström, 2009; Hartig et al., 2014; Tyrväinen et al., 2018; Gibbs et al., 2021). P. Meskanen, 2022.

Virkistysmetsien monihyödyt

Ilmastonmuutokseen sopeutuminen

- Metsät säätelevät ilmakehän hiilidioksidipitoisuutta ja pienhiukkasia.
- Metsien kasvillisuus ja maaperä sitovat ja varastoivat hiiltä.
- Taajamametsät auttavat lieventämään lämpösaarekeilmiötä.
- Kasvillisuus ja puusto suojaavat kuumuudelta, kuivuudelta ja sään ääri-ilmiöiltä.
- Monimuotoisuuden turvaaminen
- Hiilivarastot säilyvät pitkään vanhoissa metsissä.
- Metsien kasvillisuus ehkäisee eroosiota ja edesauttaa maaperän hiilivaraston säilymistä.



Virkistyskäyttö

- Kaupunkimetsät ovat tärkeitä lähiluontokohteita ja virkistäytymispaikkoja.
- Suotuisa ja viileä pienilmasto tekee metsistä viihtyisiä virkistyspaikkoja.
- Metsien vaihtelevat maastot tarjoavat ulkoilu- ja harrastusmahdollisuuksia.
- Metsissä on hiljaisia paikkoja, joissa voi rauhoittua ja rentoutua.
- Mahdollisuuksia kaupunkilaisten luontosuhteen vahvistamiseen lähimetsissä.
- Sienestys, marjastus ja kalastus.
- Liikuntamahdollisuudet, kuten lenkkeily, retkeily ja hiihto.
- Metsäpolut ja selkeästi havaittavat reitit ovat eniten käytettyjä.

Viihtyisyys

- Metsien luonnonympäristöt parantavat viihtyisyyttä ja arjen mielipaikat sijaitsevat metsissä.
- Metsän näkeminen rentouttaa.
- Puusto ja metsäkasvillisuus tuovat suojaa ja toimivat näkösuojana.
- Suotuisa ja viileä pienilmasto tekee metsistä viihtyisiä virkistyspaikkoja.
- Suoja kuumuudelta ja kuivuudelta.
- Melun vaimennus ja hiljaiset paikat.
- Viheralueen läheisyys vaikuttaa asuinpaikan valintaan.

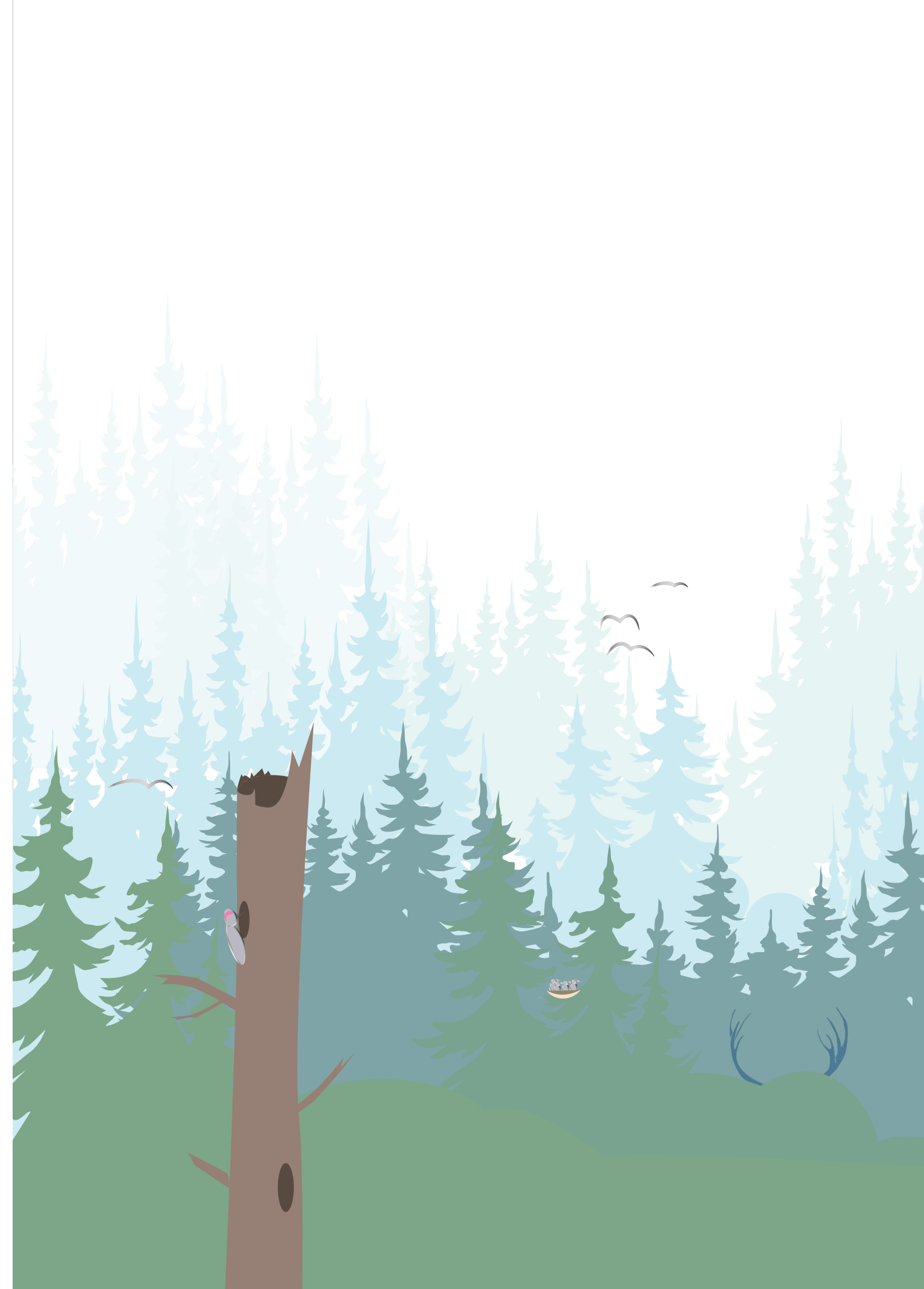
Monipuoliset elinympäristöt

- Metsäluonnon monimuotoisuus ja sen turvaaminen hidastaa luontokatoa.
- Metsät tuottavat ekosysteemipalveluita.
- Metsätuhojen hoito ja ennaltaehkäisy mahdollistaa hoidettujen metsien säilymisen elinvoimaisena.
- Viherkäytävät mahdollistavat eläinten ja kasvillisuuden siirtymiä.
- Metsät ovat monien eläin- ja eliölajien luontaisia elinympäristöjä.
- Monet uhanalaiset lajit ovat metsälajeja.
- Metsien vaihtelevat ikä- ja lajirakenteet tarjoavat monipuolisia elinympäristöjä lajeille.

Terveysvaikutukset

- Stressin hallinta ja elpyminen.
- Fyysinen aktiivisuus ja lisääntynyt liikunta.
- Sosiaaliset kontaktit tai oma aika.
- Immuunipuolustuksen vahvistuminen.
- Metsät torjuvat saasteita ja pienhiukkasia, joten niiden pienilmasto on terveellinen.

Kuva 9. Virkistysmetsien monihyödyt (mukailien IPCC, 2022; Lumiaro, 2022; Gibbs et al., 2021; Hyvärinen et al. 2019; Tyrväinen et al., 2018 [terveysvaikutukset]; Hartig et al. 2014 [terveysvaikutukset]; Hamberg & Löfström, 2009; Tyrväinen et al., 2005; Malmivaara et al., 2002; Korpela, 2001). P. Meskanen, 2022.



2.2 Metsämaisemat sosio-ekologisina systeemeinä

Tässä luvussa kuvataan ja perustellaan työn rajausta, joka käsittää metsämaisemat sosio-ekologisina systeemeinä. Maiseman ja metsämaiseman määritelmät tuodaan esiin ja kuvataan sosio-ekologisten prosessien huomiointin tärkeyttä metsien hallinnoinnissa. Metsien muokkaaminen aiheuttaa metsissä muutoksia, joita kuvataan ajallisessa ja tilallisessa ulottuvuudessa.

Maiseman määrittely

Maisema voidaan määritellä siinä tapahtuvien ekologisten prosessien kautta, jotka muovavat maisemaa (Nassauer, 1997). Toisaalta maisemat ovat ihmisten muokkamia ja sosiaaliset prosessit vaikuttavat niihin, joten ne sisältävät ekologisista prosesseista eroavia kulttuurisia arvoja (Nassauer, 1995).

Nassauerin (1997, s. 69) mukaan miellyttäviksi koettuja maisemia hoidetaan todennäköisesti paremmin pitkällä aikavälillä, joten maiseman sosiaalisten ja kulttuuristen piirteiden huomiointi on tärkeää. Nassauer kuitenkin huomautti vuonna 1997 (s. 67–68), että maisemaa määrittävien kulttuuristen ja ekologisten toimintojen yhteydet kaipaavat tarkempaa määrittelyä.

Lähtökohdat metsien sosio-ekologiseen tarkasteluun

Metsät voidaan käsittää muiden maisemien tapaan tilallisina yksikköinä, joissa tapahtuu sosio-ekologisia vuorovaikutuksia (Fischer, 2018). Tässä työssä metsiä käsitellään sosio-ekologisina systeemeinä, sillä se mahdollistaa hiilensidonnan (ekologisen systeemin prosessi), monimuotoisuuden (ekologisen systeemin prosessi) ja virkistyskäytön (sosiaalisen systeemin prosessi) yhteishuomiointin. Työn painopiste on metsien ekologisessa kestävyys-

dessä, jota tarkastellaan luonnon monimuotoisuuden ja hiilensidonnan synergioiden kautta. Virkistysmetsien monihyötyjen ja hyvinvointia tuottavien arvojen takia ne on koettu tärkeäksi sisällyttää tähän työhön.

Kuten Nassauer (1997) toteaa, pitkän aikavälin muutokset vaativat pitkäjänteistä maiseman hallinnointia (Nassauer, 1997). Virkistysmetsien sosiaalisten ja ekologisten arvojen huomiointi lisää tarkastelun todenmukaisuutta ja tulosten käytettävyyttä, sillä yksi virkistysmetsien tärkeimmistä tehtävistä on tarjota virkistäytymisen ja lähiluonnon paikkoja kaupunkilaisille (Hamberg & Löfström, 2009).

Sosio-ekologinen lähestymistapa ympäristöjen hallinnointiin

Virapongse tutkijakollegoineen (2016) kirjoittavat ympäristöjen hallinnoinnin verkkolehdessä (Journal of Environmental Management) julkaistussa tieteellisessä artikkelissa, että käsitteillä oleviin ympäristöä koskeviin haasteisiin on tarpeen kehittää uudenlaisia lähestymistapoja. Tutkijat toteavat, että sosio-ekologiset systeemit tuovat uuden lähestymiskulman ympäristöjen hallinnointiin, mutta sellainen toimintamalli puuttuu, jonka kautta sosio-ekologisten systeemien teoria voidaan saattaa käytäntöön (Virapongse et al., 2016).

Useat kansainväliset tieteelliset julkaisut ovat viime vuosina määritelleet perustaa metsille sosio-ekologisina systeemeinä. Tutkijat tuovat esiin, että sosio-ekologisten prosessien syvällinen ymmärtäminen on tärkeää ekosysteemien monimutkaisten tilallisten ja sosiaalisten yhteyksien hahmottamiseksi (esim. Jack et al., 2008; Potschin & Haines-Young, 2011; Hansen & Palueit, 2014; Fischer, 2018; Vogt, 2020).

Sosio-ekologisten ulottuvuuksien huomiointi ympäristöjen kehittämisessä mahdollistaa maisemien monimutkaisten vuorovaikutussuh-

teiden huomiointin (mm. Fischer, 2018; Vogt, 2020). Ympäristöjen hallinnointi sosio-ekologisten systeemien kautta yhdistää systeemijattelun, monialaisuuden ja kestävyuden ja voi siten auttaa kehittämään ratkaisuja ympäristöjen haasteisiin (Virapongse et al., 2016).

Metsäympäristöjen lukuisat ominaisuudet vaikuttavat jäsentymättömiltä, minkä takia virkistysmetsien tutkiminen ja käsittely koettiin työn alussa vaikeaksi. Metsien ymmärtämiseksi ja niihin vaikuttavien toimenpiteiden määrittämiseksi työssä tehtiin katsaus kansainvälisiin tieteellisiin julkaisuihin, jotka kuvaavat metsiä kokonaisvaltaisesti niissä tapahtuvien monien vuorovaikutussuhteiden kautta. Tavoitteena on ollut löytää lähestymistapa, jonka kautta metsiä ja niiden hallinnointia voi lähestyä systemaattisesti. Kokonaisuuden hahmottaminen koettiin tärkeäksi, sillä hiilensidonnan ja luonnon monimuotoisuuden synergioiden tunnistamiseksi on ensin luotava ymmärrys metsiin vaikuttavista prosesseista, jotka vaikuttavat metsien ominaisuuksiin.

Tutkimuskatsauksessa nousi esiin Fischerin (2018) kehittämä konsepti, joka kuvaa virkistysmetsiä sosio-ekologisina systeemeinä ja huomioi niiden monimutkaiset vuorovaikutussuhteet. Tässä työssä hyödynnetään Fischerin (2018) mallia, jota on havainnollistettu Kuvassa 10 sivulla 28. Työssä luodaan toimintamalli, joka yhdistää sosio-ekologisen systeemin teorian metsien hallinnoinnissa käytännön toimenpiteiksi, mikä on todettu puuttuvaksi askeleeksi teorian edistämiseksi (Virapongse et al., 2016).

Sosio-ekologiset prosessit

Fischer (2018) kokoaa yhteen aikaisemman tieteellisen tutkimuksen viihkeitä ja huomioi tarpeen kehittää kokonaisvaltaista määrittelmää metsien prosessien ja vaikutusten kuvaamiseksi. Fischer (2018) esittää aikaisempia tutkijoiden päätelmiä mukaillen uudenlaisen mallin, joka kuvaa metsät sosio-ekologisina systeemeinä (eng. social-ecological systems, SES), joilla on eri ulottuvuuksissa ilmeneviä sosio-ekologisia vaikutuksia. Fischer (2018)

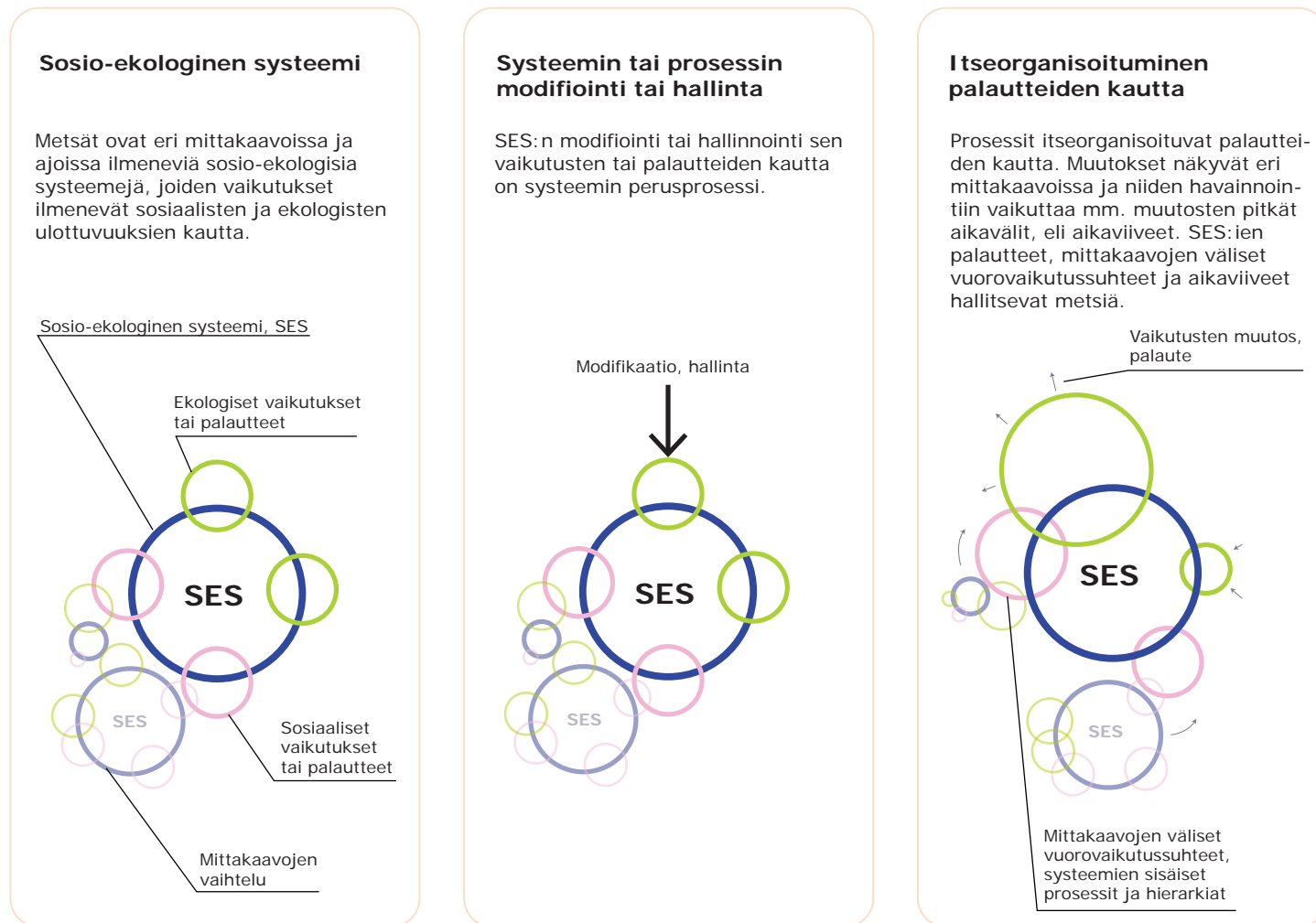
esittelee konseptin ja kuvailee metsien systeemien välisiä vuorovaikutuksen tapoja ja niiden hallinnoinnin keinoja Landscape and Urban Planning –verkkolehdestä syyskuussa 2018 julkaistussa tieteellisessä artikkelissa.

Maisemalle ja metsälle on monia erilaisia määritelmiä, jotka eivät Fischerin (2018) mukaan vastaa maisemassa tapahtuvia sosiaalisia ja ekologisia prosesseja tai niiden välisiä vuorovaikutuksia. Fischer (2018, s. 139, 141) huomauttaa, että puutteelliset määritelmät voivat johtaa metsien hallinnoinnin haasteisiin ja nostaa artikkelissaan esiin sosio-ekologisten systeemien hallinnoinnin keinoja ja haasteita. Fischer (2018) korostaa myös hallintoverkostojen merkitystä metsien SES-prosessien hallinnoinnissa.

Sosio-ekologisten systeemien toiminta metsissä muodostaa bio-geofyysisiä ja sosio-kulttuurisia vaikutuksia, jotka muokkaavat maisemaa (Fischer, 2018). SES-prosesseihin kuuluvat metsissä tapahtuvat ihmisten sosiaaliset ja kulttuuriset sekä luontosysteemien väliset vuorovaikutukset, joiden kokonaisuutta Kuvan 10 ensimmäisen palkki havainnollistaa. Sosiaalisia prosesseja ovat muun muassa metsänhoito, suunnittelu ja omistajuus. Ekologisia prosesseja ovat luonnonprosessit, kuten hiilensidonta, muutokset luonnon monimuotoisuudessa, puuston kehitys ja lajien tai lajirakenteiden muutokset.

Näiden monissa mittakaavoissa tapahtuvien prosessien seurauksena syntyvät sosio-ekologiset vaikutukset muokkaavat maisemaa itseorganisoidumalla, kuten Kuvan 9 kolmas palkki osoittaa. Esimerkiksi puuston kehitys johtaa yleensä puiden kasvuun ja vanheneeseen ja sitä kautta metsän ekologisen suksession (s. 42) muuttumiseen. Metsien vanheneminen vaikuttaa lajien olosuhteisiin ja käynnistää muutoksia lajirakenteissa, millä on vaikutuksia muihin prosesseihin. Muutoksilla on monia tuntemattomia (Filotas et al., 2014; Fischer, 2018) ja sosio-ekologisten prosessien sisäisiä hierarkkisia vuorovaikutussuhteita (Fischer, 2018), jotka aiheuttavat paineita ja epävarmuutta metsien hoitoon (Filotas et al., 2014; Fischer, 2018).

Metsien sosio-ekologiset systeemit ja niiden muutokset



Kuva 10. Metsien sosio-ekologiset systeemit ja niiden prosessien muutokset (mukaillen Fischer, 2018; Filotas et al., 2014). P. Meskanen, 2022.

Systemien muokkaus on metsien hallinnointia

Sosio-ekologisten systeemien muutoksilla on vaikutusta maisemaan ja metsien hallinnointiin (Fischer, 2018). Metsien sosio-ekologisiin systeemeihin voidaan siis vaikuttaa metsänhoidon toimenpiteiden kautta. Kuvan 10 keskimmaisessä palkissa kuvataan sosio-ekologisen prosessin hallintaa modifikaation, eli muokkauksen kautta, jota voidaan nimittää myös ihmisen interventioksi. Tämä ihmisen tekemä muokkaus kohdistetaan sosio-ekologisen prosessin vaikutukseen (Fischer, 2018).

Sosio-ekologisen systeemin muokkaus voi olla esimerkiksi maisemasuunnittelun keino, jolla pyritään parantamaan näkymiä puita kaatamalla. Muutoksella on muitakin vaikutuksia halutun vaikutuksen (esimerkissä näkymän avaus) lisäksi, sillä SES-prosessit alkavat muutoksen seurauksena itseorganisoidua (Filotas et al., 2014) ja syntyy vaikutusten ketjureaktio, kuten Kuvan 10 kolmas palkki kuvaa. Vaikutuksia ilmenee palautteiden ja aikaviiveiden kautta eri mittakaavojen välisissä yhteyksissä (Fischer, 2018).

Metsiin vaikuttavia sosiaalisia prosesseja ovat esimerkiksi maankäytön muutokset, maanomistajuus, metsänhoito ja metsien hallinnointi, kaavoitus, sekä yksittäiset metsänhoidon toimenpiteet (Fischer, 2018, s. 139). Ekologisia prosesseja metsissä ovat mm. puuston rakenne ja muutokset metsien rakenteessa, muutokset lajien rakenteessa, kuivuuden aiheuttamat muutokset, puiden kuolleisuus, metsäpalot ja myrskyt (Fischer, 2018, s. 139).

Sosio-ekologisten prosessien huomiotta jättäminen metsien käsittelyssä voi johtaa väliaikaisen ja tilallisten mittakaavojen epätasapainoon, mutta siitä huolimatta Fischerin (2018) huomion mukaan tutkimuksissa ei vielä ole juurikaan kiinnitetty huomiota näihin metsien ydinprosesseihin. Prosessien vaikutusten tunnistaminen mahdollistaa toimintaperiaatteiden kehittämisen organisaatioille ja valtion verkostoille (Fischer, 2018).

Monimutkaisten systeemien ymmärtäminen voi muuttaa tapoja, joilla metsiä hallinnoidaan (Filotas et al., 2014). Syvämmämpi ymmärrys voi auttaa kehittämään käynnissä oleviin sosio-ekologisiin muutoksiin, kuten ilmastonmuutokseen ja luontokatoon vahvasti tieteelliseen tietoon perustuvia sopeutumisen ratkaisuja (Filotas et al., 2014).

Hiilensidonta ja luonnon monimuotoisuus ovat olennaisia osia metsien toimintaa, joten niihin voidaan vaikuttaa metsänhoidon keinoin. Niitä käsitellään tässä työssä metsissä tapahtuvina sosio-ekologisina prosesseina. Oletuksena on, että niistä syntyy Fischerin (2018) kuvauksen mukaisesti monimutkaisia sosio-ekologisia vaikutuksia. Työssä on tuotu esiin ja tunnistettu vaikutusten arvioinnin haasteita, tunnistettu keinoja negatiivisten vaikutusten lieventämiseksi ja kehitetty muutoksiin mukautuva toimintamalli.

Ajalliset ja tilalliset ulottuvuudet Metsien hallinnoinnin mittakaavat

Seuraavaksi kuvataan, millä tavoin metsien sosio-ekologisten prosessien vaikutukset ilmenevät metsissä. Kuten Fischer (2018) kuvailee, metsänhoidon toimenpiteiden voidaan ajatella olevan ihmisten interventioita, joilla on laajoja ja viiveellä ilmeneviä vaikutuksia luonnonprosesseihin. Metsänhoidon toimenpiteiden vaikutukset ilmenevät ajallisessa ja tilallisessa ulottuvuudessa, joten ne on tärkeää huomioida metsänhoidossa (Fischer, 2018). Heinonsalo (2020, s. 11) toteaa, että tarkastelun aikajakso vaikuttaa loppupäätelmiin ja sen huomiointi on tärkeää tarkasteltaessa metsänhoitovaihtoehtojen vaikutuksia hiilivaraston suuruuteen.

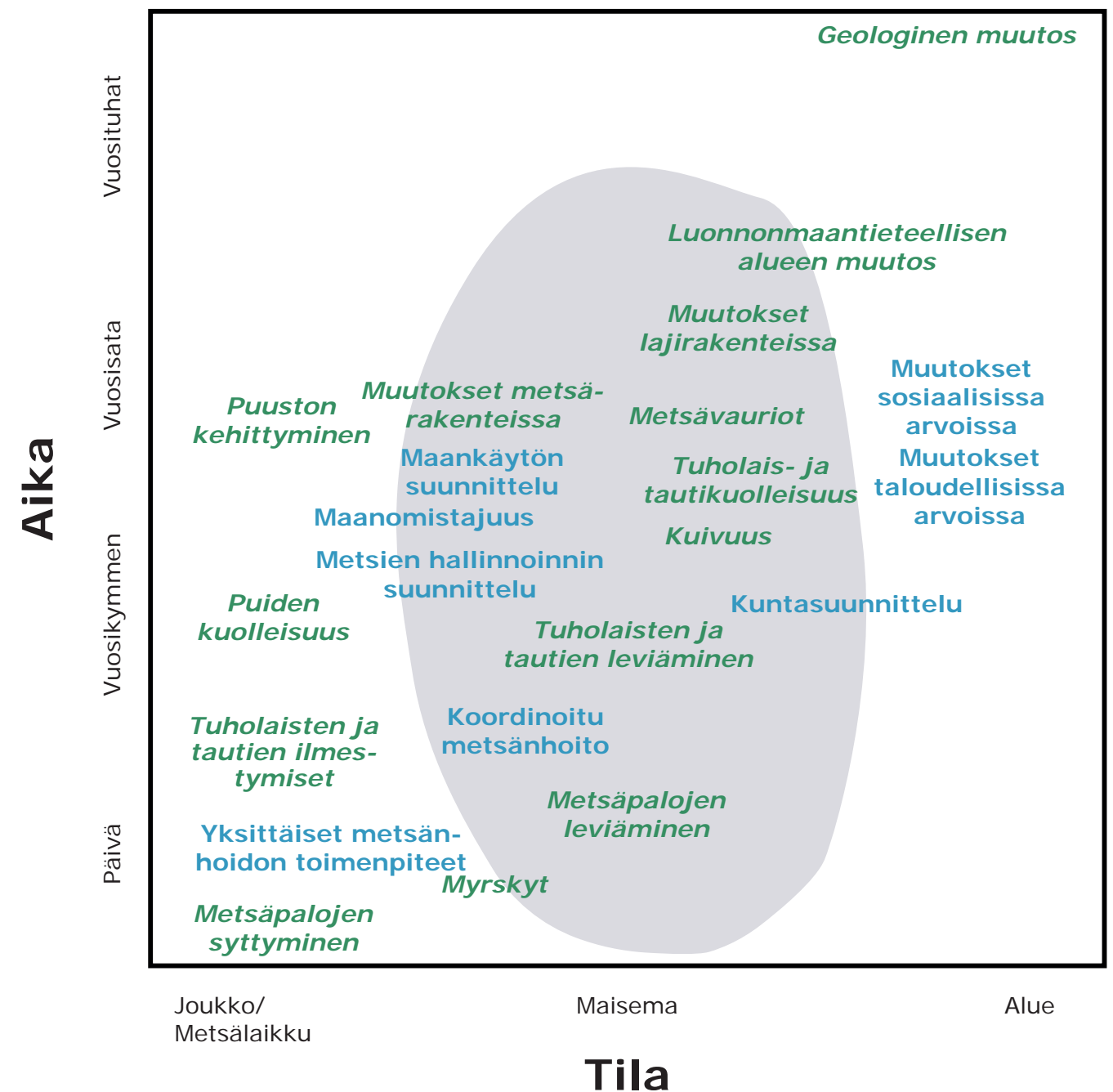
Jack ja muut (2008) huomauttavat, että saatutettavien ympäristöhyötyjen toteutumista tai seurantaa voi hämätä ajan kuluessa tehtävät muutokset, jolloin alkuperäisen toimenpiteen vaikutuksia on vaikea erottaa. Metsänhoidon tilallisten ja ajallisten prosessien hahmottamiseksi työssä on tutustuttu Fischerin (2018, kuva 1, s. 139) kuvaukseen metsien eri ulottuvuuksissa ilmenevistä prosesseista, jotka on esitetty Kuvassa 11. Kuvassa on tilallinen (pystyakseli) ja ajallinen (vaaka-akseli) vaikutus. Metsissä ilmeneviä vaikutuksia on sijoitettu kuvaan sen mukaan, kuinka laajalla alueella (tilallinen) ja kuinka pitkällä aikavälillä (ajallinen) vaikutus ilmenee metsissä.

Maisemassa vaikutukset ilmenevät nopeasti ja hitaasti. Nopeasti ilmeneviä muutoksia ovat esimerkiksi metsäpalot, jotka alkavat nopeasti ja tietystä paikasta, mutta voivat levitä laajalle alueelle. Fischerin (2018) mukaan yksittäisillä metsänhoidon toimenpiteillä on paikallisia vaikutuksia, kun taas metsien hallinnoinnin suunnittelulla metsämaisemiin voidaan vaikuttaa vuosikymmenten ajan. Vuosisatojen ja -tuhansien kuluessa ilmenee laajoja geologisen mittakaavan muutoksia, kuten valuma-alueiden muuttumista (Fischer, 2018, s. 139, 142).

Fischer (2018) painottaa, että monimutkaiset vuorovaikutussuhteet ja metsiin kohdistuvat paineet vaativat metsien hallinnointia suuressa mittakaavassa ja pitkillä aikaväleillä. Fischer (2018, s. 138) nostaa esiin useita tutkimuksia, joissa tutkijat ovat havainneet maiseman mittakaavan olevan paras tilallinen yksikkö metsien ja ekologisten systeemien hallinnoinnissa.

Fischer (2018) tarkoittaa maisemalla sellaista tilallista ja ajallista mittakaavaa, jossa tapahtuu sosiaalisia ja ekologisia prosesseja ja joka on mittakaavaltaan suurempi kuin metsäaika, mutta pienempi kuin alue. Määritelmä jää epäselväksi, eikä Fischer esitä maisema-alueen kokoon tarkempaa selvennystä, vaikka toteaa-kin määritysten vaihtelevan suuresti (2018, s. 138–139).

Maisema-arkkitehtuurin keinoin on monia mahdollisuuksia vaikuttaa maisemaan ja sen sosio-ekologisiin ominaisuuksiin maiseman eri mittakaavoissa. Maisema-arkkitehtuurin voi nähdä metsien suunnittelussa tieteenalojen ja suunnittelun mittakaavojen yhdistäjänä, joka käsittelee maisemaa sen eri ajallisissa ja tilallisissa mittakaavoissa. Maisemasuunnittelun tavoitteena voi olla ihmisten elinympäristöjen kokonaisvaltainen parantaminen ja samalla luonnon mahdollisimman hyvien toimintaedellytysten säilyttäminen ja parantaminen. Maisema-arkkitehti voi toimia ihmisen ja luonnon välisenä tulkkina.



Kuva 11. Metsiin vaikuttavat ajalliset ja tilalliset sosio-ekologiset prosessit. Sosiaaliset prosessit ovat kuvassa sinisellä tekstillä ja ekologiset prosessit vihreällä kursivoidulla tekstillä. Harmaa alue kuvaa maiseman mittavaassa tapahtuvia sosiaalisia ja ekologisia prosesseja (suomentanut P. Meskanen, 2022). A. Fischer, 2018.

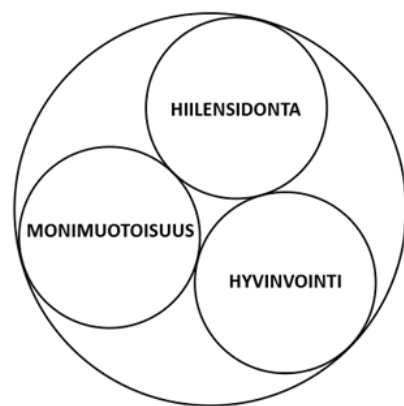
3. Ilmastoviisaat virkistysmetsät

3.1 Hoito ja hallinnointi

Seuraavaksi käsitellään metsien hoitoa ja hallinnointia ja tuodaan esiin metsänhoidon tapoja, jotka tukevat ilmastoviisautta, eli hiilensidonnasta ja luonnon monimuotoisuuden arvojen säilyttämistä ja parantamista metsänhoidossa. Työn tavoitteena on tunnistaa viherrakentamisen toimenpiteitä, joilla on vaikutusta hiilensidontaan, sekä tunnistaa miten vaikutukset ovat synergiassa monimuotoisuustoimenpiteiden kanssa.

Ilmastoviisas suunnittelu on yksi työn viitekehysistä ja sillä tarkoitetaan Kuvan 12 mukaisesti sellaisia metsien hallinnoinnin keinoja, jotka huomioivat hiilensidonnasta ja monimuotoisuuden säilyttämisen ja niiden lisäämisen. Lisäksi työn viitekehys sisältää tavoitteen kokonaisvaltaisen hyvinvoinnin edistämisestä luonnon olosuhteita ja elinvoimaisuutta parantamalla ekosysteemien putousmallin mukaisesti (Potschin & Haines-Young, 2011).

Ilmastoviisaiden metsänhoidon toimenpiteiden selvittämiseksi työssä tunnistettiin ensin toimenpiteitä, jotka vaikuttavat virkistysmetsien hiilensidontaan ja luonnon monimuotoisuuteen niitä heikentäen tai vahvistaen. Seuraavissa luvuissa kuvataan ilmastoviisasta metsänhoitoa, kuvaillaan ilmastomuutoksen vaikutuksia metsissä, sekä tuodaan esiin ilmastoviisaita metsien hallinnoinnin keinoja ja käytäntöjä aikaisemman tutkimuksen valossa.



Kuva 12. Ilmastoviisas suunnittelu huomioi luonnon monimuotoisuuden, hiilensidonnasta ja ihmisten ja luonnon hyvinvointivaikutuksen. P. Meskanen, 2022.

Metsänhoito ja metsien hallinnointi

Tässä työssä termiä metsänhoito (eng. forest management) käytetään kuvaamaan yleisesti toimenpiteitä, joilla vaikutetaan metsän sosio-ekologisiin prosesseihin. Metsien hallinnoinnilla työssä tarkoitetaan laajemman mittakaavan hallinnollisia keinoja metsien käsittelyyn ja metsänhoidon tavoitteiden asettamiseen. Metsien hallinnoitsijoita ovat julkiset ja yksityiset metsänomistajat. Lahden kaupungin omistamien metsien hallinnoinnista vastaa siis Lahden kaupunki.

Vogt (2020) huomioi, että sosio-ekologisten yhteyksien ymmärtämiseksi on tärkeää tunnistaa, miten erilaiset toimijat hoitavat ja hallinnoivat metsiään julkisella ja yksityisellä maalla. Tässä työssä syvennyttään ensin yleisesti metsänhoidon toimenpiteisiin ja kansallisen tason suosituksiin. Case-tutkimuksessa perehdyttään Lahden kaupungin metsänhoitoon.

Metsien hallinnointiin vaikuttavat metsänomistajan perimmäiset tavoitteet, kuten se, onko metsän tarkoitus tuottaa puuta raaka-aineeksi tai toimia virkistys- tai suojametsänä (Vanhatalo et al., 2020). Lisäksi metsänhoitoon vaikuttaa toiminnan riskit (Vanhatalo et al., 2020). Työn tutkimuskohteena on Lahden kaupungin omistamat virkistysmetsät, joten työ painottuu sellaisten julkisten metsien hoidon ja hallinnoinnin tarkasteluun, jotka eivät ole talousmetsiä.

Kestävä metsänhoito sisältää ekologisen, sosiaalisen ja kulttuurisen, sekä taloudellisen kestävyuden (Vanhatalo et al., 2020; Potschin & Haines-Young, 2016), mutta tässä työssä keskityttään erityisesti metsien sosio-ekologiseen kestävyteen. Sosiaalista kestävyttä käsitellään metsien virkistyskäytön ja palveluiden kautta. On hyvä tiedostaa, että metsät tuottavat myös teollisuudelle tärkeää raaka-ainetta ja ne ovat Suomessa merkittävä luonnonvara. Metsäteollisuuden tuotteet, kuten puumateriaali, ovat Suomelle tärkeitä vientituotteita (Tilastokeskus & Tulli, 2021).

Ilmastoviisas metsänhoito

Ilmastoviisaan metsänhoidon kuvaus esitettiin kattavasti Bowditchin ja muiden (2020, s. 2) julkaisussa ensimmäistä kertaa vuonna 2020. Tutkijat muodostivat harkitsevan ja lukuisia eri alojen asiantuntijoita kuulevan prosessin tuloksena kuvauksen ilmastoviisaalle metsänhoidolle (eng. *Climate-Smart Forestry*) (Bowditch et al., 2020, s. 8):

Ilmastoviisas metsänhoito on kestävä ja sopeutuvaa metsien hoitoa ja hallinnointia, minkä tarkoituksena on turvata ja parantaa metsien kykyä ilmastomuutokseen sopeutumiseksi ja hillitsemiseksi.

Ilmastoviisas metsänhoito voi auttaa sopeuttamaan metsiä tuleviin muutoksiin. Hoidetuissa metsissä sopeutumisen keinoja ovat kestävä metsänhoito, puulajien monipuolistaminen ja lajirakenteen säätäminen kestävyuden parantamiseksi sekä riskien hallinnointi tuhoeläinten, tautien ja metsäpalojen varalta (IPCC, 2022, s. 26). Metsissä, joihin kohdistuu vähän tai ei lainkaan ihmisen kuormitusta, sopeutumisen keinoja ovat metsien säilyttäminen, suojeleminen ja luonnontilan palauttaminen (IPCC, 2022, s. 26).

Bowditch ja muut (2020) toteavat, että samalla, kun toimet ilmastomuutoksen hillinnän ja sopeutumisen keinojen kehittämiseksi kasvavat, tarvitaan eri mittakaavojen ohjeistuksia metsien hallinnoitsijoille. Alueiden tulee itse määrittellä muun muassa toiminnan periaatteet ja indikaattorit riippuen metsätyypeistä, puulajeista, ekosysteemeistä, sosio-ekonomisista tilanteista ja ihmisten omista arvoista (Bowditch et al., 2020).

Metsänhoidon suositukset

Hambergin ja Löfströmin (2009) mukaan virkistysmetsien hoidossa huomioidaan yleensä erityisesti puuston elinvoimaisuus, luonnon monimuotoisuus, viihtyisyys ja turvallisuus, sekä paikalliset suoja- ja maisema-arvot.

Suomessa metsänhoidon suositukset laaditaan monialaisen työryhmän voimin yhteistyössä muun muassa metsä-, ympäristö- ja ilmastoalojen asiantuntijoiden kanssa (Tapio, 2022a; Vanhatalo et al., 2020). Toimintaa koordinoi Suomen maa- ja metsätalousministeriö (MMM). Suositukset on suunnattu erityisesti talousmetsille, mutta niissä on huomioitu myös luonnon monimuotoisuus ja hiilensidonta. Suositusten uusin lisäys on ilmastokestävyuden huomiointi, joka on lisätty vuoden 2022 alussa (Tapio, 2022a). Lahden kaupungin metsänhoidon tavat pohjautuvat pitkälti maa- ja metsätalousministeriön metsänhoidon suosituksiin (K. Hattunen, henkilökohtainen tiedonanto, 14.2.2022).

Suosituksia on koottu maa- ja metsätalousministeriön verkkosivuille (MMM, n.d.) ja ne ovat listamainen ja yhteenkokoava luettelo toimenpiteistä. Virkistysmetsien hoitoon liittyviä toimenpiteitä on lueteltu, mutta suositukset on tarkoitettu käytettäväksi erilaisiin metsänhoidon tavoitteisiin soveltuvaksi ja niiden on tarkoitus tarjota perusteltuja vaihtoehtoja metsien käsittelylle (MMM, n.d.).

Suosituksen käyttäjällä tulee olla tiedossa selkeät tavoitteet, joiden perusteella soveltuvia suosituksia voi valita ja hyödyntää. Virkistysmetsien hoitoon soveltuvia lukuja ovat esimerkiksi *"Monikäyttö, maisema ja virkistys"*, jossa kuvaillaan metsien virkistyskäyttämättömyysmahdollisuuksia, joskin talousmetsissä, ja *"Vesien suojeleminen"*, joka sisältää ojituksen kunnostukseen, kosteikkojen perustamiseen ja vesistöjen kuormitukseen liittyviä teemoja.

Metsäluonnon monimuotoisuuden pitkä aikajänne on huomioitu Suomen metsänhoidon suosituksissa. Puun merkitys monimuotoisuuden turvaamisessa jatkaa sen koko elinkaaren ajan jopa vuosisatoja (Kuuluvainen et al., 2014), joten metsäympäristön rakenteet vaikuttavat usean sukupolven ajan (MMM, n.d.). Metsänhoidon pitkän aikajänteen merkitys on olennaista tavoitteiden toteutumisen kannalta, sillä sen avulla voi perustella yksittäisten toimenpiteiden merkityksen (MMM, n.d.).

Metsänhoidon vaikutukset

Metsänhoidon toimenpiteistä syntyviä negatiivisia vaikutuksia voidaan lieventää ja niihin voi varautua, mutta kaikkia vaikutuksia ei välttämättä voi ennakoita (Fischer, 2018). Fischeriä (2018) mukaillen metsänhoidon toimenpiteiden seurauksena syntyviä vaikutuksia voidaan havainnollistaa kolmella tasolla, jotka ovat:

1. Tavoitellut (positiiviset) vaikutukset.
2. Ennakoidut (negatiiviset) vaikutukset, joihin on voitu varautua ennalta niiden tunnistamisen kautta.
3. Ennakoimattomat (positiiviset ja negatiiviset) vaikutukset.

Tavoiteltuja vaikutuksia voivat olla esimerkiksi puuston elinvoimaisuuden lisääntyminen metsänhoidon toimenpiteiden kautta tai haitallisten vieraslajien vähäinen esiintyvyys, johon vieraslajien torjunta tähtää. Ennakoituja negatiivisia vaikutuksia ovat esimerkiksi avohakkuun seurauksena syntyvä hiilivaraston heikentyminen ja luonnon monimuotoisuuden heikentyminen alueella.

Yksittäisen toimenpiteen, kuten puun kaatamisen kohdalla vaikutuksina voi ilmetä esimerkiksi tuholaisaudin leviämisen estäminen (positiivinen tavoiteltu vaikutus), metsän va-

loisuuden lisääntyminen, maaperän vesiolosuhteiden muutokset ja yksittäisten lajien ravinnonlähteiden heikentyminen (ennakoitu negatiivinen vaikutus), josta voi seurata lajien sisäisten muutosten kautta esimerkiksi lajin siirtyminen uuteen elinympäristöön (ennakoimaton negatiivinen vaikutus). Kuvassa 13 on virkistymetsän polku, jonka varrelta on kaadettu puita.

Yksittäiset vaikutukset eivät kuitenkaan ole automaattisesti hyviä tai huonoja, vaan negatiivisten vaikutusten välttäminen on tasapainon hakemista. Metsissä esiintyy luontaisestikin tuhoja, jotka luonnonprosessien seurauksena monipuolistavat elinympäristöjä (Kuuluvainen et al., 2004). Luonnolla on kykyä säännellä omaa toimintaansa sisäisten vuorovaikutusten kautta, mutta ihmisen toiminnan vaikutuksia metsen luonnon tasapainoon voi olla vaikea havaita, koska ne ilmenevät pitkien aikojen saatossa ja osittain päällekkäin (Fischer, 2018; Kuuluvainen et al., 2004, s. 114, 146, 183–186).

Monien vaikutusten lisäksi haasteensa metsien hallinnointiin tuovat luonnonprosesseihin verrattuna lyhyet metsänhoitosuunnitelmat, jotka laaditaan yleensä kymmenien vuosien aikajaksoille. Puuston ja metsien kehittyminen tapahtuu vuosisatojen saatossa (Fischer, 2018; Kuuluvainen et al., 2004).



Kuva 13. Metsäpolku ja kanto Helsingin keskuspuistossa. Kuvituskuva. P. Meskanen, 2022.

3.2 Ilmastonmuutoksen vaikutuksia

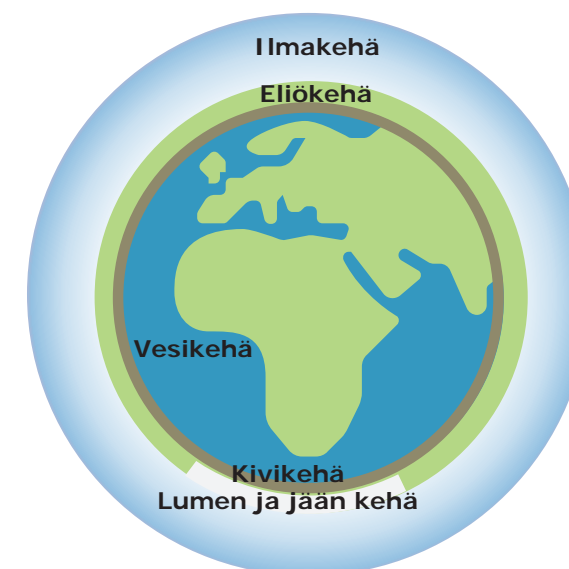
Tässä luvussa käsitellään ilmastonmuutoksen vaikutuksia globaalilla ja Suomen mittakaavalla ja kuvataan, miten metsät voivat toimia ilmastonmuutoksen hillinnässä luontopohjaisina ratkaisuuina. Lisäksi tuodaan esiin metsänhoitoon liittyvää arvokeskustelua, joka on viime vuosina kiihtynyt ilmastonmuutoksen ja luontokadon aiheuttamien muutospainoiden seurauksena, kun on tarpeen tarkastella nykyisiä toimintatapoja kriittisessä valossa ja mukauttaa toimintaa kohti kestävämpää tulevaisuutta.

Ihmistoiminta aiheuttaa muutoksia maapallolla, jotka ilmenevät muun muassa maapallon ilmakehässä ja biosfäärissä ekosysteemien heikentymisenä, sekä kuivuuden ja metsäpalojen lisääntymisenä (IPCC, 2022, s. 34). Ilmastonmuutoksen vaikutuksia maapallon ilmastojärjestelmän osissa on havainnollistettu Kuvassa 14.

Ilmasto lämmittevä hiili kiertää maapallolla vaihtaen olomuotoaan. Sitä on sitoutuneena muun muassa metsien kasvillisuuteen, maaperään, vesistöihin ja ilmakehään (Ilmasto-opas.fi, 2022; Bradshaw & Warkentin, 2015; Midgley et al., 2010). Eliökehän kasvillisuus ja kivikehä toimivat hiilen varastona ja sitovat hiiltä ilmakehästä (Ilmasto-opas.fi, 2022). Puiden kasvu sitoo tehokkaimmin hiiltä (Torniainen, n.d.), joten metsien kasvu auttaa viilentämään ilmakehää. Eliökehän ekosysteemit ovat sitoneet jopa 25 % ihmisten tuottamista hiilipäästöistä (Midgley et al., 2010).

Tuoreet tutkimukset osoittavat, että luonnon monimuotoisuuden ja ekosysteemien suojeleminen on edellytys ilmastokestävälle kehitykselle, sillä ne toimivat ilmastonmuutoksen sopeutumisen ja hillinnän ratkaisuuina samalla, kun niihin kohdistuu paineita ilmastonmuutoksen seurauksena (IPCC, 2022, s. 34).

Maapallon ilmastojärjestelmän osat ja ilmastonmuutoksen vaikutuksia niissä



Ilmakehä (atmosfääri)

Kasvihuonekaasut lämmittävät ilmakehää, josta seuraa lämpötilan ja sääolosuhteiden muutoksia.

Eliökehä (biosfääri)

Eliökehä sitoo ja varastoi hiiltä ilmakehästä kasvillisuuteen ja maaperään. Ilmaston muuttuminen vaikuttaa olosuhteisiin ja elämään maapallolla.

Vesikehä (hydrosfääri)

Ilmastonmuutos aiheuttaa happamoitumista, rehevöityminen, lämpötilan muutokset

Kivikehä (litosfääri)

Suurin osa maapallon hiilestä on sitoutuneena kivikehään. Ilmastonmuutos aiheuttaa maaperän köyhtymistä ja esimerkiksi ruuantuotanto heikkenee.

Lumen ja jään kehä (kryosfääri)

Lumi- ja jääpeite vähentyvät. Jäätiköiden sulaminen vaikuttaa merenpinnan kokoamiseen.

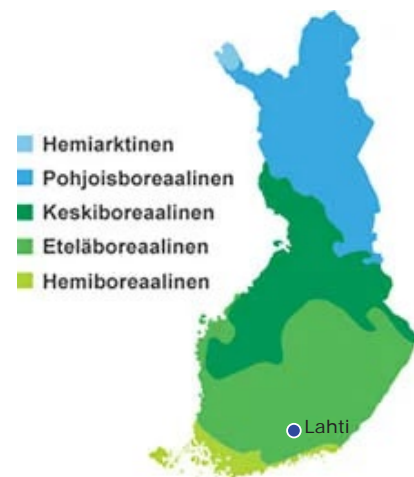
Kuva 14. Kaaviomainen kuvaus maapallon ilmastojärjestelmän osista ja ilmastonmuutoksen ilmentymistä niissä (informaatio kerätty Ilmasto-opas.fi, 2022b.) P. Meskanen, 2022.

Ihmiset voivat vaikuttaa ilmastojärjestelmän osiin ja vähentää muutosten aiheuttamia negatiivisia vaikutuksia esimerkiksi kestävän maankäytön suunnittelun avulla (IPCC, 2019, s. 10; IPCC, 2022, s. 34)

Ilmastovyöhykkeet vaihtuvat

Fischerin (2018) tutkimuksessa tarkastelun kohteena ovat Pohjois-Amerikan lauhkean vyöhykkeen metsät. Metsiä käsitellään pääosin sosio-ekologisten prosessien kautta, jotka ovat verrattavissa ilmastovyöhykkeiden välillä ja soveltuvat Suomen boreaaliseen vyöhykkeelle. Lahti sijaitsee tarkemmin eteläboreaalilla vyöhykkeellä (Ilmatieteen laitos, n.d.), kuten Kuva 15 osoittaa.

Fischerin (2018) malli on sovellettavissa Suomen olosuhteisiin, sillä tarkastelun kohteena ovat metsät, joihin kohdistuu merkittäviä muutoksia tulevaisuudessa. Suomen lämpötilan ennakoitaan nousevan noin 5 astetta vuoteen 2100 mennessä (Berkeley Earth, 2022), minkä seurauksena on arvioitu, että 50 vuo-



Kuva 15. Suomen ilmastovyöhykkeet ja Lahden sijainti eteläboreaalilla vyöhykkeellä (mukaillen Ilmatieteen laitos (n.d.).)

den kuluttua Suomessa on Etelä-Saksaa vastaava ilmasto (Lumiario, 2022; Ilmasto-opas.fi, 2022). Se tarkoittaa, että Lahden eteläboreaalinen vyöhyke vaihtuisi lauhkeaan vyöhykkeeseen, jonka metsiä Fischer (2018) käsittelee.

Kasvillisuusvyöhykkeet

Ilmastovyöhykkeiden muutos vaikuttaa Suomen metsiin esimerkiksi siten, että kuivat ja karut mäntykankaat muuttuvat kuusivaltaisiksi sadannan lisätessä typen lannoittavaa vaikutusta (Ilmasto-opas.fi, 2022). Lehtimetsät lisääntyvät ja jalot lehtipuut, kuten vaahtera ja tammi yleistyvät (Ilmasto-opas.fi, 2022). Lisäksi on arvioitu, että kedot, kosteikot ja perinnemaisemat rehevöityvät ja kasvavat umpeen (Ilmasto-opas.fi, 2022).

Ilmastonmuutoksen tuomilla muutoksilla on monia vaikutuksia, joiden tunnistaminen on tärkeää, että niihin voidaan ennakoita metsien hoidossa. Luonnon muuttuminen on kuitenkin hidas prosessi ja joskus muutokset näkyvät vasta pitkän ajan kuluttua (Heinonsalo, 2020).

Metsät ovat yksi tärkeimmistä ilmastonmuutoksen hillitsijöistä, sillä ne auttavat vakauttamaan ilmastoa (IUCN, 2021) ja sitovat kasvillisuuden biomassaan hiiltä ilmakehästä yhteyttämisen kautta (Gibbs et al., 2021; Tornainen, n.d.).

Arvokeskustelu

Tutkijat ovat viime vuosina havainneet, että metsiä tulee tuhoutumaan ja niiden tila heikenee suurella todennäköisyydellä ilmastonmuutoksen seurauksena (IPCC, 2022, s. 14–15). Suomessa on käynnissä metsiä koskeva voimakas ja kiihtyvä arvokeskustelu. Metsätalous ja puu raaka-aineena ovat Suomen taloudelle elintärkeitä ja perinteisiä tulonlähteitä, mutta vaakakupissa painaa myös metsäluonnon merkitys luonnon monimuotoisuuden turvaamisessa. Luonnon merkitys ilmastonmuutokseen sopeutumisessa on viime vuosina korostunut ja tullut yhä selvemmäksi (mm. IPCC, 2022).

Tehokkaat hakkuut ovat johtaneet ristiriitoin luonnonsuojelijoiden ja metsäalan välillä. 1960-luvulla alkaneet soiden ojitukset toimivat kimmokkeena keskustelulle metsien suojelusta ja sittemmin on tullut paljon hyviä uudistuksia ja lakeja, jotka ohjaavat metsien kestäväan hoitoon (Kuuluvainen et al., 2004, s. 136–138). Ristiriidat taloudellisten tavoitteiden ja luonnonsuojelun välillä ovat nousseet viime vuosina keskusteluihin. Vastakkainasettelu on alkanut muodostua jopa pullonkaulaksi ratkaisujen etsimisessä, joten on tärkeää käydä avointa ja hyväksyvää vuoropuhelua.

Nykyiset metsänhoidon tavat ovat ehtineet vuosikymmenten saatossa vakiinnuttaa paikansa talousmetsien käsittelyssä, jossa perinteisesti on tavoitteena puuston moni-ikäisyys niin, että eri ikäluokkia on yhtä paljon (Kuuluvainen et al., 2004 s. 169–171). 1960-luvulla alkaneet avohakkuut perusteltiin metsän elinvoimaisuuden ja uudistumiskyvyn ylläpitona ja luontaisesti ikääntynyttä metsää pidettiin jopa lajistoltaan köyhänä (Kuuluvainen et al., 2004, s. 170–171). Metsiä alettiin käsittelemään kuin viljelyspalstaa ja samalla hälvähti käsitys luonnonmetsien rakenteesta (Kuuluvainen et al., 2004, s. 171).

Professori Timo Pukkala (2021) kirjoittaa blogissaan suomalaisille metsäkuviolle tekemästään satunnaistarkastelusta, jonka tuloksena hän toteaa, että vain 6 %:ssa tarkastelluista metsäkuvioista on järeää puustoa. Pukkalan (2021) mukaan 94 % suomalaisesta metsästä on siis kohtalaisen kelvotonta elinympäristöä järeää puuta tarvitsevien lajien kannalta.

Luonnon monimuotoisuuden tilan parantamiseksi metsien hoidossa tulee huomioida metsien luontainen dynamiikka ja luontaiset häiriöt (Kuuluvainen et al., 2004, s. 172–173), jotka ilmenevät tilassa ja ajassa (mm. Fischer, 2018; Filotas et al., 2014; Kuuluvainen et al., 2004, s. 172). Luonnonmukainen metsä on monipuolisempi kuin on osattu ajatella (mm. Fischer, 2018; Kuuluvainen et al., 2004) ja luonnon monimuotoisuutta tukeva metsien käsittely on kompromissien hakemista metsänhoidon sosiaalisten, ekologisten ja taloudellisten tavoitteiden yhteensovittamiseksi (Kuuluvainen et al., 2004).

Tässä työssä käsitellään kaupungin virkistysmetsiä, jotka eivät ole talousmetsiä. Niiden hoidossa on mahdollista priorisoida muita arvoja, sillä virkistysmetsiin ei kohdistu yhtä vaativia tuotannon tavoitteita (Miettinen, 2014). Tämän työn tarkoituksena on tarkastella virkistysmetsien sosio-ekologisia arvoja ja löytää keinoja niiden yhteensovittamiseksi.

Puun käyttö raaka-aineena on viime vuosina lisännyt entisestään metsäteollisuuden tuotantopaineita (MMM, n.d.). Puuta käytetään sen hiilensidontakyvyn takia esimerkiksi rakennusten rakennusmateriaalina hiilineutraaliutta tavoiteltaessa. Suuri kysyntä voi kuitenkin johtaa metsien hakkuuseen nuorempana. Metsätalouden ympäristöä kuormittaviin toimiin sekä monipuolistuviin metsänomistajien tavoitteisiin vastaamiseksi on syntynyt paineita kehittää uudenlaisia metsänhoidon menetelmiä (MMM, 2022).

Mahdollinen ratkaisuvaihtoehto voisi olla metsäsertifioinnin laajentaminen koskemaan ilmastoviisaita metsänhoidon toimenpiteitä. Metsien sertifioinnilla on Suomessa vakiintuneet perinteet 1990-luvulta alkaen ja se on tuonut esimerkiksi säästöpuiden jättämisen osaksi normaaleja käytänteitä (MMM, 2022; Kuuluvainen et al., 2004).

Voidakseen vastata kaupunkien viherympäristöjen kulutukseen, metsien on oltava laajoja ja yhtenäisiä (Perälä et al. 2010). Näin ollen kaupunkien lähimetsien ja etenkin virkistysmetsien merkitys korostuu. Voimakkaat hakkuut heikentävät luonnon monimuotoisuutta ja hiilivarastoja (mm. Kuuluvainen et al., 2004). Elinympäristöihin ja luontoon kohdistuvien muospaineiden takia on entistä tärkeämpää tarkentaa katsetta metsien ilmastokestäväan hoitoon ja niiden tarjoamiin muihinkin hyötyihin talouden lisäksi.

3.3 Virkistysmetsäluonnon monimuotoisuus

Seuraavaksi käsitellään luonnon monimuotoisuutta virkistysmetsissä ja tuodaan esiin sen huomioon otettavuuden tärkeys metsien hoidossa. Luvussa kuvataan monimuotoisuuden arviointiin liittyviä haasteita ja tuodaan esiin seikkoja, joita on tärkeää huomioida monimuotoisuuden arvioinnissa.

Luonnon monimuotoisuus kuvaa elollisen luonnon, eli biodiversiteetin (eng. biodiversity) ja elottoman luonnon, eli geodiversiteetin (eng. geodiversity) monimuotoisuutta ja tarkoittaa eliölajien ja elinympäristöjen vaihtelua (TSK 27, 1998). Biodiversiteetti tarkoittaa elävien eliöiden vaihtelua kaikissa muodoissa, kuten maalla ja vesistöissä, sekä niiden välisiä ekologisia yhteyksiä, joita ovat mm. lajien ja ekosysteemien välinen ja niiden sisäinen vaihtelu (IPCC, 2022).

Ihmistoiminnalla on vaikutuksia luonnon monimuotoisuuteen suoraan ja välillisesti (Heinonsalo, 2020; IPCC, 2022). Lajeihin kohdistuvat ilmastomuutoksen aiheuttamat paineet ilmenevät maankäytön muutosten aiheuttaman pirstoutumisen seurauksena sekä epäsuhtaisten hajaantuvien vaikutusten kautta (mm. Fischer, 2018; IPCC, 2019, 2022).

Monimuotoisuus metsänhoidossa

Metsien hoidossa on tärkeää huomioida monimuotoisuus, sillä yksistään hiilensidonnan parantamiseen tähtäävä metsänhoito voi heikentää ekosysteemien sopeutumismahdollisuuksia pitkällä aikavälillä (MMM, 2022). Ilmastomuutoksen vaikutuksiin metsäluonnon monimuotoisuuteen voidaan vaikuttaa metsänhoidon keinoin, kuten myös metsien ikä- ja puulajisuhteisiin (MMM, 2022). Suora vaikutus ilmastomuutoksesta syntyy esimerkiksi Suomen lajien ja kasvillisuusvyöhykkeiden levinneisyyden siirtyessä pohjoisemmaksi (MMM, 2022).

Monimuotoisuustavoitteiden yhdistäminen metsäsuunnitteluun vaatii tavoitteiden huomi-

ointia eri mittakaavoissa ja suunnittelun vaiheissa. Uuttera ja Kangas (1995) tuovat esiin lainsäädännön ja suunnittelijan oman harkinnan mukaisen ratkaisun vaikutuksen metsien monimuotoisuuden edistämiseksi. Monimuotoisuuden edistämiseksi huomiota on kiinnitettävä erilaisiin vaihtoehtoisin ratkaisuihin konkreettisesti metsikköjen hoidossa, esimerkiksi jättämällä pienkohteita lepoon (Uuttera & Kangas, 1995, s. 310). Suunnittelijan omalla harkinnalla ja ratkaisulla on vaikutusta metsien monimuotoisuuden edistämiseksi (Uuttera & Kangas, 1995).

Monimuotoisuuden arvioinnin haasteet ja uhat

Haasteena monimuotoisuustoimenpiteiden yhteenkokoamisessa on toimenpiteiden moniulotteisuus, erilaiset lähestymistavat ja laaja mittakaavojen vaihtelu lajiyksilötasolta maakuntien tasoihin alueellisiin tarkasteluihin (Jack et al., 2008; Potschin & Haines-Young, 2011).

Edellä lueteltujen lisäksi haasteena on toimenpiteiden ilmeneminen viiveellä, (Fischer, 2018; Heinonsalo, 2020) mikä tekee vaikutusten havaitsemisesta hankalaa. Seuraavissa kappaleissa käsitellään metsien monimuotoisuuden arviointiin ja toimenpiteiden määrittelyyn liittyviä riskejä, jotta ne voidaan tässä työssä ottaa huomioon toimenpiteiden laatimisessa.

Failing ja Gregory (2003) käsittelevät metsien biodiversiteetti-indikaattoreihin liittyviä uhkia ja nostavat esiin yleisimpiä virheitä niihin liittyen. Ensimmäisenä uhkana Failing ja Gregory



Kuva 16. Metsämaise-
maa. P. Meskanen, 2022.

(2003, s. 123) mainitsevat sen, että toiminnalle **ei aseteta selkeitä päätepisteitä**, eli syytä sille, miksi biodiversiteettiä halutaan säilyttää. Erilaiset päämäärät johtavat erilaisiin hallinnan keinoihin. Esimerkiksi toimenpiteiden valitseminen sen mukaan, että ekosysteemipalveluiden säilyttäminen hiilensidonnan osalta toteutuu tai toimenpiteiden valitseminen lajien määrän vähentymisen estämiseksi tuottavat erilaisia tuloksia monimuotoisuuden edistämiseksi (Failing ja Gregory, 2003, s. 123). Sekaannusten ja ristiriitojen välttämiseksi Failing ja Gregory (2003, s. 123) suosittelevat, että toimenpiteet, indikaattorit ja niiden päätepisteet ilmaistaan selkeästi. Tavoitteiden selkeä ilmaiseminen lisää toimenpiteiden läpinäkyvyyttä ja voi selkeyttää päätöksentekoa.

Toinen haaste liittyy perimmäisten **tavoitteiden sekoittumiseen keinoihin ja käytäntöihin**, joita käytetään tavoitteiden saavuttamiseksi (Failing & Gregory, 2003, s. 123). Seurauksena muodostuu kätkeytyä ja toisinaan tarkoitukseen sopimattomia kompromisseja, jotka vaikeuttavat tulosten seuranta-

sekä liian ohjailevia hallinnointistrategioita (Failing & Gregory, 2003, s. 123).

Myös **metsänhoidon kontekstin unohtaminen** nähdään virheenä, sillä monia päätöksiä tehdään metsänhoidossa paikkakohtaisesti, jolloin punnitaan vaikeita kysymyksiä siitä, mitä todella tavoitellaan (Failing & Gregory, 2003, s. 124). Ennen kuin monimuotoisuudelle asetettu tavoite voidaan toteuttaa, se saattaa tarvita asiantuntija-arvioita ja määrittelyä paikallisella tasolla. Arviointia voi tarvita esimerkiksi sen suhteen, onko luonnon monimuotoisuutta tarkoitus edistää kaikkien metsälajien osalta vai esimerkiksi tiettyjen alkuperäisten lajien osalta (Failing & Gregory, 2003, s. 124).

Tässä työssä myöhemmin esiteltävät toimenpiteet ovat mittakaavoiltaan ja tarkkuudeltaan vaihtelevia, sillä ne tarvitsevat määrittelyä paikkakohtaisesti. Toimenpiteiden soveltamiseen tarvitaan eri alojen osaamista mukaan lukien metsänhoito, luonnonsuojelu, kaavoitus ja maisemasuunnittelu, mutta metsänhoidon erityisosaaminen on ratkaisevassa roolissa.

Biodiversiteettiä edistävien toimenpiteiden vaikuttavuutta on vaikea määritellä (Fischer, 2018; Heinonsalo, 2020), jonka myös Failing ja Gregory (2003) ovat tunnistaneeet riskiksi. Neljäs virhe on **toimenpiteiden laatiminen listaksi indikaattorien sijaan** (Failing & Gregory, 2003, s. 124).

Esimerkiksi laajasti kansainvälisesti käytetty Kanadan malli kestävän metsänhoidon kriteereistä ja indikaattoreista on lista (Failing & Gregory, 2003, s. 125–126 [Canadian Council of Forest Ministers, 1997]). Listojen käyttöä on kritisoitu, sillä toimenpidelistat eivät tarjoa näkemystä nykytilanteesta ja niiden avulla ei voida informoida päätöksentekijöitä erilaisten ratkaisujen vaikutuksista (Failing & Gregory, 2003, s. 124).

Vaihtoehtoisia tapoja biodiversiteetin esittämiseen on esimerkiksi indikaattorien määrittely eri mittakaavoissa alueellisen maiseman, yhteisön tai ekosysteemin tai populaation ja lajien tasoilla (Lindenmayer et al., 2000). Fischer (2018) on luokitellut metsien sosio-ekologisia systeemejä mittakaavan mukaan (Kuva 11, s. 31). Tässä työssä on tuotettu ilmastoviisaiden metsänhoidon toimenpiteiden työkaluvalikko, jonka toimenpiteiden luokittelussa on huomioitu niiden vaihtelevat tilalliset mittakaavat.

Muita Failingin ja Gregoryn (2003) tunnistamia virheitä biodiversiteetin edistämiseksi tarkoitetuissa toimenpiteissä ovat yksittäisten biodiversiteettitoimenpiteiden arvotuksen puute ja **haluttomuus arvottaa indikaattoreita keskenään, koosteiden välttäminen** sen takia, että ne nähtäisiin liian yksinkertaistettuina ja **arvoperusteiden sekoittuminen teknisiin perusteisiin**. Toisaalta myös **liian karkea yksinkertaistaminen** nähdään riskinä, sillä siitä voi syntyä tilallisten ja väliaikaisten vaikutusten kompromisseja (Failing & Gregory, 2003, s. 124).

Arvojen määrittämisessä tärkeässä roolissa ovat **sidosryhmät**, kuten asukkaat. **Tekniset asiantuntijat** sen sijaan määrittelevät tekniset päätökset tavoitteiden saavuttamiseksi, jolloin päätösten taustalla ei saa vaikuttaa henkilökohtaiset mielipiteet (Failing & Gregory, 2003, s. 124). Asiantuntijoiden ja sidosryhmien työn koordinointi on tärkeää.

Metsien ilmastoviisaiden hallinnoinnissa olisi hyödyllistä, että eri suunnittelun tasojen ja eri alojen asiantuntijoiden roolit tulevat selvästi näkyväksi ja toimintaa koordinoidaan, jotta kaikkien sidosryhmät ja tekniset asiantuntijat tulevat kuulluksi.

Tiedon sekoittaminen kriittiseen ajatteluun on virhe, mihin sorrutaan usein aineistojen saatavuuden ollessa huonoa (Failing & Gregory, 2003). Monimuotoisuuden ja muiden ekologien arvojen hoidossa on tärkeää, että arviointia ei perusteta pelkästään saatavilla olevaan dataan, kuten monimuotoisuutta kuvaaviin paikkatietoaineistoihin (Failing & Gregory, 2003, s. 129). Monimuotoisuuden arviointia tehdään usein saatavilla olevaan aineistoon perustuen, mikä voi johtaa harhaan, sillä saatavilla oleva tieto on yksipuolista ja laadittu rajatusta näkökulmasta. Failing ja Gregory (2003, s. 129) painottavat, että

**on tärkeää kiinnittää
huomioita tiedon
hankkimiseen strukturoitujen
asiantuntijahaastatteluiden
kautta ja tunnistaa kohdat, joissa
piilee suurimmat epävarmuudet
saatavilla olevan tiedon suhteen.**

Metsien hallinnointi vaatii yhteistyötä monella mittakaavalla ja taholla, jotta metsänhoitoa ohjaavat tavoitteet voidaan määritellä riittävällä tarkkuudella ja totuudenmukaisesti. Failing ja Gregory (2003) tuovat esiin, että biodiversiteetti-indikaattorien tulee olla tieteellisesti todenmukaisia, perustua helposti saatavilla olevaan dataan, mukautua muutoksiin, olla helposti ymmärrettäviä, tutkittavien ongelmien ja käyttäjien kannalta oleellisia, sekä niiden tulee tukea tavoitteita tai raja-arvoja.

Biodiversiteetti-indikaattoreita voidaan hyödyntää esimerkiksi käytäntöjen ja päätösten vaikutusten arvioinnissa, ympäristön tilan raportoinnissa, sekä metsien monimuotoisuuden kannalta korkeamman prioriteetin alueiden ja toimenpiteiden tunnistamisessa (Failing & Gregory, 2003).

Monimuotoisuuden arviointi

Keeley ja muut (2018) käsittelevät artikkelissaan ilmastoviisaiden yhteyksien tarkastelun konsepteja, malleja ja arviointimenetelmiä ja tuovat esiin erilaisia lähestymistapoja ilmastoviisaiden yhteyksien arvioimiseen lajikohtaisesti tai maiseman rakenteen kautta. Monimuotoisuutta voidaan analysoida monilla eri tasoilla. Lindenmayer ja muut (2000) tunnistivat erilaisia lähestymistapoja biodiversiteetti-indikaattoreihin ja jakavat ne kahteen pääryhmään Keeleyn ja muiden (2018) tavoin:

- (1) biologiset ja taksoniperusteiset¹ indikaattorit (etenkin indikaattorilajit), sekä
- (2) rakenteisiin perustuvat indikaattorit sisältäen tilallisen maiseman ominaispiirteitä, kuten rakenteellinen kompleksisuus, kasvilajikoostumus, yhdistyneisyys ja heterogeenisyys.

Kuten Lindenmayer ja muut (2000, s. 946) toteavat, luonnon monimuotoisuuden prioriteettialueiden tavoitteena pitäisi olla esittää alueen biodiversiteettiä totuudenmukaisesti. On huomioitava, että yhden lajin esiintyminen ei välttämättä korreloi muiden lajien esiintymien kanssa monimuotoisuuden indikaattorien ollessa monin puolin tuntemattomia ja koska lajeilla on erilaiset vaatimukset esimerkiksi elinympäristön tilallisten ominaisuuksien suhteen (Lindenmayer et al., 2000, s. 947).

**Metsänhoidon riskienhallintaa
on Lindenmayerin ja muiden
(2000) mukaan se, että käytetään
samanaikaisesti useita strategioita.**

Yksittäisiä indikaattorilajien esiintymiä seuraamalla ei voida päätellä alueen monimuotoisuuden tilannetta kokonaisvaltaisesti. Yksittäiset monimuotoisuuden edistämisen toimenpiteet, kuten puiden säilyttäminen hakkuualueilla, voivat olla hyödyllisiä joillekin lajeille, mutta

¹ Taksoni on yleisnimitys eliöiden sukulaissuhteisiin perustuville ryhmille, esimerkiksi tietyt lajit, suvut, heimot, eliöryhmät tai lahkot. (Tieteen termipankki, 2022)

ne ei välttämättä riitä kattamaan muiden taksonien säilyvyyttä (Lindenmayer et al., 2000, s. 947).

Samanaikaisesti käytettynä biodiversiteettien prioriteettialueiden säästäminen, viheryhteyksien muodostaminen ja hakkuualueen alkupeuraisen puulajiston suosiminen metsänhoidossa voivat edistää alueen taksonien monipuolisia tarpeita (Lindenmayer et al., 2000, s. 947). Riskien hajauttamisen hyötynä on myös, että huomattava jokin toimenpitee tehottomaksi, muut toteutetut toimenpiteet voivat silti toimia uhattujen lajien hyödyksi (Lindenmayer et al., 2000, s. 947). Tässä työssä laaditussa toimintamallissa on huomioitu riskien hajauttaminen ja mukautuvuus uuden tutkimustiedon valossa.

Metsien joustava ja kokeellinen hallinnointi mahdollistaa metsänhoidossa Fischerin (2018) mukaan syntyvien ennalta arvaamattomien vaikutusten huomioinnin ja toimenpiteiden sopeuttamisen vastaamaan havaittuja seurauksia. Mukauttamalla toimenpiteitä tarvittaessa, voidaan mahdollisesti lieventää syntyviä negatiivisia vaikutuksia. Vastatakseen indikaattorien epävarmuuteen, Lindenmayer ja muut (2000, s. 943–944) listaavat neljä toimenpidettä, joiden käyttöönotto lisää todennäköisesti alueen biodiversiteettien suojelua:

- (1) Biodiversiteetin prioriteettialueiden perustaminen, joilla alueen hoito perustuu pääosin monimuotoisuuden suojeluun.
- (2) Rakenteisiin perustuvien indikaattorien toimeenpano talousmetsissä, kuten rakenteellinen monipuolisuus, yhdistyneisyys ja heterogeenisyys.
- (3) Useiden suojelustrategioiden samanaikainen käyttö useissa tilallisissa mittakaavoissa.
- (4) Joustava metsien hallinnoinnin tapa rakenteellisten indikaattorien testaamiseksi, metsänhoidon kokeelliset toimenpiteet.

Luonnonsuojelu

Luonnonsuojelun on todettu olevan merkittävä tekijä luonnon tilan säilyttämisessä ja ylläpidossa, sekä ekologisten häiriöiden estämisessä (Gibbs et al., 2021, s. 25). Gibbs ja muut (2021) toteavat, että metsien ja niitä ympäröivien alueiden vahva ja jatkuva luonnonsuojelu voi tuottaa ratkaisuja ilmastonmuutoksen hillintään ja sopeutumiseen sekä biodiversiteettien säilymiseen. Gibbsin ja muiden (2021) tutkimuksen kohteena oli maailmanperintökohteena olevat metsät, mutta tutkijat toteavat, että niiden lisäksi tutkimuksessa havaittuja käytäntöjä tulisi laajentaa koskemaan muitakin suojelualueita.

Euroopan unionin biodiversiteettistrategian (2020) visio on, että vuoteen 2050 mennessä kaikki maailman ekosysteemit ovat palautettu, kestäviä ja riittävän suojeltuja. Strategian tavoitteena on ohjata Euroopan biodiversiteetin elpymistä vuoteen 2030 mennessä ihmisten, planeetan, ilmaston ja talouden hyödyksi ja se määrittelee tarkat velvoitteet ja toimenpiteet, jotka on toteutettava vuoteen 2030 mennessä (Euroopan komissio, 2020).

Yksi biodiversiteettistrategian toimenpiteistä on, että EU laajentaa nykyisiä Natura 2000 -alueita maalla ja merellä kattamaan myös merkittävien monimuotoisuusarvojen ja ilmastoarvojen alueita tiukan suojelun pariin (Euroopan komissio, 2020).

Monimuotoisuuden edistämisen toimenpiteet

Keeleyn ja muiden (2018, s. 15) mukaan korkealaatuiset maiseman piirteitä kuvaavat paikatietaoaineistot, kuten ihmisten vaikutusta kuvaavat aineistot, geologiset ja ilmasto-olosuhteet, sekä pienilmasto, ovat tärkeitä ilmastoviisaiden yhteyksien arvioimiseksi. Tutkijat nostavat esiin, että viheryhteyksien ja eläinten ekologisten käytävien merkitys saattaa nousta

entistä tärkeämmäksi ilmastonmuutoksen sopeutumisessa (Keeley et al., 2018).

Viheryhteyksien suojeluun ja säilyttämiseen on erilaisia lähestymistapoja. Ilmastoviisaiden viheryhteyksien suunnittelua voi tehdä esimerkiksi yhdistämällä alhaisia ilmastoarvoja omaavia alueita, eläinten turvapaikkoja tai nykyisiä elinympäristöjä tulevaisuuden elinympäristöihin (Keeley et al., 2018). Myös nykyisten ilmastoviisaiden alueiden säilyttäminen ja suojelu on tärkeää luonnon tilan heikkenemisen pysäyttämiseksi. Lisäksi Keeley ja muut (2018) korostavat rantavyöhykkeen merkitystä viherkäytävinä, jotka mahdollistavat mm. lajien liikkumisen, tukevat ekologisia prosesseja ja tarjoavat mikroilmastoltaan suotuisia ja viileitä ympäristöjä.

Luonnon monimuotoisuutta voidaan edistää säilyttämällä ja lisäämällä monimuotoisuudelle tärkeitä rakennepiirteitä ja esimerkiksi metsän biomassan lisääminen on ilmastonmuutoksen hillitsemisen keino (MMM, 2022). Lisäksi on tärkeää ettei järeä lahoppuun määrä vähene, sillä sillä on vaikutusta uhanalaisiin lajeihin ja metsien monimuotoisuuteen (MMM, 2022). Lahoppuun määrä alkaa metsissä luontaisesti lisääntyä, kun metsä saavuttaa 150 vuoden iän (Kuuluvainen et al., 2004), joten vanhojen metsien suojelu ja metsien iän kasvattaminen voi edistää luonnon monimuotoisuutta.

Monimuotoisuuden edistämiseksi talousmetsissä on tärkeää, että metsänhoidossa huomioidaan tavoitteiden toteutuminen pitkällä aikajänteellä (MMM, 2022). Saman voidaan ajatella pätevän virkistymetsiin, sillä luonnon monimuotoisuusarvot kehittyvät tyypillisesti hitaasti ajan kuluessa (mm. Fischer, 2018; Heinonsalo, 2020).

Maa- ja metsätalousministeriö (2022) suosittelee, että monimuotoisuuden turvaamiseksi metsänkäsittelyssä tulee huomioida, että:

1. Alueet, joissa metsänkäsittely tuottaisi monimuotoisuusarvojen merkittävän heikentymisen tai häviämisen, tunnistetaan ja rajataan ulos toimenpiteistä.
2. Metsänkäsittelyalueella toimitaan luonnon monimuotoisuutta turvaavilla ja sitä lisäävillä tavoilla.

Tavoitteet ottavat hyvin huomioon luonnon monimuotoisuusarvot, mutta ne ovat vain suosituksia, joten niiden soveltamisesta päättää metsänomistaja. Kaupunki voi tehdä omistamillaan mailla luonnon monimuotoisuutta edistäviä toimenpiteitä (Rosberg & Sieppi, 2021) ja edistää monimuotoisuusarvojen huomiointia toiminnassaan eri mittakaavoilla ja suunnittelun tasoilla. Lisäksi kaupungin metsien monimuotoisuuteen vaikuttaa suunnittelijoiden harkinta, (Uuttera & Kangas, 1995) joten on tärkeää ylläpitää ja päivittää osaamista uuden tieteellisen tutkimuksen myötä. Yksityisten metsissä luonnon monimuotoisuuden edistäminen perustuu lain edellyttämien toimien lisäksi metsänomistajan tai hakuun suunnittelijan tavoitteisiin ja harkintaan, eli siihen, millä tasolla monimuotoisuusarvot tunnistetaan. Tieteelliseen tutkimukseen perustuvan tiedon välittäminen yksityisille metsänomistajille voi edesauttaa monimuotoisuusarvojen vaalimista.

Seuraavien metsän ominaisuuksien säilyttäminen ja lisääminen metsänkäsittelyalueella edistää metsien monimuotoisuutta (MMM, 2022):

- vanhat ja kookkaat puut
- järeät lahoppuut
- metsätaloudellisesti vähäarvoiset lehtipuut
- säästöpuuryhmien jättäminen
- lahoppuiden säilyttäminen
- riistaeläimille tärkeät lehtipuusekoitukset ja tiheiköt.

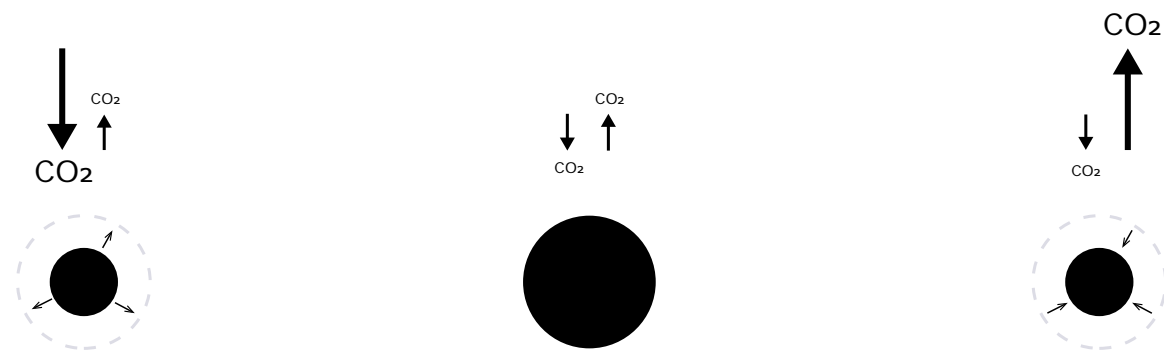
3.4 Virkistymetsien hiilensidonta

Tässä luvussa käsitellään hiilen kiertoa virkistymetsissä ja sen sitoutumista metsiin. Ensin käsitellään hiilen luonnollista kiertokulkua ja sen sitoutumista metsän kasvillisuuteen, puihin ja maaperään. Sen jälkeen kuvataan metsän kehitysvaiheet ja metsän kehittymistä hiilinielusta hiilivarastoksi ja jälleen hiilinieluksi. Seuraavaksi hiilen kiertoa kuvataan urbaanissa ympäristössä hiilijalanjäljen kautta, mikä on ihmislähtöinen tapa kuvata hiilen kiertoa. Hiilijalanjäljen, hiilikädenjäljen ja hiilineutraaliuden käsitteitä kuvataan ja tuodaan esiin keinoja virkistymetsien hiilensidonnan parantamiseksi.

Hiilensidontaa on tässä työssä käytetty yleiskäsitteenä kuvaamaan hiilen sitoutumista olo-

muodosta toiseen, usein ilmakehästä kasvillisuuteen tai maaperään. Hiilensidonta sisältää terminä sekä hiilen varaston, että hiilinielun.

Termiä käytetään työssä sen takia, että se kuvaa aktiivisena ilmaisuna mahdollisuuksia vaikuttaa hiilivarastoihin ja tuo esiin ihmisen vaikutuksen hiilen kiertokulkuun. Hiilensidonta voi kuvastaa hiilen sitoutumista ilmakehästä esimerkiksi hiilinielun kautta. Myös hiilivaraston ylläpito esimerkiksi metsien hoidossa vaatii aktiivista toimintaa tai päätöksentekoa, jotta nykyisten hiiliarvojen säilyminen voidaan taata. Työssä käytetään myös termiä hiiliarvo, joka viittaa hiilinielun tai hiilivaraston merkitykseen, tai arvoon, kyseisellä alueella tai paikassa.



HIILINIELU

Hiiltä sitoutuu enemmän kuin vapautuu, joten hiilivarasto kasvaa. Esim. nuoren metsän kasvu.

HIILIVARASTO

Hiilen määrä on varastoituneena ja sen määrä pysyy suhteellisen samana. Esim. vanha metsä, jonka puusto ei enää kasva merkittävästi.

HIILIPÄÄSTÖT

Hiiltä vapautuu enemmän kuin sitoutuu ja hiilivarasto muuttuu päästön lähteeksi. Esim. metsän hakkuu tai puun lahoaminen.

Kuva 17. Hiilinielu, hiilivarasto ja hiilipäästöt (Kuvan informaatio kerätty mm. Hukkinen et al., 2019; Kuuluvainen et al., 2004) P. Meskanen, 2022.

Hiilen luonnollinen kiertokulku

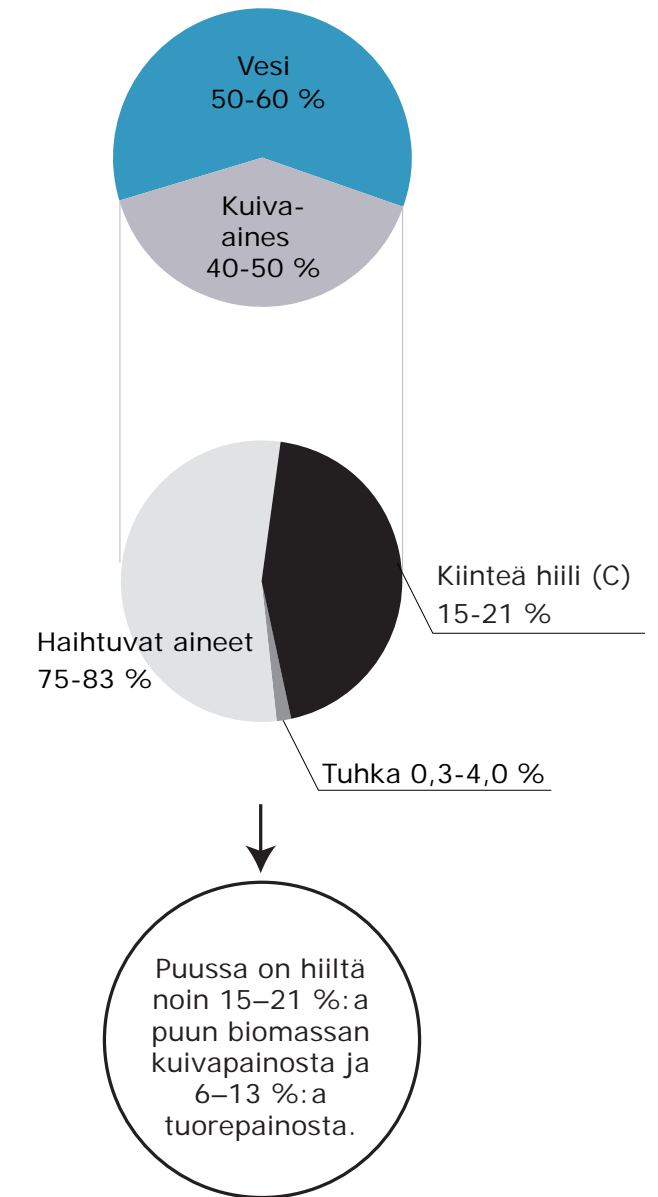
Metsillä on merkittävä vaikutus ilmastonmuutokseen sopeutumisessa, sillä ne sitovat ja varastoivat hiiltä (Hukkinen et al., 2019). Kasvit toimivat hiilen kierrossa tavallaan keuhkoina, sillä ne hengittävät hiiltä ja hiilen sitomisen lisäksi ne myös vapauttavat sitä. Hiilen kiertoa on kuvattu Kuvassa 17. Kuva havainnollistaa hiilinielun, hiilivaraston ja hiilipäästljen käsitteet, joita kuvataan seuraavissa kappaleissa.

Hiilivarasto tarkoittaa selaista ilmiötä tai järjestelmää, johon varastoituu hiiltä (EU 2018/841). Hiiltä on varastoituneena maapallon eliökehässä ilmakehän lisäksi esimerkiksi metsissä, joissa hiiltä on varastoituneena puustoon ja muuhun kasvillisuuteen, sekä maaperään (Hukkinen et al., 2019; Bradshaw & Warkentin, 2015; Alakangas et al., 2014 s. 54–55 [2000]).

Kasvillisuuteen sitoutuneen hiilen määrä on laskettavissa kasvillisuuden biomassasta (Alakangas et al., 2000). Puuhun biomassan kuivapainon perusteella laskettuna (Alakangas et al., 2014) puun tuorepainossa on Suomen olosuhteissa sitoutuneena noin 6–13 % hiiltä. Puuhun sitoutuneen hiilen määrää on havinnollistettu Kuvassa 18.

Metsien kasvillisuus voidaan jakaa kenttäkerrokseen, pensaskerrokseen ja puukerrokseen (Uuttera & Kangas, 1995, s. 305, 309). Metsillä on paras kasvillisuuden ja maa-

Puun koostumus



Kuva 18. Puun koostumus pohjoisella havumetsävyöhykkeellä. Puun koostumus vaihtelee runsaasti puulajin ja puun iän mukaan (Kuvan informaatio kerätty Alakangas, 2000, kuten viitattu lähteessä Alakangas et al., 2014 s.54-55). P. Meskanen, 2022.

perän hiilivarasto muihin kasvillisuustyyppeihin verrattuna (FCG, 2021, s. 11). Merkittävin osa Suomen hiilivarastoista sijaitsee metsissä kasvillisuuteen ja maaperään varastoituneena (Heinonsalo, 2020). Puut muodostavat metsien kasvillisuuden rungon ja metsän suurimpina elementteinä niihin on sitoutunut eniten hiiltä. Puiden kasvu sitoo siis tehokkaimmin hiiltä (Mäkinen et al., 2006; Alakangas et al., 2000; Torniainen, n.d.). Puuston määrän ja laadun säilyttäminen on tärkeää hiilensidontakyvyn ylläpitämiseksi.

Hiilinielu tarkoittaa hiilivarastojen vuosittaisen kasvun määrää. Se kuvastaa prosessia, jonka kautta ekosysteemi tai sen osat sitovat hiilidioksidia ilmakehästä (Tieteen termipankki, 2022). Kun hiilidioksidia sitoutuu enemmän kuin sitä vapautuu, metsien hiilivarastoa kutsutaan hiilinieluksi (Hukkinen et al., 2019). Nuoret metsät ovat hyviä hiilinieluja, sillä puiden kasvu sitoo eniten hiiltä (Mäkinen et al., 2006; Alakangas et al., 2000). Hiilinielun ja hiilivaraston käsitteet menevät toisinaan julkisessa keskustelussa sekaisin. Hiilinielulla viitataan usein myös hiilivarastoon. Hiilirvoista puhuttaessa pitäisi aina muistaa sekä hiilivarasto, että hiilinielu (Hukkinen et al., 2019).

Kasvillisuuden lisäksi hiiltä on sitoutunut **maaperään**, joka toimii hiilen pitkäaikaisena varastona (Bradshaw & Warkentin, 2015). Liskin ja Westmanin (1997, s. 265) mukaan Suomessa kivennäismaiden metsien orgaaninen kerros sisältää noin 28% maaperän hiilestä. Ylimpään metrin paksuiseen maakerrokseen on sitoutunut noin 68 % maaperän hiilestä ja sitä alempiin kerroksiin vain noin 4 % (Liski & Westman, 1997, s. 265–266, taulukko 2). Ylimpien maakerrosten säilyttäminen on tärkeää maaperän hiilivarastojen säilyttämiseksi.

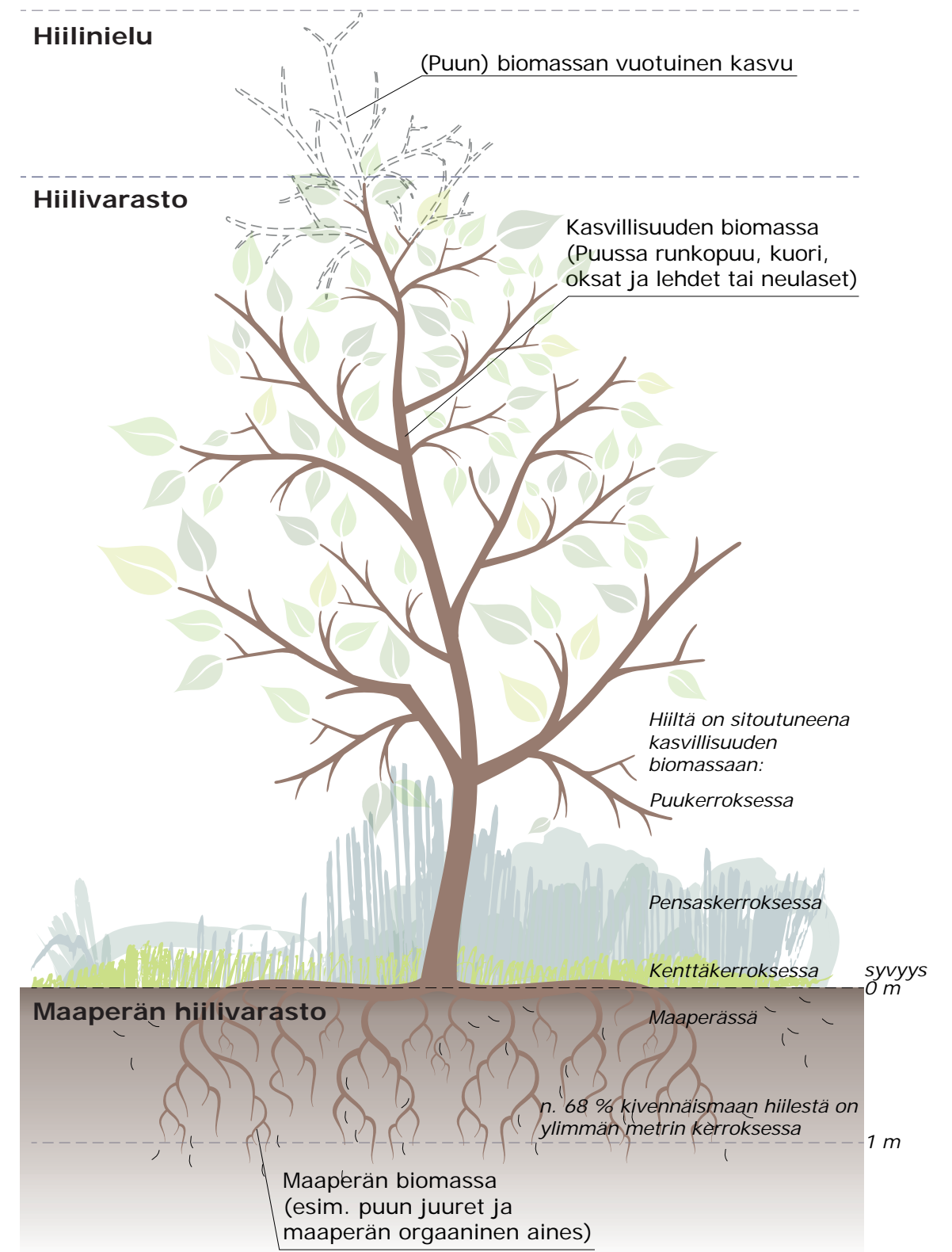
Kivennäismaiden maaperään sitoutuneen hiilen määrä riippuu ilmastollisten olosuhteiden lisäksi maan ravinteisuudesta sekä alueella vallitsevasta kasvillisuudesta ja ihmisen toiminnasta (Malmivaara et al., 2002). Rakennetuilla alueilla ja taajama-alueilla maaperään sitoutuneen hiilen määrä on pienempi, sillä maaperään sitoutuneen hiilen määrä on huono läpäisemättömillä pinnoilla (HSY, 2019). Pinnan läpäisevyyden ylläpito ja parantami-

nen, sekä maan ylimpien kerrosten vähäinen muokkaus ja kulutus edesauttavat maaperän hiilivaraston säilymistä.

Hiilen varasto muuttuu **hiilen lähteeksi**, eli **hiilipäästökseksi**, kun siitä tietyssä ajassa vapautuu hiilidioksidia ilmakehään enemmän kuin siihen sitoutuu, esimerkiksi metsien hakkuun yhteydessä (Hukkinen et al., 2019). Silloin metsä on hiilen lähde. Termi kuvaa systeemiä, jonka seurauksena hiilidioksidia vapautuu ilmakehään (Tieteen termipankki, 2022). Esimerkiksi sukcession loppuvaiheessa metsän lahoaminen kiihtyy, jolloin puuhun sitoutunut hiili alkaa vapautua takaisin kiertoön (Kuuluvainen et al., 2004). Hukkisen ja muiden (2019) mukaan

hyvien hiilivarastojen, kuten vanhojen metsien ja turvemaiden suojele lisää samanaikaisesti sitoutuneen hiilen määrää ja turvaa monimuotoisuutta.

Pelkästään hiilinielusta puhuminen johtaa harhaan, sillä hiilivarastolla on suurempi arvo sen pitäessä hiiltä pitkäaikaisesti poissa ilmakehästä. Hiilinielu kuvastaa hiilen aktiivista sitoutumista ilmakehästä, eli tavallaan sillä voidaan kuvata metsien hiilivarastojen vuosittaisen kasvun määrää. Kuva 19 havainnollistaa puun ja maaperän hiilivarastoa, sekä hiilinielua. Kuvassa puun hiilinielu (tulevaisuuden hiilivarasto) on visualisoitu puun (nykyinen hiilivarasto) kasvupotentiaalina.



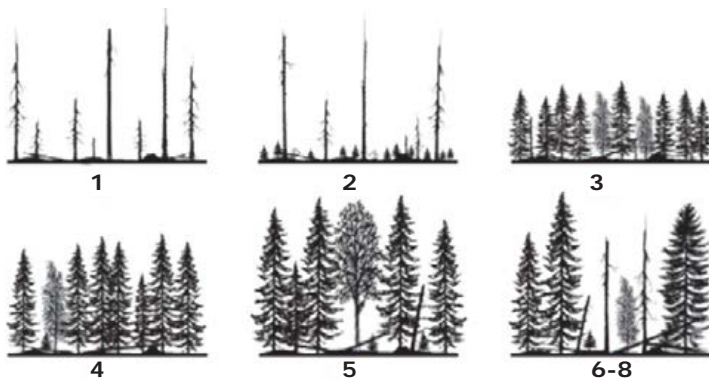
Kuva 19. Hiilinielun ja hiilivaraston kaaviomainen kuvaus (Kuvan informaatio kerätty Tieteen termipankki, 2022; Hukkinen et al., 2019; Bradshaw & Warkentin, 2015; Alakangas et al., 2000; Liski & Westman, 1997; Uuttera & Kangas, 1995). P. Meskanen, 2022.

Ekologinen sukkessio

Kuvassa 20 on esitetty metsän kehitysvaiheet, eli ekologinen sukkessio. Metsän kehitysvaiheet voidaan jakaa nykytiedon valossa kahdeksaan osaan, jotka ovat (Kuuluvainen et al., 2004, s. 62–63):

1. pioneerivaihe (0–2 vuotta),
2. uudistumisvaihe (0–30 vuotta),
3. latvuston sulkeutumisvaihe (30–50 vuotta),
4. nopean kasvun ja kilpailun vaihe (30–80 vuotta),
5. varttuneen metsän vaihe (80–150 vuotta),
6. puuston vertikaalinen eriytyminen (150–500 vuotta),
7. puuston horisontaalinen eriytyminen (150–500 v), sekä
8. alkuperäinen pioneeripuuluokan kuoleminen (150–500 v).

Puusto kasvaa merkittävästi ensimmäisten 80 vuoden ajan (Kuvan 20 vaiheet 1–4), jolloin myös metsä toimii hiilinieluna. Kasvu hidastuu metsikön siirtyessä varttuneen metsän vaiheeseen (5), jolloin lahoppuun määrä on Kuuluvaisen ja muiden (2004, s. 63) mukaan pienimmillään. Tällöin metsä on hiilensidonnan suhteen siirtymävaiheessa hiilinielun kasvun hidastuessa ja hiilivaraston kasvaessa vielä hieman kokoa siihen asti, kun puut saavuttavat lopullisen kokonsa. 80–150 vuotiaan metsän rakenteellista monimuotoisuutta voivat lisätä tuulenkaadot ja lumenmurrot (Kuuluvainen et al., 2004, s. 63), eli lumen painon aiheuttamat oksien rikkoutumiset (TNC 96, 1994).

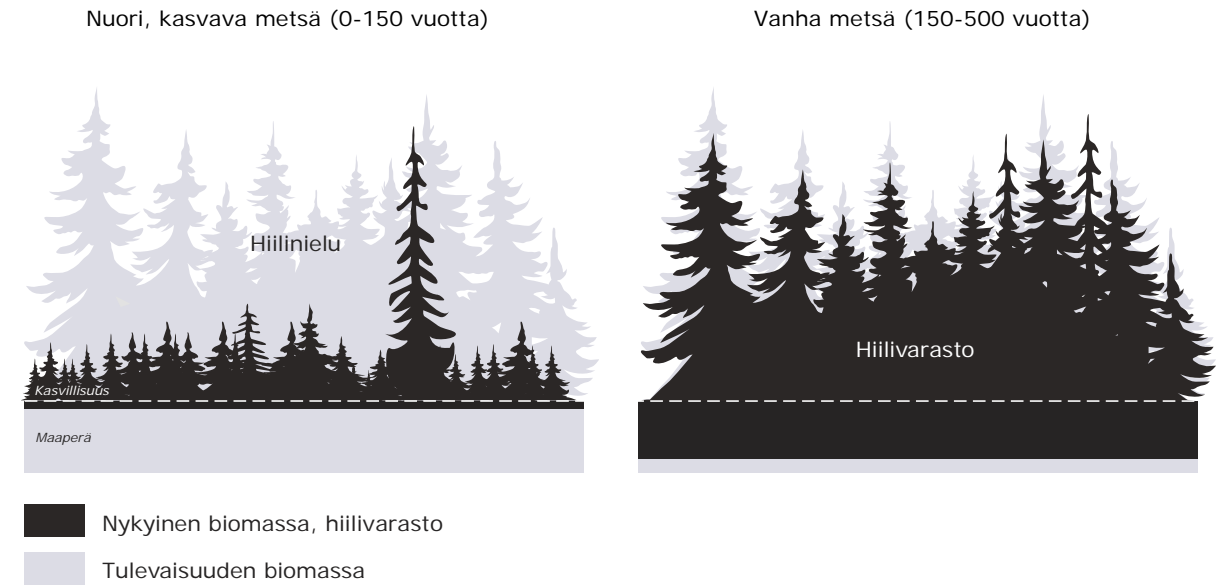


Kuva 20. Metsikön kehitysvaiheet (mukaillen Kuuluvainen et al., 2004, s. 62.).

Metsikön saavuttaessa 150 vuoden iän lahoppuun määrä kasvaa, rakenne muuttuu mosaikkimaiseksi ja alkuperäiset pioneeripuut alkavat kuolla (Kuuluvainen et al., 2004, s. 64). Kuuluvaisen ja muiden (2004, s. 64) mukaan kuollut puuaines varastoi ravinteita ja auttaa säätelemään veden ja energian kiertoa, joten puiden luontainen kehitys ja kuoleminen vahvistaa metsäekosysteemien monimuotoisuutta. Isot puut kuolevat tautien ja kaarnakuoriaisten aiheuttamien tuhojen seurauksena ja metsä kehittyy monilajiseksi ja runsaasti lahoppuustoa sisältäväksi vanhaksi metsäksi (Kuuluvainen et al., 2004, s. 63–64).

Metsien vanhat elävät ja kuolleet puut tarjoavat tärkeitä ravintolähteitä ja pesäpaikkoja eläimille (Kuuluvainen et al., 2004). Lahopuiden sienet vapauttavat puuhun sen elinkaaren aikana sitoutunutta hiiltä ja ravinteita (Kuuluvainen et al., 2004, s. 64). Maatuvista puista vapautuu hiiltä, mutta ne ovat samalla tärkeitä ravintolähteitä esimerkiksi sammalille, hyönteisille ja sienille sekä pesäkolonia linnuille ja nisäkkäille (Kuuluvainen et al., 2004). Suurten elävien puiden haaraisuus ja paksut oksat ovat tärkeitä linnuille (Kuuluvainen et al., 2004).

Vanha ja monipuolinen metsärakenne voi sopeutua ilmaston lämpenemiseen ja muuttuviin kasvuolosuhteisiin paremmin (Miettinen, 2014). Puiden rakenne ja niiden kuolema vaikuttavat metsäpalon syttymiseen, joita esiintyy metsissä luontaisesti (Kuuluvainen et al., 2004) ja useammin ilmaston lämmetessä (IPCC, 2022). Kun puita kuolee useista eri paikoista, riski metsäpaloille ja tuhoille kasvaa, kun taas puiden kuollessa luontaisesti vanhuuteen tai kasvituhon, metsäpalon vaikutus jää yleensä paikalliseksi (Kuuluvainen et al., 2004, s. 65). Esimerkiksi vanhat männyt kestävät hyvin metsäpaloja niiden paksun kaarnan ansiosta (Kuuluvainen et al., 2004, s. 66–67).



Kuva 21. Hiilinielun muuttuminen hiilivarastoksi metsän vanhetessa. P. Meskanen, 2022.

Hiilen kierto urbaanissa ympäristössä

Hiilijalanjälki on terminä kehitetty kuvaamaan ihmisen toiminnan seurauksena syntyvää ilmastolle haitallista vaikutusta. Se kuvaa tuotteen, toiminnan tai palvelun aiheuttamaa ilmastokuormaa (RAKLI, 2012).

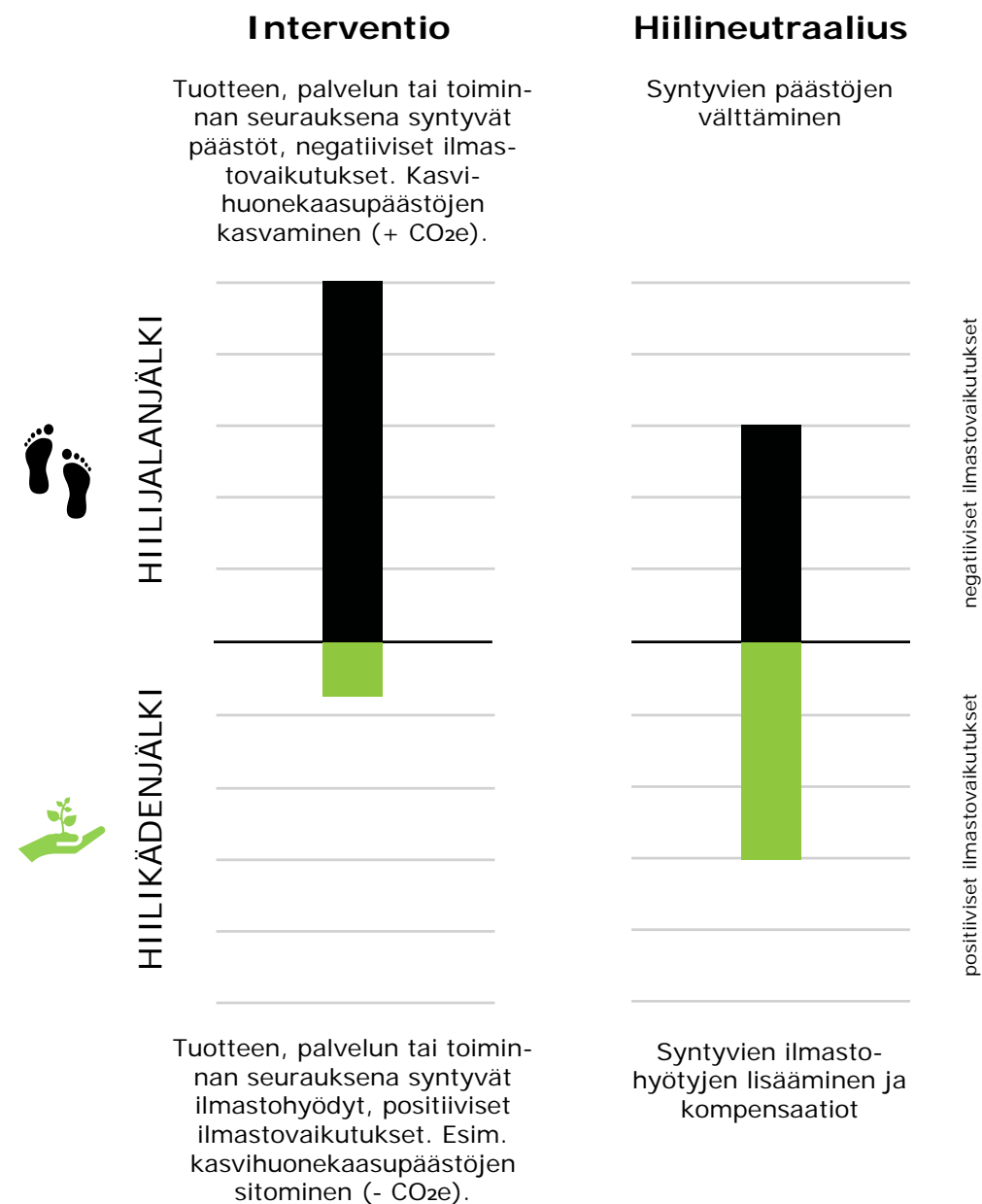
Hiilijalanjälki ilmoitetaan **hiilidioksidiekvivalenttina** (CO_{2e} tai CO_{2ekv}), joka kuvaa kasvihuonekaasupäästöjen määrää ilmakehässä (RAKLI, 2012). Se sisältää hiilidioksidin lisäksi esimerkiksi typen ja metaanin pitoisuudet.

Hiilikädenjälki kuvaa tuotteen, toiminnan tai palvelun seurauksena syntyvää positiivista ilmastovaikutusta, jota ei syntyisi ilman kyseistä toimintaa (Behm et al., 2016). Hiilikädenjälki ilmoitetaan myös hiilidioksidiekvivalenttina, usein negatiivisena arvona (esim. -200 CO_{2e}). Se on erillinen arvo, jota ei tule vähentää hiilijalanjäljestä, mutta sitä voidaan käyttää vertailuarvona rinnakkain hiilijalanjäljen kanssa. Hiilikädenjälki sisältää -jalanjäljen tavoin muitakin kasvihuonekaasuja hiilidioksidin lisäksi. Hiilikädenjälkeä kasvattaa esimerkiksi puurakennukseen sen elinkaaren aikana sitoutunut hiili tai kasvillisuuden lisääminen.

Hiilineutraalius tarkoittaa tilannetta, jossa hiilipäästöjen nettosumma on nolla (Behm et al., 2016), eli tuotteen, palvelun tai toiminnan seurauksena syntynyt ilmastolle haitallinen päästövaikutus on yhtä suuri kuin syntynyt positiivinen vaikutus. Määritelmästä on monia tulkintoja. Termiä käytetään myös kuvaamaan tilannetta, jossa ilmakehään ei ole syntynyt yhtään päästöjä tai vastaavasti tilannetta, jossa ilmakehään päätyneet päästöt on kompensoitu (Alhola et al., 2015; Behm et al., 2016).

Hiilineutraaliuden saavuttamiseksi voidaan Alholan ja muiden (2015) mukaan käyttää kolmea prosessia, jotka ovat päästöjen laskeminen, päästöjen vähentäminen ja kompensatiot. Ensisijaista on päästöjen vähentäminen, jotta tarvittavat kompensatiot ovat mahdollisimman pienet (Alhola et al., 2015).

Yksinkertaistetusti hiilineutraalisuutta voidaan kuvata Kuvan 22 osoittamalla tavalla, joka yhdistää edellä kuvatut tavat hiilineutraaliuden saavuttamiseksi. Mallin periaattana on, että hiilineutraalius saavutetaan, kun ihmisen intervention kautta syntyvä negatiivinen ilmastovaikutus (hiilijalanjälki) on yhtä suuri tai pienempi kuin syntyvä positiivinen vaikutus (hiilikädenjälki).



Kuva 22. Hiilijalanjälki, hiilikädenjälki ja hiilineutraalius (Kuvan informaatio kerätyt Alhola et al., 2015; Behm et al., 2016). P. Meskanen, 2022.

Maankäyttö vaikuttaa merkittävästi **maan hiilivarastoon** (Guo & Gifford, 2002; Smolander & Lindroos, 2019), johon hiiltä on varastoituneena (Bradshaw & Warkentin, 2015). Virkistymetsien maanpohjan kasvillisuus kuuluu käytön seurauksena (Malminvaara et al., 2002; Hamberg & Löfström, 2009).

Reittien suunnittelu ja kulkemisen ohjaaminen tiettyjä reittejä pitkin esimerkiksi polkuja pitkin (Hamberg & Löfström, 2009, s. 26) ja suunnan opastus kylttien avulla voivat edesauttaa metsänpohjan ja maaperän hiilivaraston säilymistä. Metsänpohjan kulumisen riski on suurin pienissä metsäkoissa, joilla on paljon virkistyskäyttöä (Malminvaara et al., 2002).

Toimenpiteet hiilensidonnän edistämiseksi

Hiilensidontaa voidaan parantaa hiilivarastoja turvaamalla tai kasvattamalla, sekä minimoimalla hiilen vapautuminen, mitkä ovat ilmastomuutoksen hillinnän keinoja. Metsien määrä, yhtenäisyys sekä kasvillisuuden määrä ja laatu vaikuttavat metsien hiilensidontakykyyn. Maa- ja metsätalousministeriön (n.d.) mukaan puuston elinvoimaisuus ylläpitää metsien kykyä sitoa hiiltä ja toimia hiilivarastona, sekä vastustaa metsätuhoja. Metsänhoidon avulla voidaan ylläpitää kasvillisuuden elinvoimaisuutta (Hamberg & Löfström, 2009), joten sen kautta voidaan vaikuttaa metsien hiilensidontakykyyn.

Puuston elinvoimaisuuteen vaikutetaan turvaamalla metsien monimuotoisuutta (MMM, 2022). Ilmastomuutoksen hillinnän keinoja metsien käsittelyssä ovat metsänhoidon suositusten mukaan (MMM, 2022):

- Suojametsien jättäminen. Metsien riittävä saasteidensietokyky vaatii noin 100-125 metrin levyisen suojavyöhykkeen (Hamberg & Löfström, 2009, s. 33).
- Luontokohteiden puuston säilyttäminen.
- Säästöpuiden ja kuolleiden puiden pysyvä jättäminen metsään, koska se lisää maaperän ja puuston hiilivarastoa.

- Lahopuun määrä ja laatu vaikuttavat positiivisten vaikutusten suuruuteen.
- Havupuut lahoppina.
- Vanhat kelottuneet männyt.
- Yksittäisten puiden säästö hakkuiden yhteydessä.

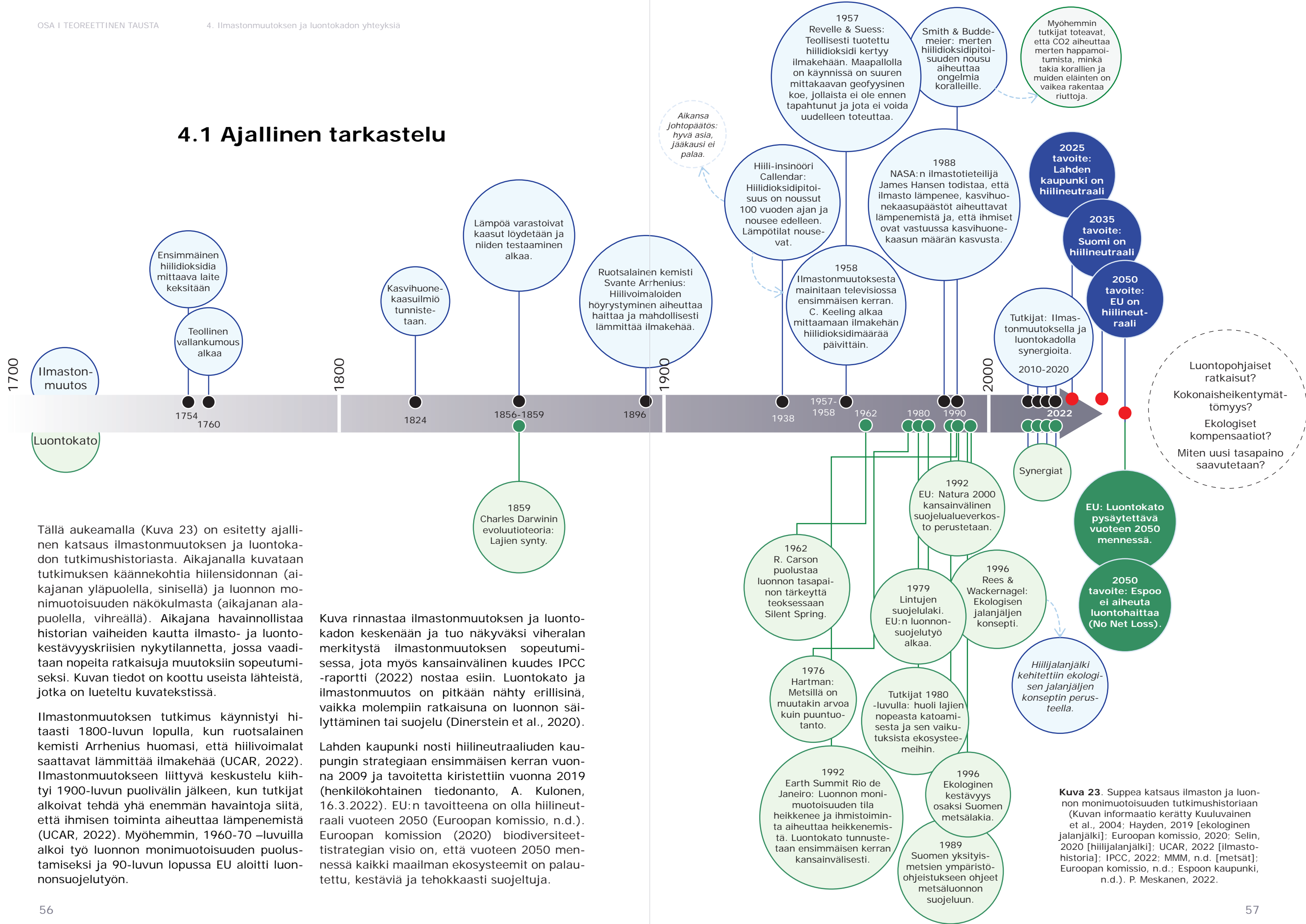
Lahopuut on erinomaisia hiilivarastoja, sillä niistä hiili vapautuu hitaasti takaisin ilmakehään. Pisimpään hiili säilyy havupuissa, koska ne lahoavat hitaammin kuin lehtipuut (Mäkinen et al. 2006), joten etenkin havupuiden lahoppuut auttavat säilyttämään sitoutunutta hiiltä kasvillisuudessa pidempään. Mänty voi elää jopa 450 vuotta, kuusi 350 vuotta ja lehtipuut tyypillisesti noin 200 vuotta (Kuuluvainen et al., 2004, s. 53).

Metsien hiilensidontaa voidaan joidenkin tutkimusten mukaan edistää käyttämällä jatkuvapeitteistä metsänkasvatusta. Jatkuvapeitteinen kasvatusta (myös jatkuva kasvatusta) on kasvatusta, jossa metsää ei hakata täysin paljaaksi vaan puita kaadetaan valikoivasti ja metsien eri-ikäisrakenteisuus varmistetaan (Routa & Huuskonen, 2022, s. 9–10). Menetelmä voi hidastaa hiilen päätymistä takaisin ilmakehään pitkittämällä hiilivaraston säilymistä, mutta vain siinä tapauksessa, että menetelmää käyttäessä puuston tilavuuskasvu on suurempaa kuin tasaikäisesti kasvatetussa metsässä (Routa & Huuskonen, 2022, s. 90).

Jatkuva kasvatusta ei yksinään vastaa luonnonmetsille ominaista vaihtelevuutta vaan metsien hoidossa tulisi kiinnittää huomiota siihen, että metsille luontaiset erilaiset rakennetyypit ja uudistumistavat huomioidaan (Kuuluvainen et al., 2004, s. 171). Metsien jatkuvalla kasvatuksella on joitakin tunnistettuja hyötyjä hiilensidonnän ja luonnon monimuotoisuuden turvaamisessa. Tulokset ovat kuitenkin ristiriitaisia. Tutkijat nostavat esiin, että hiilensidonnän vaikutusten arvioimiseksi tarvitaan lisätutkimusta ja mahdolliset hyödyt luonnon monimuotoisuudelle saavutetaan todennäköisesti parhaiten, jos jatkuvan kasvatuksen avulla voidaan ylläpitää vanhojen metsien lajistoa (Routa & Huuskonen, 2022, s. 80–95).

4. Ilmastonmuutos ja luontokato

4.1 Ajallinen tarkastelu



Tällä aukeamalla (Kuva 23) on esitetty ajallinen katsaus ilmastonmuutoksen ja luontokadon tutkimushistoriasta. Aikajanalla kuvataan tutkimuksen käännekohtia hiilensidonnin (aikajan yläpuolella, sinisellä) ja luonnon monimuotoisuuden näkökulmasta (aikajan alapuolella, vihreällä). Aikajana havainnollistaa historian vaiheiden kautta ilmasto- ja luontokestävyyskriisien nykytilannetta, jossa vaaditaan nopeita ratkaisuja muutoksiin sopeutumiseksi. Kuvan tiedot on koottu useista lähteistä, jotka on lueteltu kuvatekstissä.

Ilmastonmuutoksen tutkimus käynnistyi hitaasti 1800-luvun lopulla, kun ruotsalainen kemisti Arrhenius huomasi, että hiilivoimat saattavat lämmittää ilmakehää (UCAR, 2022). Ilmastonmuutokseen liittyvä keskustelu kiihtyi 1900-luvun puolivälin jälkeen, kun tutkijat alkoivat tehdä yhä enemmän havaintoja siitä, että ihmisen toiminta aiheuttaa lämpenemistä (UCAR, 2022). Myöhemmin, 1960-70-luvuilla alkoi työ luonnon monimuotoisuuden puolustamiseksi ja 90-luvun lopussa EU aloitti luonnonsuojelutyön.

Kuva rinnastaa ilmastonmuutoksen ja luontokadon keskenään ja tuo näkyväksi viheralan merkitystä ilmastonmuutoksen sopeutumisessa, jota myös kansainvälinen kuudes IPCC-raportti (2022) nostaa esiin. Luontokato ja ilmastonmuutos on pitkään nähty erillisinä, vaikka molempiin ratkaisuna on luonnon säilyttäminen tai suojelu (Dinerstein et al., 2020).

Lahden kaupunki nosti hiilineutraaliuden kaupungin strategiaan ensimmäisen kerran vuonna 2009 ja tavoitetta kiristettiin vuonna 2019 (henkilökohtainen tiedonanto, A. Kulonen, 16.3.2022). EU:n tavoitteena on olla hiilineutraali vuoteen 2050 (Euroopan komissio, n.d.). Euroopan komission (2020) biodiversiteettistrategian visio on, että vuoteen 2050 mennessä kaikki maailman ekosysteemit on palautettu, kestäviä ja tehokkaasti suojeltuja.

Kuva 23. Suppea katsaus ilmaston ja luonnon monimuotoisuuden tutkimushistoriaan (Kuvan informaatio kerätty Kuuluvainen et al., 2004; Hayden, 2019 [ekologinen jalanjälki]; Euroopan komissio, 2020; Selin, 2020 [hiilijalanjälki]; UCAR, 2022 [ilmastohistoria]; IPCC, 2022; MMM, n.d. [metsät]; Euroopan komissio, n.d.; Espoon kaupunki, n.d.). P. Meskanen, 2022.

4.2 Sopeutumisen ratkaisuja

Säädökset ja ohjausvaikutus

Ilmastonmuutoksen vaikutusten hillitsemiseksi on säädetty kansainvälisiä ja kansallisia lakeja ja ohjaavia periaatteita, jotka määrittelevät raja-arvoja hiilineutraaliustavoitteiden saavuttamiseksi. Päästöjen vähentäminen on tärkeää, mutta se ei itsessään ole riittävä keino kansainvälisten sitovien ilmastositovien saavuttamiseksi ja ympäristöjen tilan heikkenemisen pysäyttämiseksi (Euroopan parlamentti, 4 lokakuuta 2019). Tarvitaan muitakin ratkaisuja kestävästi hiilitasapainon saavuttamiseen.

Luonnonprosessien rooli kokonaisuudessa jää usein vähemmälle huomiolle (mm. Kuittinen et al., 2021). Aihetta vaikeuttanee osittain se, että luonnonprosessit ja monimuotoisuusarvot ovat usein vaikeasti mitattavia (Fischer, 2018; Heinonsalo, 2020; Failing & Gregory, 2003), eikä niille ole kehitetty yhtä kattavaa arviointimenetelmää, kuin esimerkiksi kasvihuonekaasupäästöjen seuraamiselle.

Hiilijalanjäljen ja hiilikädenjäljen tasapainon kuvaamiseksi kehitetty käsite hiilineutraaliudesta on ihmiskeskeinen tapa kuvata ilmastovaikutuksia, sillä se kuvaa ihmistoiminnan seurauksena syntyviä muutoksia. Käsitteen riittämättömyys kuvaamaan ihmistoiminnan kokonaisvaltaista vaikutusta luonnonprosessiin ilmenee siinä, ettei hiilineutraaliuden käsite sisällä ihmistoiminnan seurauksena aiheutuvaa luonnon tilan heikentymistä. On tärkeää muistaa hiilineutraaliuden rinnalla kokonaisheikentymättömyys.

Kokonaisheikentymättömyys

Kokonaisheikentämättömyys (eng. no net loss, NNL) on kokonaisvaltainen lähestymistapa toimintamme suunnitteluun ja toteuttamiseen. Se tarkoittaa, että kaikki aiheutetut haitat hyvitetään täysimääräisesti ja ekologiset haitat hyvitetään kaikille lajeille ja elinympäristöille

(Moilanen & Kotiaho, 2017). Jyväskylän yliopiston etiikan professori Kotiahon (2021) sanoin kokonaisheikentymättömyyden periaate on, että

”rajamaamme toimintamme niin, että luonnon monimuotoisuus, elämä sen kaikissa muodoissa, on jälkeemme yhtä rikasta kuin meitä ennenkin.”

Kokonaisheikentymättömyyden tarkoitus on ensisijaisesti lieventää syntyviä luontohaittoja ja minimoida väistämättömästi syntyvät haitat (Pekkonen et al., 2020). Periaate on siis sama kuin hiilineutraaliudessa, jossa ensisijainen keino on syntyvien päästöjen välttäminen (Alhola et al., 2015). Syntyvien haittojen välttäminen on tehokkain keino luonnon tilan heikentymisen estämisessä (Kotiaho & Niikonen, 2018).

Virkistysmetsien hallinnoinnissa ensisijainen keino tulisi olla monimuotoisuus- ja hiiliarvojen säilyttäminen mahdollisimman laajasti, jotta voidaan välttää niille aiheutuvat haitat. Metsänhoidon toimenpiteitä virkistysmetsissä kuitenkin tarvitaan, joten interventioita tulee olemaan jatkossakin. Toimenpiteistä syntyy toivottujen vaikutusten lisäksi myös ennakoituja ja ennakoimattomia negatiivisia haittoja (Fischer, 2018), joten metsänhoidon toiseksi tärkein tehtävä ilmastoviisauden edistämiseksi tulisi olla syntyvien haittojen minimointi.

Viimeisenä keinona on kompensoida lieventämistoimenpiteistä huolimatta tapahtuva luonnon monimuotoisuuden heikentyminen (Pekkonen et al., 2020). Espoo on asettanut ensimmäisten joukossa tavoitteen kokonaisheikentymättömyyden saavuttamiseksi vuoteen 2035 mennessä, mihin kaupungin uusi strategia ohjaa: ”Laadimme tiekartan luonnon monimuotoisuuden elpymiseksi ja kokonaisheikentymättömyyden saavuttamiseksi vuoteen 2035 mennessä” (Espoon kaupunki, n.d.).

4.3 Hiilen ja monimuotoisuuden yhteyksiä

Luonnonsuojelu

Hiilen ja biodiversiteetin välisistä synergioista on kansainvälisissä tieteellisissä tutkimuksissa löydetty vahvoja viitteitä. Luonnonsuojelu edistää hiilensidontaa ja luonnon monimuotoisuutta ja auttaa hillitsemään ilmastonmuutosta ja luontokatoa (IUCN, 2019). Etenkin metsien suojelu on tehokas ilmastonmuutoksen hillitsemisen keino, joka voi samalla edistää tärkeiden luonnonarvojen ja kulttuurihistorian säilymistä (Ricketts et al., 2010).

Dinerstein ja muut (2020) toteavat, että suojelemalla 50 % maapallon maapinta-alasta ja kohdistamalla suojelu monimuotoisuudeltaan ja hiilensidontan kannalta tärkeimpiin alueisiin luontokato voitaisiin pysäyttää ja ilmastoa tasapainottaa.

Vastaavasti Strassburgin ja muiden (2010) mukaan biomassan hiilivaraston ja lajistollisen runsauden välillä on voimakas yhteys. Tällaiset alueet ovat kuitenkin epätasaisesti jakautuneet ja vaikka monet biodiversiteetiltään rikkaat alueet olisi mahdollista suojella hiilen perusteella, toisilla alueilla hiili ei ole merkittävä tekijä ja tällöin tarvitaan muita toimia (Strassburg ym. 2010).

Pitkän aikavälin tavoitteet

Diaz ja muut (2009, s. 58) toteavat, että tarvitaan lisätietoja monimuotoisuuden vaikutuksista hiilensidontakykyyn ja ymmärrystä, miten yhteiskunnat tulevat ylläpitämään hiilivarastoja pitkällä aikavälillä. Pitkän aikavälin tavoitteiden asettaminen ja niihin sitoutuminen sekä toiminnan periaatteet ovat edellytyksiä hiilivarastojen säilymiselle.

Hiilensidontan edistämisen merkitystä vain, jos sen säilyminen voidaan taata pitkällä aikavälillä, joten on tärkeää huomioida sidosryhmien tarpeet (Diaz et al., 2009, s. 59). Sosiaalisten vuorovaikutussuhteiden

huomioiminen on erityisen tärkeää, jotta voidaan rakentaa pitkäjänteisesti toteutettavia hiilensidontaa ja monimuotoisuutta edistäviä toimenpiteitä kaupunkiympäristöissä, joissa metsät ovat tärkeitä lähiluontokohteita. Esille nousee toiminnan koordinoinnin ja tiedon jakamisen tarve.

Yhteydet maaperässä

Monimuotoisuudella ja hiilellä näyttäisi olevan yhteys myös maaperässä. Eisenhauer ja muut (2010) tutkivat Saksassa viljelyalueen kasvialajiston monimuotoisuuden vaikutusta ja totesivat, että lajiston monimuotoisuuden kasvaessa myös maan mikrobiomin, etenkin sienten monimuotoisuus kasvoi. Kasvilajiston runsastuksessa hiiltä sitoutui maahan enemmän kuin sieltä poistui (Eisenhauer et al., 2010). Maaperässä hiiltä on sitoutunut orgaaniseen ja kuolleeseen mikrobibiomassaan (Liang et al., 2017). Maaperän säilyttäminen ylläpitää siis sekä hiilivarastoa että luonnon monimuotoisuutta (Guo & Gifford, 2002; Eisenhauer et al., 2010).

Synergioiden arviointi Lahden kohdealueella

Tämän työn Case-tutkimus -osassa on analysoitu hiilensidontan ja luonnon monimuotoisuuden synergioita Lahden alueella päällekkäisyysanalyysin kautta. Lisäksi on laadittu listamaisia toimenpiteitä arvojen yhteensovittamiseksi metsien hallinnoinnissa.

Tämän työn kartta-analyysissä luvussa 7 esitetään mahdollinen lähestymistapa ilmastovii-saiden alueiden suojeluun. Se huomioi metsien sosio-ekologisia monihyötyjä luonnonsuojelun, luonnon monimuotoisuuden, virkistysarvojen ja hiilensidontan osalta. Menetelmä kokoa kartta-analyysistä arvokeskittymiä, joita voidaan käyttää perusteluna suojelualueiden lisäämisessä tai alueen sosio-ekologisten arvojen säilyttämisessä ja vahvistamisessa muilla keinoin.

OSA II CASE- TUTKIMUS



5. Lahden kaupunki

5.1 Tutkimuskohteen esittely

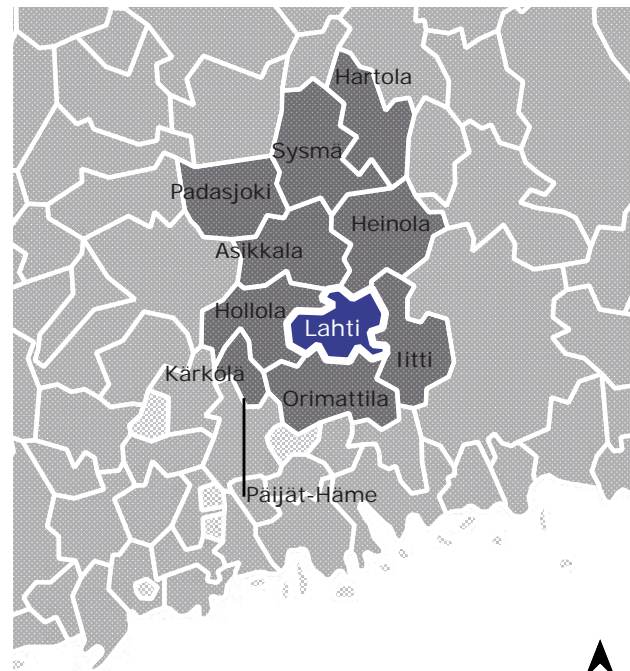
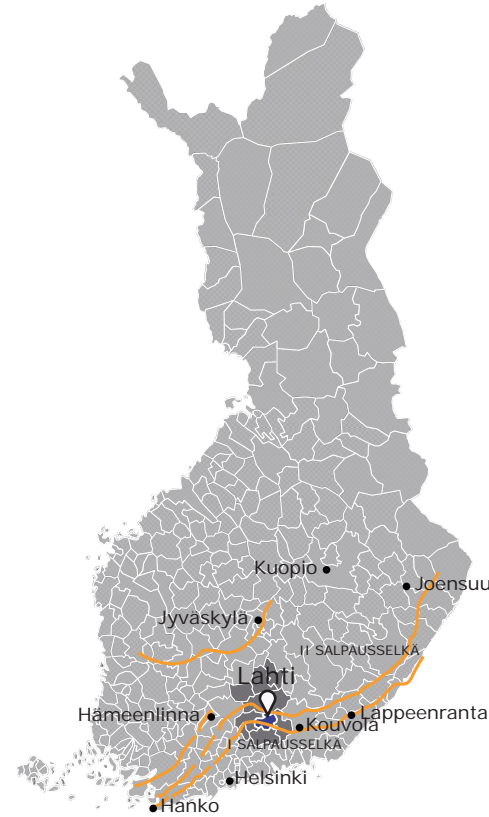
Tässä osassa tutustutaan Lahden kaupunkiin työn case-tutkimuskohteena oleviin Lahden kaupungin omistamiin virkistymetsiin. Osa on jaettu neljään päälukuun: Lahden kaupunki, Lahden metsät, hiilensidonnin ja monimuotoisuuden paikkatietoanalyysit, sekä case-suunnitelma Lahden Pitkäkallionmäelle. Tässä luvussa esitellään Lahden kaupungin sijainti ja maiseman piirteitä. Seuraavalla aukeamalla kaupungin ominaispiirteitä esitellään maisema-analyysin kautta.

Lahden kaupunki

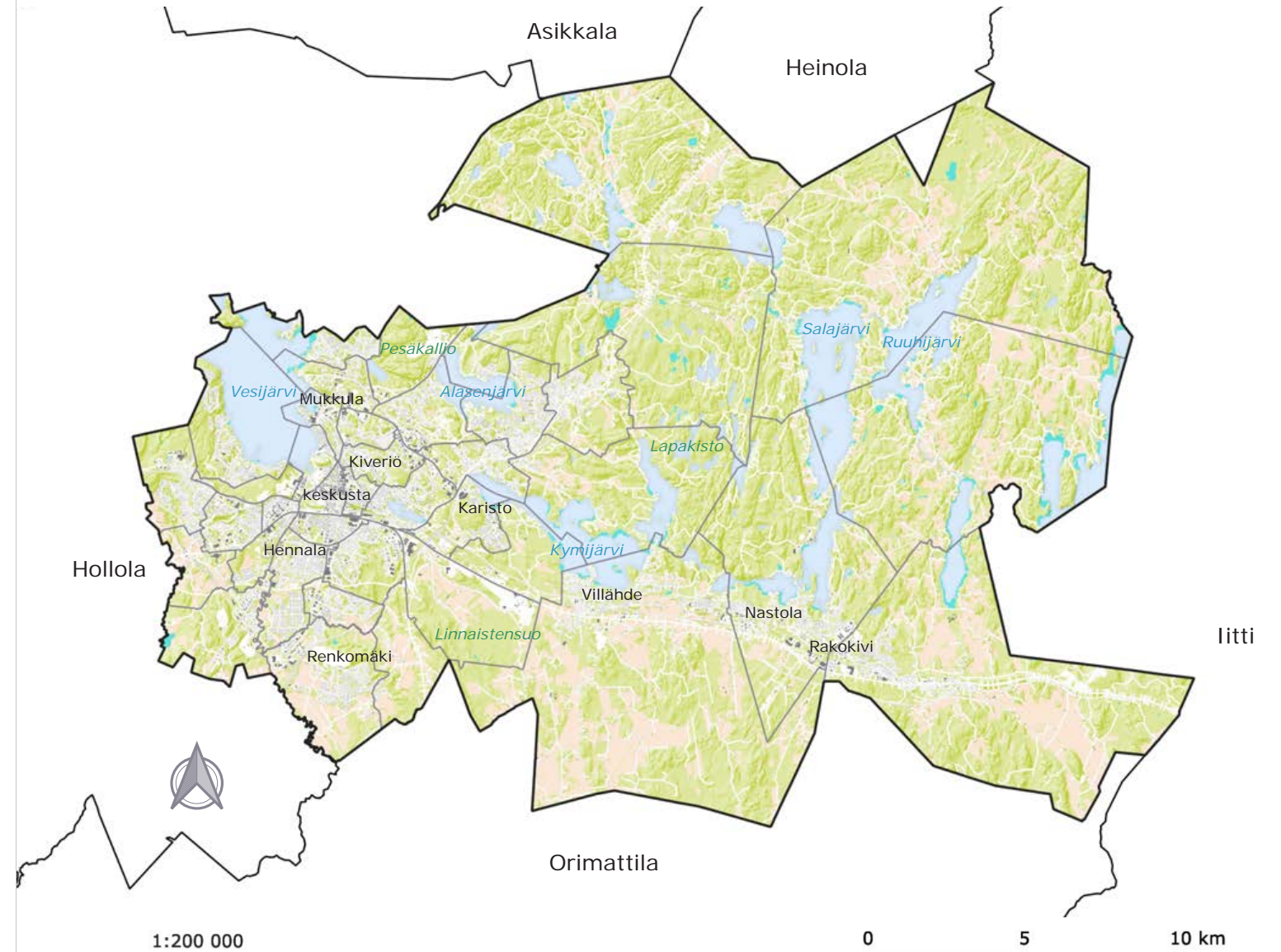
Lahti on Päijät-Hämeessä sijaitseva kaupunki, jossa on maakunnan suurin taajamakeskittymä (Syke, 2021). Tämän sivun kuvissa on esitetty Lahden sijainti Suomessa ja Päijät-Hämeen kunnat (Kuva 24).

Salpausselän reunamuodostuma ja monipuolinen luonto järvineen ja metsineen ovat Lahden kaupungin ominaispiirteitä (Perälä et al. 2010). Otollisen pienilmaston ja maaperän ansiosta kasvillisuus on tavanomaista rehevää ja metsänkasvu on nopeaa (Perälä et al. 2010). Lisäksi Lahti on tunnettu talviurheilukaupunki ja kumpuilevat harjumaisemat tarjoavat otolliset hiihtoladut.

Lahti oli vuonna 2021 Euroopan ympäristöpääkaupunki ja kaupunki on tehnyt määrätietoista työtä ympäristön kestävyden parantamiseksi (A. Kulonen, henkilökohtainen tiedonanto, 16.3.2022). Kaupungin tavoitteena on olla hiilineutraali vuoteen 2025 mennessä, jolloin Lahti olisi hiilineutraali kaupunki ensimmäisten joukossa.



Kuva 24. Kartta Päijät-Hämeen ja Lahden sijainnista. Kartoilla näkyvissä hallinnolliset rajat (mukaillen MML, 2022). P. Meskanen, 2022



1:200 000

Kuva 25. Kartta Lahden kohdealueesta (mukaillen MML, 2022 [yleiskartta, hallintoalueiden rajat, rinnevarjostus]; SYKE, 2018 [Corine metsät]; Lahden kaupunki, 2022). P. Meskanen, 2022.

- Merkkien selitys
- Kaupunginosan raja
 - Kuntarajat
 - Rakennukset
 - Tiet
 - ++++ Rautatie
 - Metsät
 - Vesistöt
 - Kosteikot
 - Maatalousalueet
 - Rakennetut alueet

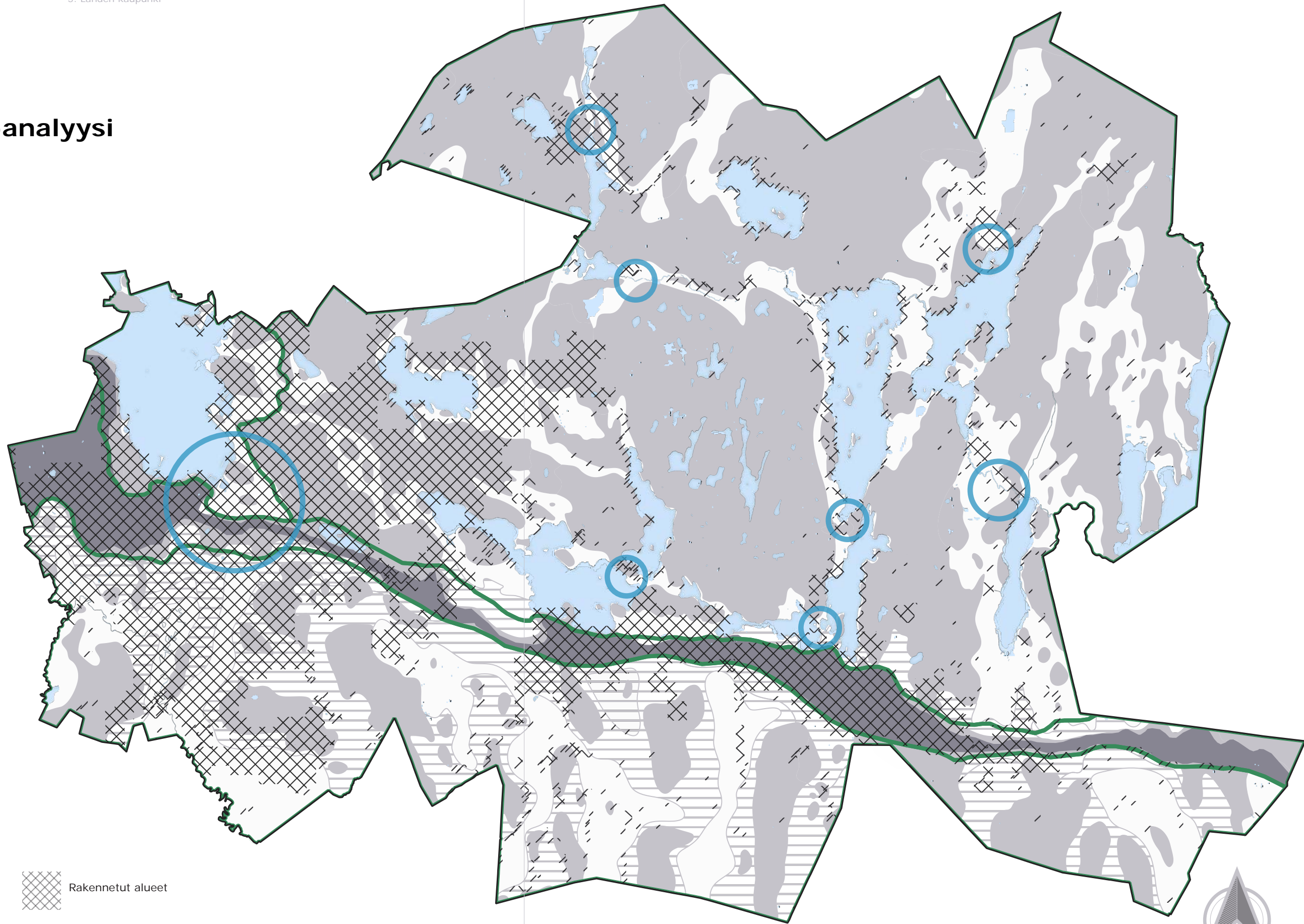
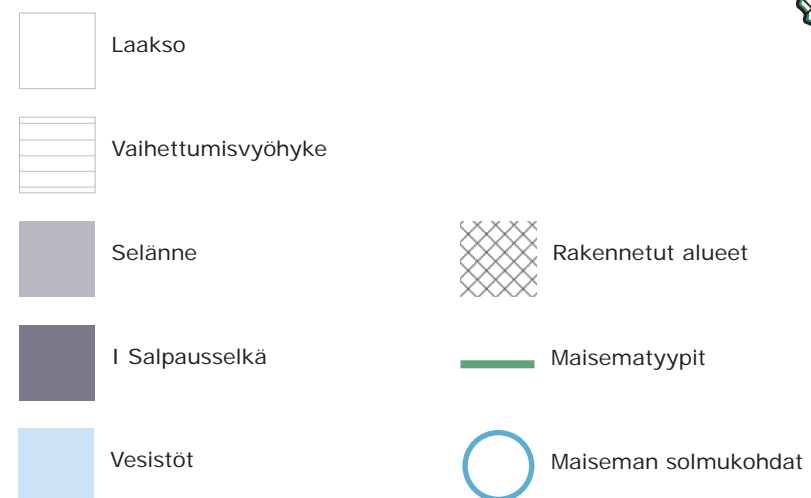
5.2 Maisema-analyysi

Maisema-analyysissä käsitellään seuraavilla sivuilla Lahden maisemarakennetta, viheralueita, metsiä, kasvuolosuhteita, yhdyskuntarakennetta ja saavutettavuus- ja palvelurakennetta.

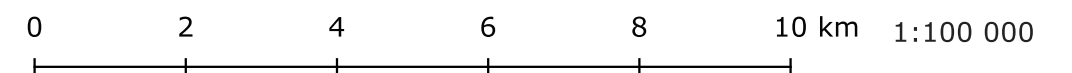
Tällä aukeamalla (Kuva 26) on esitetty Lahden maisema-rakenne. Lahden maisema on vaihtelevaa laaksoineen, selänteineen ja järvineen. Kartalla on myös maiseman vaihtumisvyöhykkeet, rakennetut alueet, sekä maiseman selkärangan muodostama I Salpausselkä, joka halkoo Lahden itä-länsisuunnassa.

Maiseman solmukohtat on osoitettu ympyröin ja alue on jaoteltu maisematyyppeihin (Lahden kaupunki, 2022) maisemarakennetta mukailleen.

Merkkien selitys



Kuva 26. Lahden maisemarakenne (mukailleen Lahden kaupunki, 2022). P. Meskanen, 2022.



Viheralueet

Aukeman kartalla (Kuva 27) Lahden viheralueet on jaoteltu käytön mukaan. Lähivirkistysalueet sijaitsevat taajamassa ja niitä kehystävät retkeilyalueet. Talousmetsät ja maanviljely jäävät uloimmalle haja-asutuksen vyöhykkeelle.

Ne metsät, jotka eivät sijaitse kartan mukaisella viheralueella on samalla värillä kuin talousmetsät. Ne sijaitsevat muuhun käyttötarkoitukseen kaavoitettulla alueella, kuten teiden varsilla. Näiden alueiden maankäyttö ja säilytettävät metsät ratkaistaan tarkemmassa suunnittelussa¹.

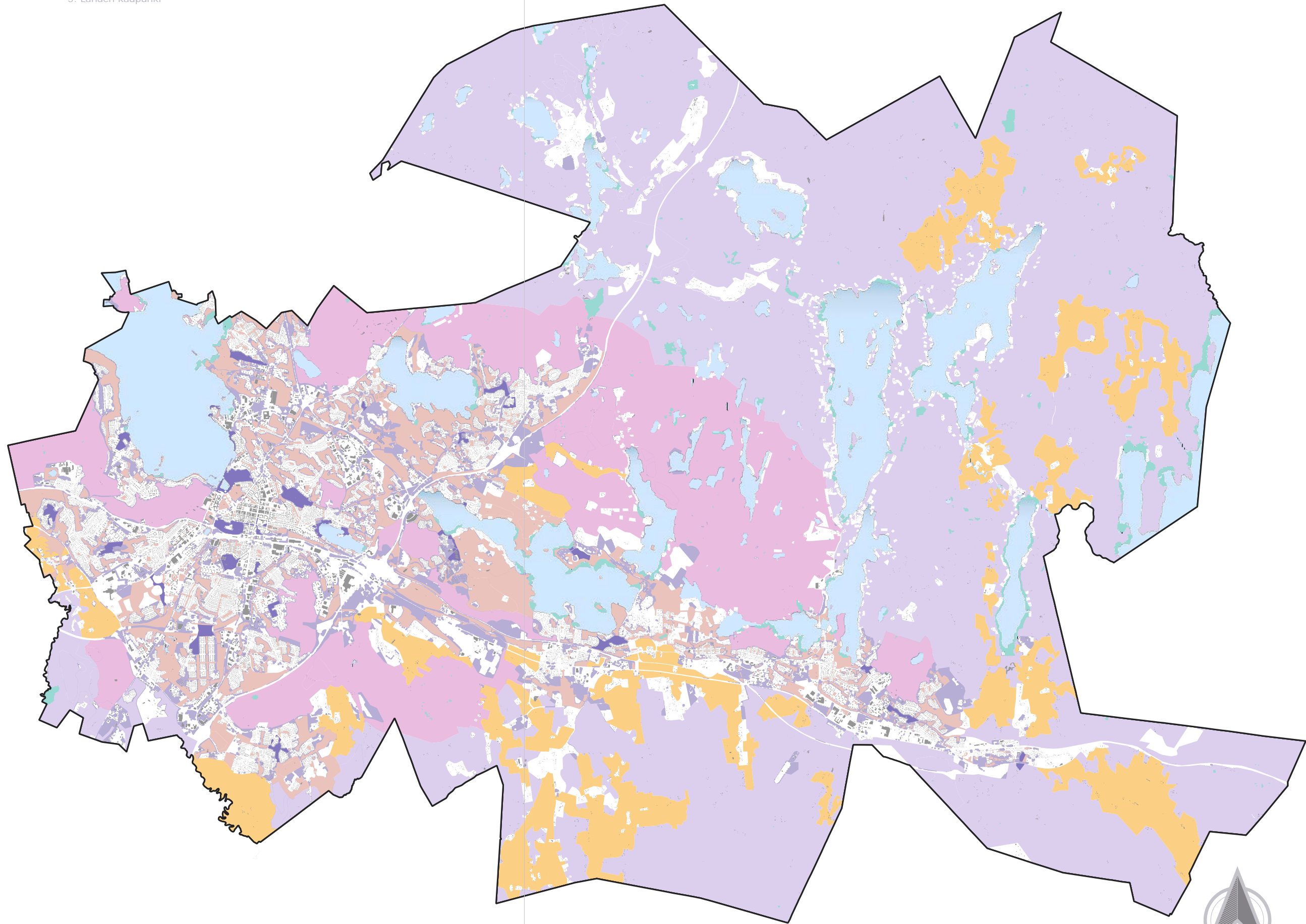
M. Silvast (2022) muistuttaa, että kaavoituksessa huomioidaan ekologisten yhteyksien säilyminen ja luonnon monimuotoisuus, joten viherkäytäviä pyritään säilyttämään. Tiivistävässä keskustassa on tärkeää huomioida viheralueiden yhtenäisyys.

1 M. Silvast, henkilökohtainen tiedonanto 22.3.2022

Merkkien selitys

	Kaupunginosapuisto
	Lähivirkistysalueet
	Retkeily
	Talousmetsät ja muut metsät
	Maanviljely

	Rakennukset
	Vesistöt
	Kosteikot



Kuva 27. Viheralueet käytön mukaan (mukaihen Lahden kaupunki, 2022). P. Meskanen, 2022.

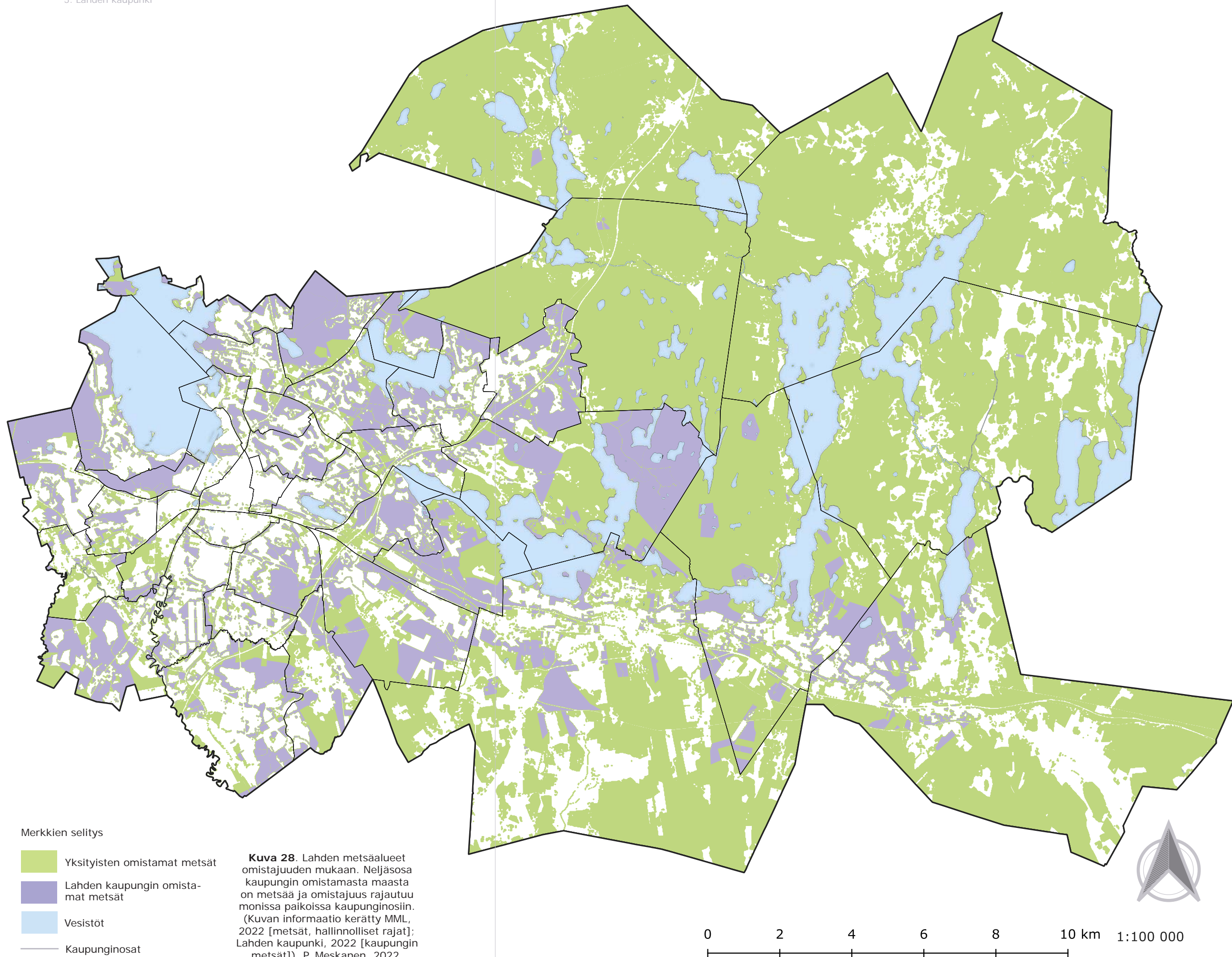
0 2 4 6 8 10 km 1:100 000

Lahden metsät

Lahden metsäpinta-ala on 29 155 hehtaaria (Luonnonvarakeskus, 2021), joten yli puolet Lahden pinta-alasta on metsää. Oheisella kartalla (Kuva 28) on esitetty Lahden kaikki metsäalueet omistajuuden mukaan. Kaupungin keskustaa ympäröivät kaupungin omistamat metsät, jotka ovat kaupunkilaisille tärkeitä lähiluontokohteita. Suurin osa Lahden metsistä on yksityisten omistamia. Yksityisten metsät muodostavat laajempia ja yhtenäisiä metsäalueita. Ne sijaitsevat pääosin taajamien ulkopuolella kaavoittamattomilla alueilla.

Keskustassa metsäalueet ovat pirstaleiset ja ne yhdistyvät kaupungin rakennettuun vihaverkostoon. Kaupunkien metsät kestävät ihmisen aiheuttamaa kulutusta ja pystyvät tarjoamaan mahdollisuuksia virkistytymiselle vain, jos niitä on riittävästi ja tarpeeksi suurina yhtenäisinä alueina (Perälä et al., 2010).

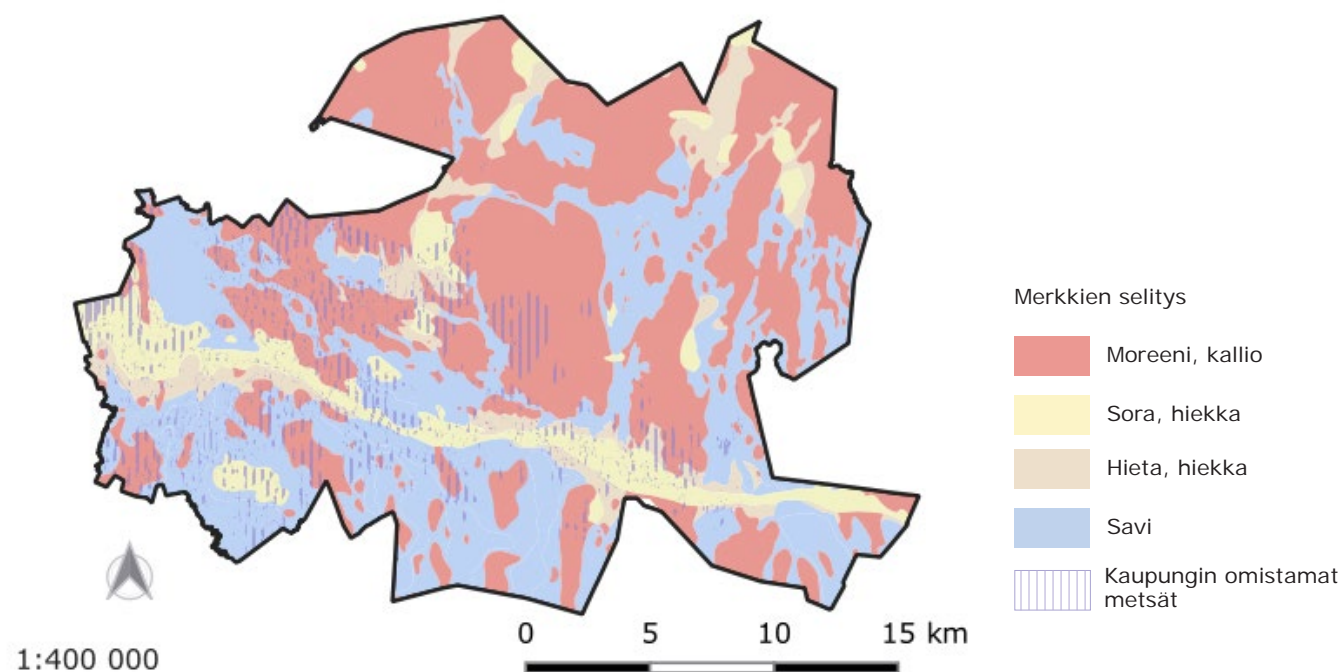
Kartimon ja Palomäen (2017) mukaan lähivirkistysalueet ovat kaupunkilaisille hyvin saavutettavissa, sillä vain neljänneksellä lahtelaisista lähivirkistysalue sijaitsee yli 300 metrin päässä kotoa. Lähivirkistysalueiksi lasketaan yli 1,5 ha kokoiset viheralueet (Kartimo & Palomäki, 2017). Keskustan viheralueet ovat puistoja ja metsiä, joista suurimman osan Lahden kaupunki omistaa.



Kasvuolosuhteet

Lahden alueen maaperätyypit on esitetty Kuvassa 29. Maaperäkartalla näkyy Lahden halki länsi-itäsuunnassa kulkevan I Salpausselän hiekkamuodostuma ja sen eteläpuolinen savi- ja turvemaisema, sekä pohjoispuolen moreeniselänteet. Kasvuolosuhteet on kuvattu Kuvassa 30, jossa maaperä on jaoteltu kivennäis- ja turvemaihin. Kivennäis- ja turvemaiden on erilaiset kasvuolosuhteet ja niiden hiilensidonta ja monimuotoisuusarvot poikkeavat toisistaan (Smolander & Lindroos, 2019).

Kivennäis- ja turvemaiden on Kuvassa 30 luokiteltu Luonnonvarakeskuksen (Luke, 2021) monilähteen valtakunnan metsien inventoinnin (MVMI) mukaan. MVMI:n luokittelun kasvupaikan päätyypit sisältävät metsämaat, kitumaat ja joutomaat, jotka on jaettu niiden alaluokkien mukaan kivennäis- ja turvemaihin. Lahden kaupungin omistamat metsät sijaitsevat pääosin kivennäismailla, jotka ovat yleisesti parempia metsien kasvupaikkoja (Luke, 2021).

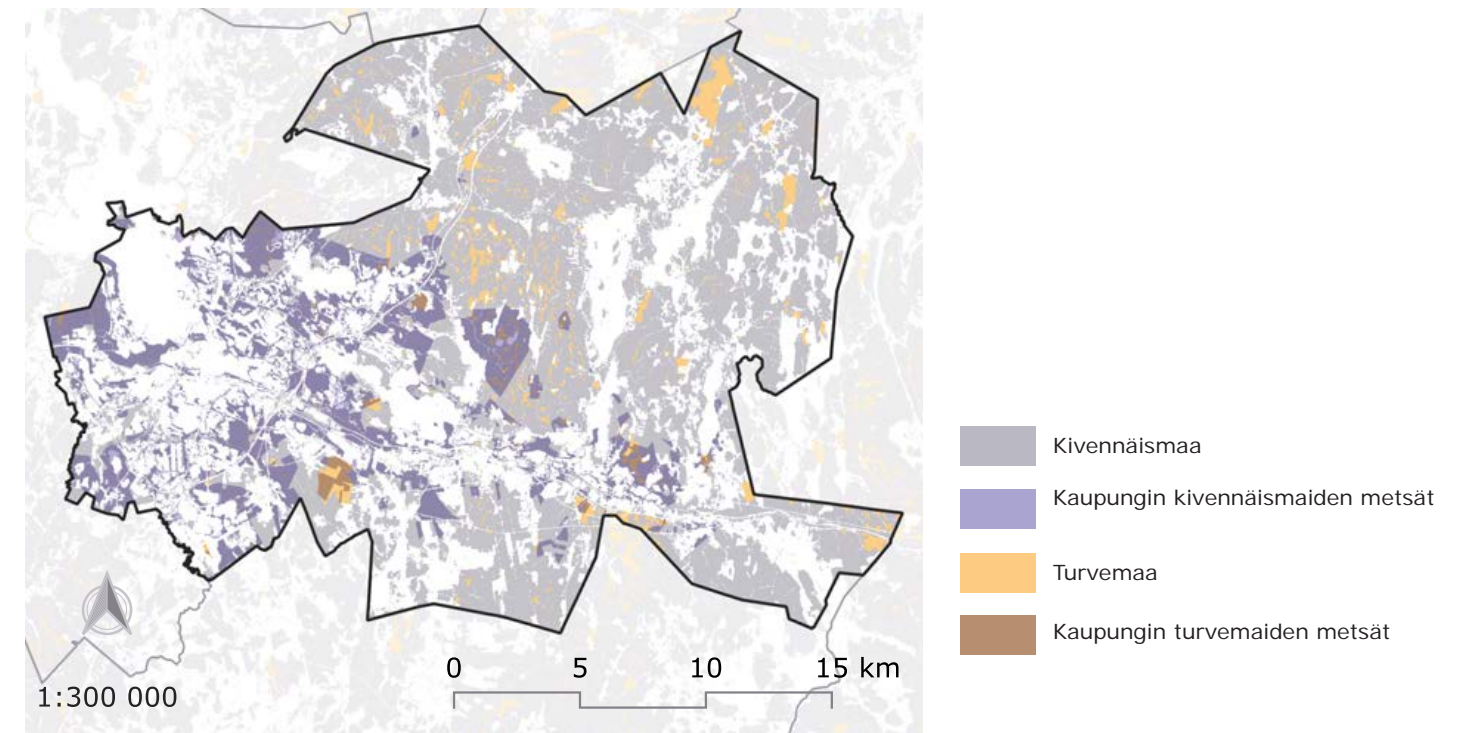


Kuva 29. Maaperäkartta ja kaupungin omistamat metsäalueet (pystyviivavarasteri) (mukaillen Lahden kaupunki, 2022). P. Meskanen, 2022.

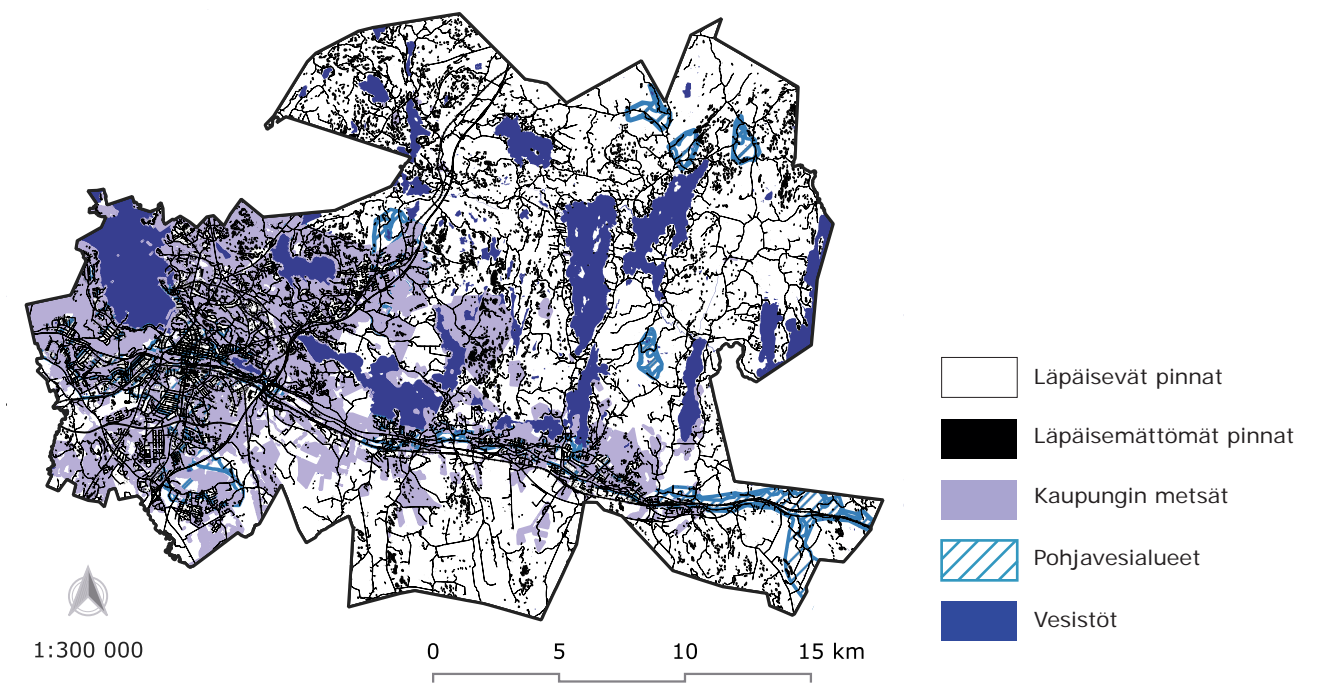
Maanpinnan läpäisevyys

Läpäisevät ja läpäisemättömät pinnat on esitetty Kuvassa 31. Ilmastonmuutoksen myötä rankkasateet yleistyvät (esim. IPCC, 2022), joten kaupungeissa, joissa on paljon läpäisemättömiä pintoja tulvat yleistyvät ja niiden hallinta tulee entistä ajankohtaisemmaksi. Maaperän läpäisevyys auttaa hillitsemään ja vähentää tulvia, sillä vesi imeytyy maaperään ja lisäksi läpäisevässä maaperässä on parempi hiilen varastointikyky (HSY, 2020).

Kaupungistumisen myötä ihmiset keskittyvät asumaan taajamiin, joissa on paljon läpäisemättömiä pintoja, joten tulvat tulevat näkyväksi osaksi monien kaupunkilaisten arkea. Metsät toimivat luontaisina tulvien ja hulevesien hallinnoitsijoina (esim. Kuuluvainen et al., 2004). Lahden kaupungin omistamat metsät sijaitsevat taajama-alueiden läheisyydessä, joten ne voivat toimia yleistyvien kaupunkitulvien hallinnassa ja edistää ilmastonmuutokseen sopeutumista.



Kuva 30. Kartta kasvupaikan päätyypeistä ja kaupungin omistamista metsistä (mukaillen Lahden kaupunki, 2022; Luke, 2021 [kasvupaikat]). P. Meskanen, 2022.



Kuva 31. Kartta Lahden alueen maanpinnan läpäisevyydestä. Kartalla on läpäisevät ja läpäisemättömät pinnat, sekä kaupungin omistamat metsät (mukaillen Luke, 2021 [läpäisevyys]; Lahden kaupunki, 2022). P. Meskanen, 2022.

Yhdyskuntarakenne

Tämän aukeaman kartoissa on esitetty Lahden yhdyskuntarakennetta (Kuvat 32 ja 33). Taajama-alueet sijaitsevat Lahden Lahden keskustoissa (Kuva 33). Lahdessa on asukkaita on noin 120 000, joista lähes 98 % asuu tiheimmin asutuilla taajama-alueilla (Tilastokeskus, 2020). Taajama-alueen jakautuminen kävelyn, joukkoliikenteen ja autoilun vyöhykkeisiin on esitetty Kuvassa 33.

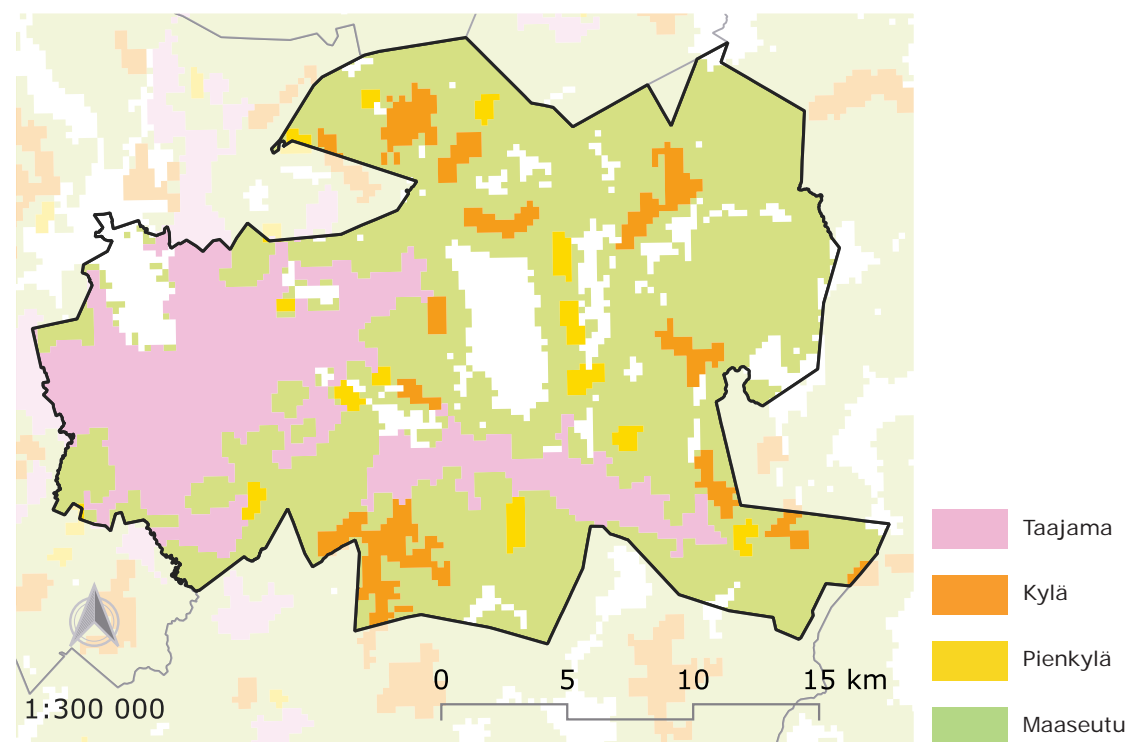
Viheralueiden merkitys korostuu rakennetussa ympäristössä ja niiden merkitys tulee tulevaisuudessa kasvamaan (esim. Perälä et al., 2010; Kuittinen et al., 2021; Lumiaro, 2022), joten on tärkeää, että Lahdessa viheralueet ovat hyvin saavutettavissa. Kaupunkin metsien saavutettavuutta taajama-alueilla on kuvattu Kuvassa 34. Metsät sijaitsevat taajama-alueiden reunavyöhykkeillä ja ovat kaupunkilaisille hyvin saavutettavissa.

Lähivirkistysalueiden saavutettavuuden on tutkimuksissa todettu olevan hyvän elinympäristön edellytys. Lähiulkoilualueiden tulisi olla laadultaan hyviä ja kaikkien saavutettavissa

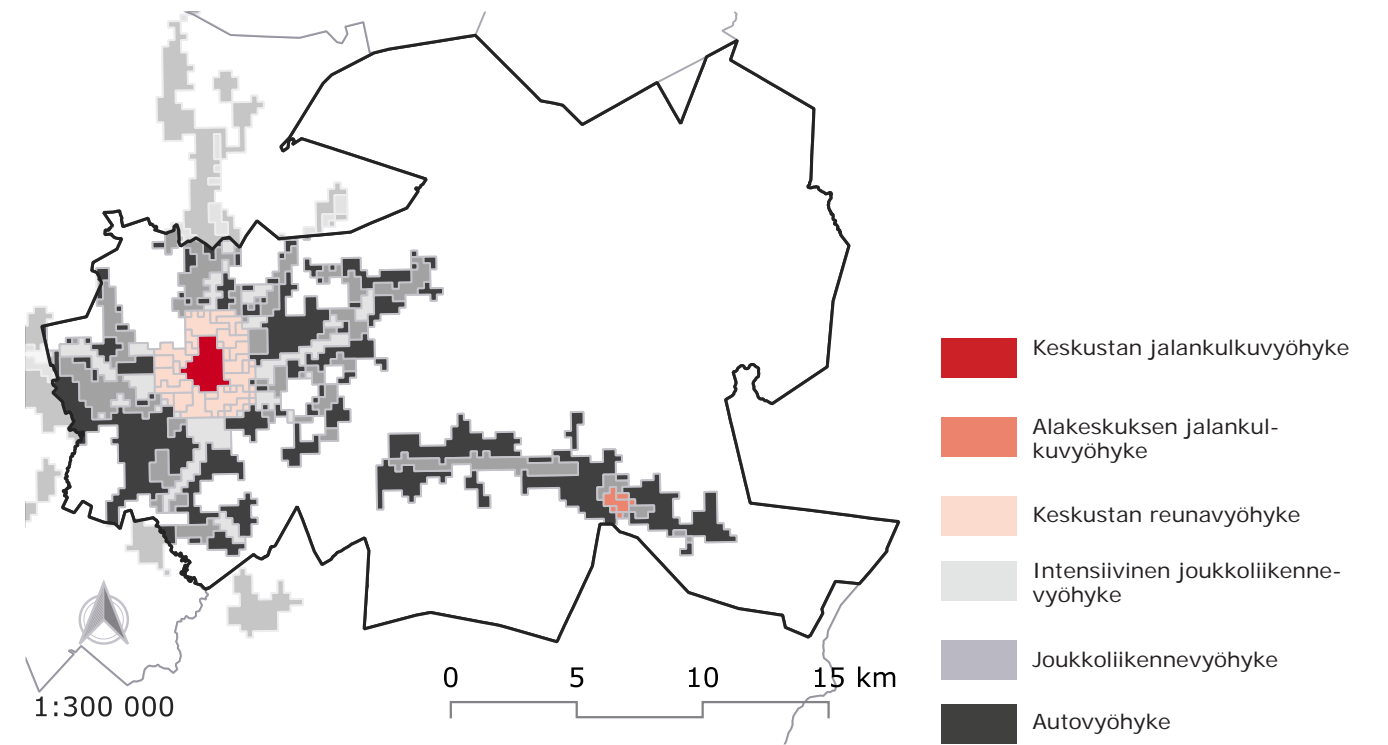
(Wahlgren et al., 2011, s. 76). Lahdessa palvelut keskittyvät taajama-alueille ja Lahden keskustaan, kuten sivun 76 Kuva 30 osoittaa.

Kaupungin virkistysmetsät tarjoavat monipuolisia virkistäytymis-, urheilu- ja harrastusmahdollisuuksia, kuten ulkoliikuntapaikkoja ja kuntopolkuja. 300 metrin etäisyyttä lähivirkistysalueelle pidetään rajana, minkä kasvaessa virkistysalueen käyttö vähenee ja autoilu lisääntyy (Wahlgren et al., 2011, s. 76). Lähi-virkistysalue on saavutettavissa enintään 300 metrin etäisyydellä kotoa jopa 75 prosentille lahtelaisista (Kartimo & Palomäki, 2017).

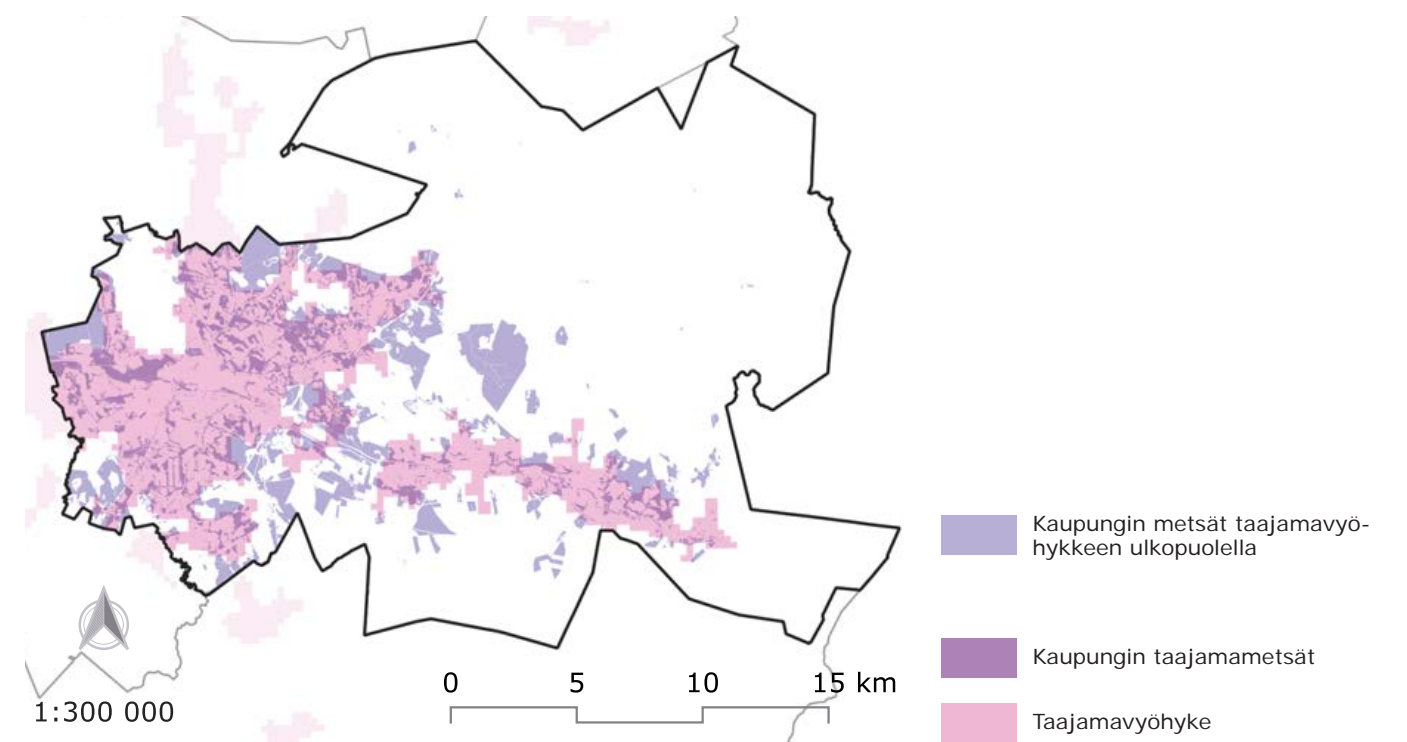
Kaupunkilaiset ovat tunnistanee metsät tärkeiksi lähiluontoalueiksi (Lahden kaupunki, 2022) ja niiden läheisyydessä sijaitsee monia vapaa-ajan palveluita, kuten koirapuistoja ja uimarantoja, sekä liikunta- ja retkeilypalveluita. Kaupungin metsien merkitys lähivirkistysalueina korostuu keskustoissa, jossa suurin osa metsistä on kaupungin omistuksessa. Lahden palvelurakennetta ja kaupungin virkistysmetsien saavutettavuutta on havainnollistettu seuraavan aukeaman kartassa.



Kuva 32. Kartta Lahden yhdyskuntarakenteen vyöhykkeistä (mukaillen SYKE, 2020). P. Meskanen, 2022



Kuva 28. Kartta taajama-alueiden yhdyskuntavyöhykkeistä (mukaillen SYKE, 2020). P. Meskanen, 2022



Kuva 29. Kartta kaupungin omistamista taajamametsistä (mukaillen Lahden kaupunki, 2022 [metsät]; SYKE, 2020). P. Meskanen, 2022.

Saavutettavuus ja palvelurakenne

Kartalla on esitetty Lahden kaupungin palveluita ja kaupungin omistamat metsät. Lahti on tunnettu hiihtokaupunkina ja kaupungin virkistysmetsät tarjoavat virkistytymismahdollisuuksia ympäri vuoden.

Talvisin kaupungin virkistysmetsät ovat pitkälti hiihtokäytössä (Lahden kaupunki, 2021b), jolloin ladut on varattu vain hiihtäjien käyttöön. Hiihtokausi alkaa Lahdessa usein jo marraskuussa, jolloin ensilumenlatu tehdään edellistalvena säilytystä tykkilumesta (Lahden kaupunki, 2021c).

Merkkien selitys

Taajama

Lahden kaupungin omistamat metsät

Vesistöt

Kosteikot

Sairaala tai terveysasema

Koulut ja päiväkodit

Leikkipaikat

Päiväkotien ja koulujen lähiluontoalueet

Metsien mielipaikat

Retkeilypalvelut, kodat ja laavut

Ulkoilureitit, lenkkipolut

Melontareitit ja muut ulkoilureitit

Ladut

Hyyppirimäet

Talviurheilupaikat, esim jääkentät ja luistinradat

Ulkoliikuntapaikat

Urheiluhallit ja -keskukset

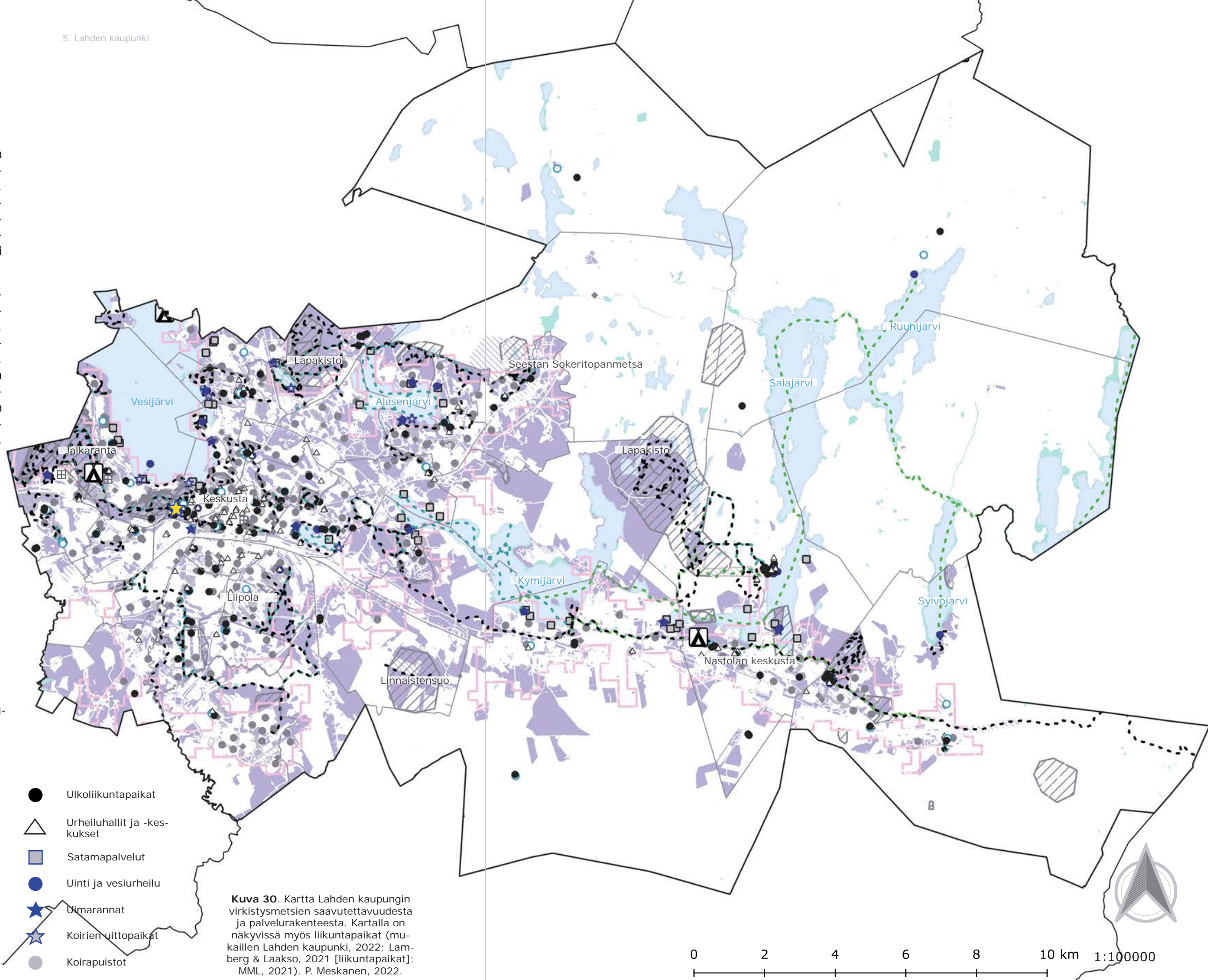
Satamapalvelut

Uinti ja vesiuheilu

Uimarannat

Koirien uittopaikat

Koirapuistot



Kuva 30. Kartta Lahden kaupungin virkistysmetsien saavutettavuudesta ja palvelurakenteesta. Kartalla on näkyvissä myös liikuntapaikat (muokailien Lahden kaupunki, 2022; Lamberg & Laakso, 2021 [liikuntapaikat]; MML, 2021). P. Meskanen, 2022.

6. Lahden metsät

6.1 Omistajuus

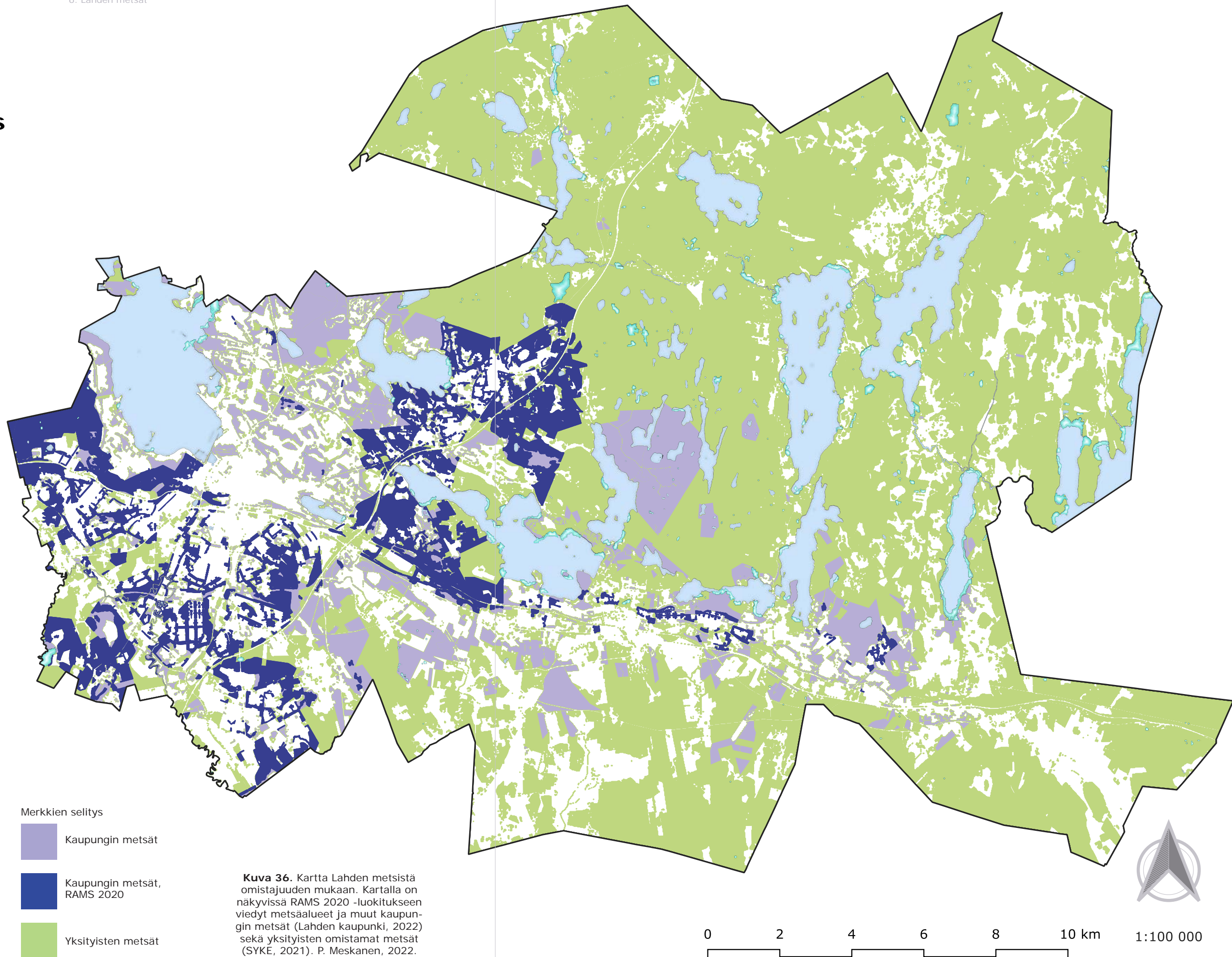
Hallinnolliset rajat

Seuraavaksi käsitellään Lahden kaupungin metsiä ja esitellään metsien käsittelyn rajaus. Tässä luvussa käsitellään metsien omistajuutta ja kaupungin omistamien metsien hoitoa. Sen jälkeen käsitellään metsiin kohdistuvia uhkia ja niiden laji- ja ikärakennetta.

Tämän sivun kartalla (Kuva 36) on osoitettu Lahden metsien hallinnolliset rajat. Suurin osa metsistä on yksityisten omistuksessa. Kaupunki omistaa noin 6900 hehtaaria metsää (Lahden kaupunki, 2022a), mikä on noin puolet Lahden kaupungin maaomaisuudesta (Lahden kaupunki, 2022a; MMM, 2022). Luvussa on mukana Sysmässä sijaitseva 215 ha kokoinen metsäalue¹, jolla ei ole merkittävää vaikutusta kokonaismäärään.

Lahden kaupungin omistamat metsät on esitetty kartalla kahdella värillä. Sininen väri kuvaa metsiä, jotka on viety paikkatietomuotoiseen metsien hallinnointijärjestelmään. Lila väri kuvaa kaupungin omistamia metsiä, joista ei ole ollut saatavilla paikkatietoaineistoa tätä työtä tehdessä. Yksityisten metsät on kuvattu vihreällä värillä. Luokituksesta on kerrottu tarkemmin luvussa Paikkatietoaineistot (s. 82) ja Metsätiedot (s. 86).

¹ Henkilökohtainen tiedonanto, K. Hattunen, 30.3.2022.



Lahden alueen pinta-aloja ja maanomistajuutta, sekä yksityisten ja kaupungin metsäosuuksia on havainnollistettu viereisen sivun Kuvasa 37. Yksityisten omistamia metsiä Lahdessa on noin 22 000 hehtaaria (Luonnonvarakeskus, 2021), mikä vastaa 76 % kaikista Lahden alueen metsistä. Yksityisten metsänomistajien osuus kokonaisuudesta on merkittävä.

Tarkastelualueen rajaus

Lahden kaupungin omistamiin metsiin viitataan tässä työssä jatkossa kaupungin metsinä ja yksityisten maanomistajien omistamiin metsiin viitataan yksityisten metsinä. Lahden maantieteellisellä alueella sijaitsevia metsiä kuvataan nimellä Lahden alueen metsät.

Tässä tutkielmassa metsiä käsitellään lähinnä kaupungin omistamien metsien osalta, sillä tutkimuksen työnantajana ja tilaajana on Lahden kaupunki. Rajaus on tehty tulosten hyödynnettävyyden parantamiseksi, sillä kaupunki voi edistää omistamiensa metsien ilmastovii-sautta. Kaupungin ja yksityisten metsänomistajien metsissä on erilaiset hoidon tavoitteet, sillä kaupungin omistuksessa ei ole talousmetsiä (K. Hattunen, henkilökohtainen tiedonanto, 14.2.2022). Rajaus mahdollistaa syventymisen virkistyskäyttöön suunnattujen metsien ilmastoviisauteen. Suuremman vaikuttavuuden aikaansaamiseksi on silti tärkeää aloittaa ja edistää vuoropuhelua yksityisten metsänomistajien kanssa.

Pirstaloitunut omistajuus

Metsien omistajuuden pirstaloituneisuudesta johtuen ekologisen verkoston jatkuvuutta on vaikea tulkita tässä työssä esitettyjen analyysien perusteella. Pirstaloitunut omistajuus voi johtaa myös siihen, että yhteyksien säilymistä on vaikea taata. Tässä työssä ekologista verkostoa ei tarkastella kokonaisuutena pirstaloituneen omistajuuden takia, sillä työn kohdealueena on Lahden kaupungin omistamat metsät.

Tämän työn kartta-analyyseissä Lahden eko-

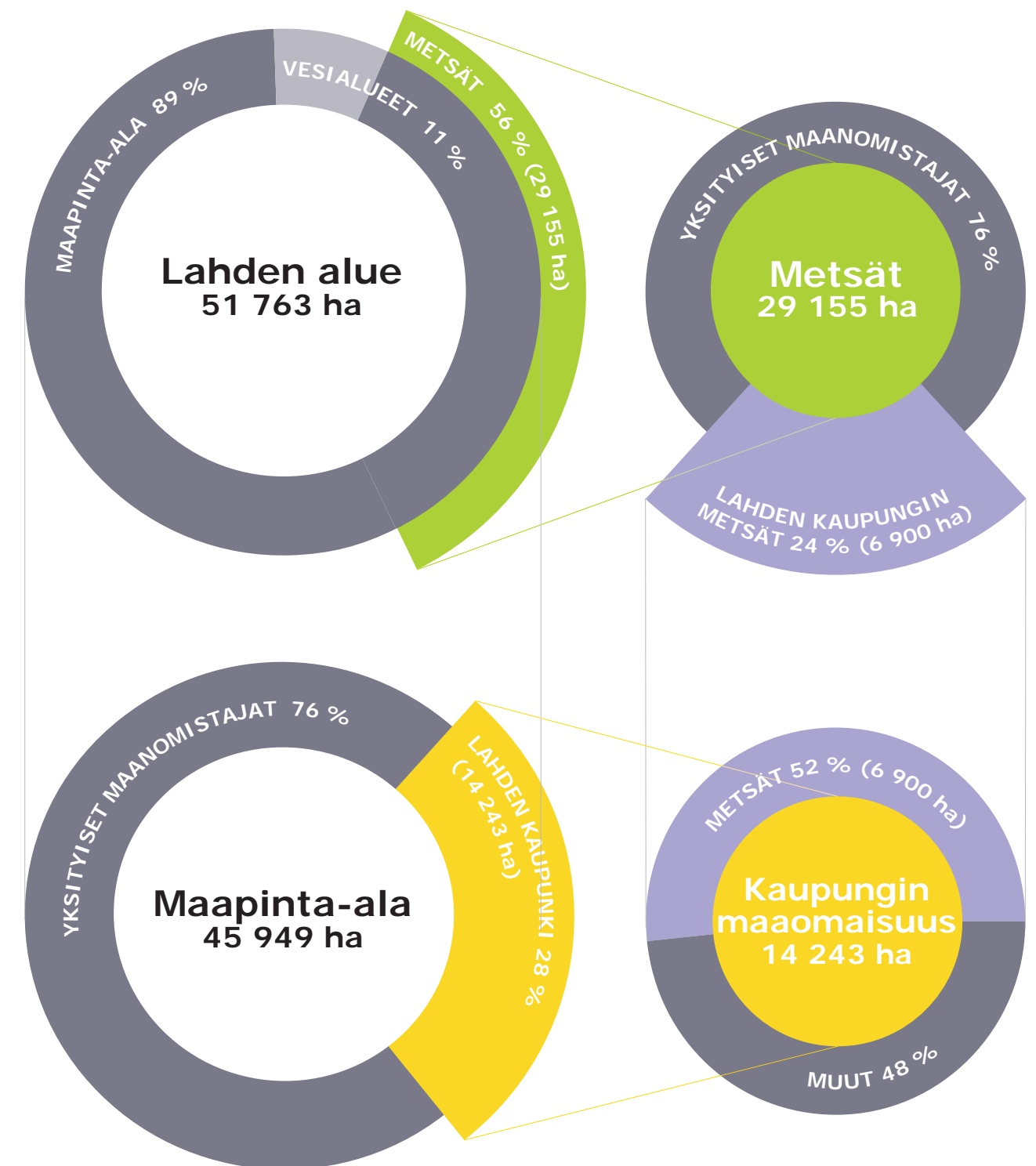
logiset verkostot voivat näyttäytyä todellista pirstaleisempina, sillä työn rajauksesta johtuen kartoilla esitetään alueita niiden omistajuuden, eikä esimerkiksi ekologisen verkoston perusteella. Lahden kaupunki omistaa esimerkiksi keskusta-alueilla suurimman osan metsistä, mutta ei kaikkia, joten ekologiset käytävät voivat näyttää katkeavan, vaikka todellisuudessa niitä voi yhdistää yksityisten metsät. Ekologisten verkostojen yhtenäisyyttä ei tulisi tulkita tämän työn kartta-analyysien kautta.

Omistajuuteen perustuvia kartta-analyysijä voidaan sen sijaan hyödyntää ekologisten verkostojen riskianalyyseissä, sillä kaupunki voi vaikuttaa parhaiten omistamiensa alueiden viherverkostojen säilyttämiseen. Ekologisten verkostojen säilyvyyttä voidaan edistää ja turvata myös kaavoituksessa ja luontoa suojele-malla.

Paikkatietoaineistot

Uuden RAMS 2020 -luokittelun mukaiset metsäkuviokohtaiset tiedot ovat tarkkoja. Aineistot on koottu Tapio Oy:n (2022) selainpohjaiseen karttapalveluun. Tavoitteena on koota metsäsuunnitteluohjelmistoon kaikki metsätieto suunnittelun yhdenmukaistamiseksi (K. Hattunen, henkilökohtainen tiedonanto, 14.2.2022).

Metsäkuvioiden paikkatietoaineistoissa puustotiedot on saatavilla tarkasti. Aineistoissa on nähtävissä metsäkuvioiden (n. 0,1–20 ha) kaikki puulajit, puun biomassa, koko- ja ikäluokat, hakkuu- ja hoitotavat, hakkuuvuodet, kehitysluokka, korjuuaika ja lisätietoja, kuten tietoa metsäkuvion erityisistä luontoarvoista ja hoidon tavoitteista. Lisäksi metsäkuviotiedoissa on tarkkaa paikkakohtaista tietoa maaperän ja kasvillisuuden hiilivarastoista, sekä kasvillisuuden hiilinieluista. Tarkemmaksi tarkastelualueeksi tässä työssä valikoituivat ne Lahden kaupungin vuonna 2022 omistamat metsät, jotka ovat vuoden 2022 alussa olleet saatavilla RAMS 2020 -luokituksen mukaisena paikkatietoaineistona.



Kuva 37. Lahden kaupungin pinta-aloja ja maanomistajuus. Työn aluerajauksena on Lahden kaupungin omistamat metsät (Kuvan informaatio kerätty MML, 2022; Lahden kaupunki, 2022a; LUKE, 2021). P. Meskanen, 2022.

6.2 Metsien hoito ja hallinnointi

Metsien hallinnointi

Kaupungin metsien hallinnointiin vaikutetaan useassa suunnittelun mittakaavassa ja niiden hallinnoinnista vastaa kunnallistekniikan viherhoito (Miettinen, 2014). Kaavoitus vaikuttaa metsien määrään ja säilymiseen osana kaupunkirakennetta sen eri osissa (Miettinen, 2014). Metsien hoitoa ohjeistetaan yleiskaavassa yleisellä tasolla ja sitä täydentää Lahden viheralueohjelma, jossa linjataan metsien hoidon tavoitteet (Miettinen, 2014).

Kaupungin omistamille metsille on laadittu metsien hoito- ja käyttöperiaatteet, joka on käytännön tason toimenpideohjelma metsien hoitoon (Miettinen, 2014). Nykyinen julkaisu on laadittu vuosille 2013–2025 ja ne on tarkoitettu päivittämään lähivuosina (K. Hattunen, henkilökohtainen tiedonanto, 14.2.2022). Uuden metsänhoito-oppaan valmistelussa ekologiset arvot ja lahoppuusto nostetaan entistä tärkeämmiksi (K. Hattunen, 14.2.2022).

Metsien hoito- ja käyttöperiaatteiden lisäksi metsänhoidon toimenpiteet laaditaan metsikkökohtaisesti. Metsikkökohtaisia hoitosuunnitelmia voi hyödyntää asemakaavoituksessa ja ne sisältävät kaavoitukselle tärkeää paikkakohtaista tietoa esimerkiksi puustosta, luontokohteista ja merkittävistä maisemista (Miettinen, 2014, s. 5). Kirjoitushetkellä Lahden kaupunki ja yksityiset metsänomistajat eivät tee yhteistyötä, vaan kaupunki hoitaa omat alueensa ja yksityiset omansa, lukuun ottamatta suoje-lualueita (K. Hattunen, 14.2.2022).

Kuten Rosberg ja Sieppi (2020) toteavat Lahden kaupungin hiilinielu- ja kompensaatiosuunnitelmassa, kaupunki voi tehdä omistamillaan alueilla hiilinieluja vahvistavia toimenpiteitä, mutta koko Lahden maantieteellisen alueen hiilinielujen vahvistamiseksi tarvitaan mukaan muita maanomistajia. Sama periaate pätee muihin metsien ilmastoviisautta edistävään toimenpiteisiin hiilinielujen lisäksi.

Lahden virkistysmetsien hoidon tavoitteet

Kaupungin metsänhoidon nykyiset tavoitteet ohjaavat metsien hoitoa virkistyskäyttöön soveltuvaksi maiseman kauneus, helppokulkuisuus ja turvallisuus huomioiden (Miettinen, 2014, s. 5). Tavoitteena on puuston elinvoimaisuuden, uusiutumiskyvyn ja kestävyys turvaaminen, asuin ympäristöjen läheisten metsien turvallisuus, sekä puuston suoja-vaikutuksen ylläpitäminen niin, että metsien puusto suojaa kaupungissa tuulelta ja pölyltä, sekä toimii näkö- ja melusuojana (Miettinen, 2014, s. 5). Lahden metsien hoidossa huomioidaan myös puuston tuottama taloudellinen hyöty, mutta kuten Miettinen (2014, s. 7) toteaa, kustannushyöty ei ole kaupungin virkistysmetsissä ensisijainen tavoite.

Lait ja sopimukset

Taajamissa sijaitsevien metsien hoitoon vaikuttavat maankäyttö- ja rakennuslaki, metsä- ja luonnonsuojelulait, sekä laki kuntien ympäristönsuojelun hallinnosta (Miettinen, 2014). Suomen perustuslaki (20 §) määrittelee, että vastuu luonnon monimuotoisuudesta ja ympäristöstä, sekä kulttuuriperinnöstä kuuluu kaikille.

Metsänhoitosuunnitelmat

Lahden kaupungin metsien yleistasoiset metsäsuunnitelmat laaditaan 10-vuotiskaudelle ja laatimisesta vastaa kaupunkiympäristön palvelualueen rakennus- ja ympäristövalvonnan metsätoimi (Miettinen, 2014; Lahden kaupunki, 2022b). Ne sisältävät yleiskuvauksen suunnittelualueesta, inventoidut puustotiedot sisältäen lahoppu- ja luontotiedot, hakkuu- ja hoitoehdotukset, sekä viheralueiden kunnossapitoluokat. Kaupungin metsänhoidon suositukset perustuvat pitkälti Suomen metsänhoidon suosituksiin (MMM, n.d.) (henkilökohtainen tiedonanto, K. Hattunen, 14.2.2022).



Metsänhoitosuunnitelmien 10 vuoden aikajakso vastaa hyvin kaavoitusta, sillä yleiskaavan tavoitevuosi on yleensä vähintään 10 vuotta. Aikajakso on luonnonprosesseihin nähden kuitenkin lyhyt. Metsänhoitosuunnitelmassa on hyvä varautua lyhyemmän aikavälin asema-kaavoituksen tuomiin muutoksiin ja varmistaa esimerkiksi ekologisten yhteyksien säilyminen. Kymmenien vuosien metsänhoidon aikajänne ei riitä takamaan metsien säilyvyyttä, joten metsänhoitosuunnitelmat tarvitsevat pitkän aikavälin tavoitteita ja selkät päämäärät tukemaan kestävänsä metsänhoidon varmistamista pitkällä, vuosisatojen aikavälillä.

Metsäsuunnitelmien tekoa varten kaupungin metsätoimi (2022b) on koostanut suunniteluohjeen, joka toimii suunnittelua tukevana käsikirjana. Sen tavoitteena on muun muassa selkeyttää metsäsuunnitteluprosessia, varmentaa tietojen oikeellisuus, arkistoitavuus ja käyttö, sekä yhtenäistää metsäsuunnitelmien sisältöä ja ulkoasua (Lahden kaupunki, 2022b).

Nykyisissä metsien hoito- ja käyttöperiaatteissa on tuotu esiin monimuotoisuusarvoja. Yksi metsänhoidon tavoitteista on monimuotoisuuden turvaaminen maisemallisesti ja toiminnallisesti, sekä lajiston ja luontotyypin perusteella (Miettinen, 2014). Myös hiilensidonta on mainittu ja metsien tärkeys hiilensidonnassa on tunnustettu, mutta sitä ei ole viety tavoitteisiin ja toimenpiteisiin asti monimuotoisuusarvojen tapaan. Monimuotoisuus on viety metsien hoito-ohjeiden kautta kaavaohjaukseen (Miettinen, 2014).

Metsänhoidon toimenpiteiden ajoitus

Metsänhoidon toimenpiteet ajoitetaan Lahdessa yleensä syksyille ja talville, sillä huhtikuun alusta heinäkuun loppuun kaupungin metsissä turvataan linnuston pesimärauha (Lahden kaupunki, 2021b). Metsänhoitotoimenpiteiden ajoitusta on havainnollistettu Kuvassa 38. Nykyinen toimenpiteiden ajoitus tukee ilmastoviisautta, sillä työssä käytettyjen lähteiden perusteella monimuotoisuuden säilyttäminen

ja hiilensidonnän parantaminen on huomioitu toimenpiteiden ajoituksessa. Myös virkistysarvot on huomioitu, sillä kaupunkimetsät ovat tärkeitä virkistäytymispaikkoja ja lähiluontokohteita kaupunkilaisille (esim. Malmivaara et al., 2002; Hamberg & Löfström, 2009).

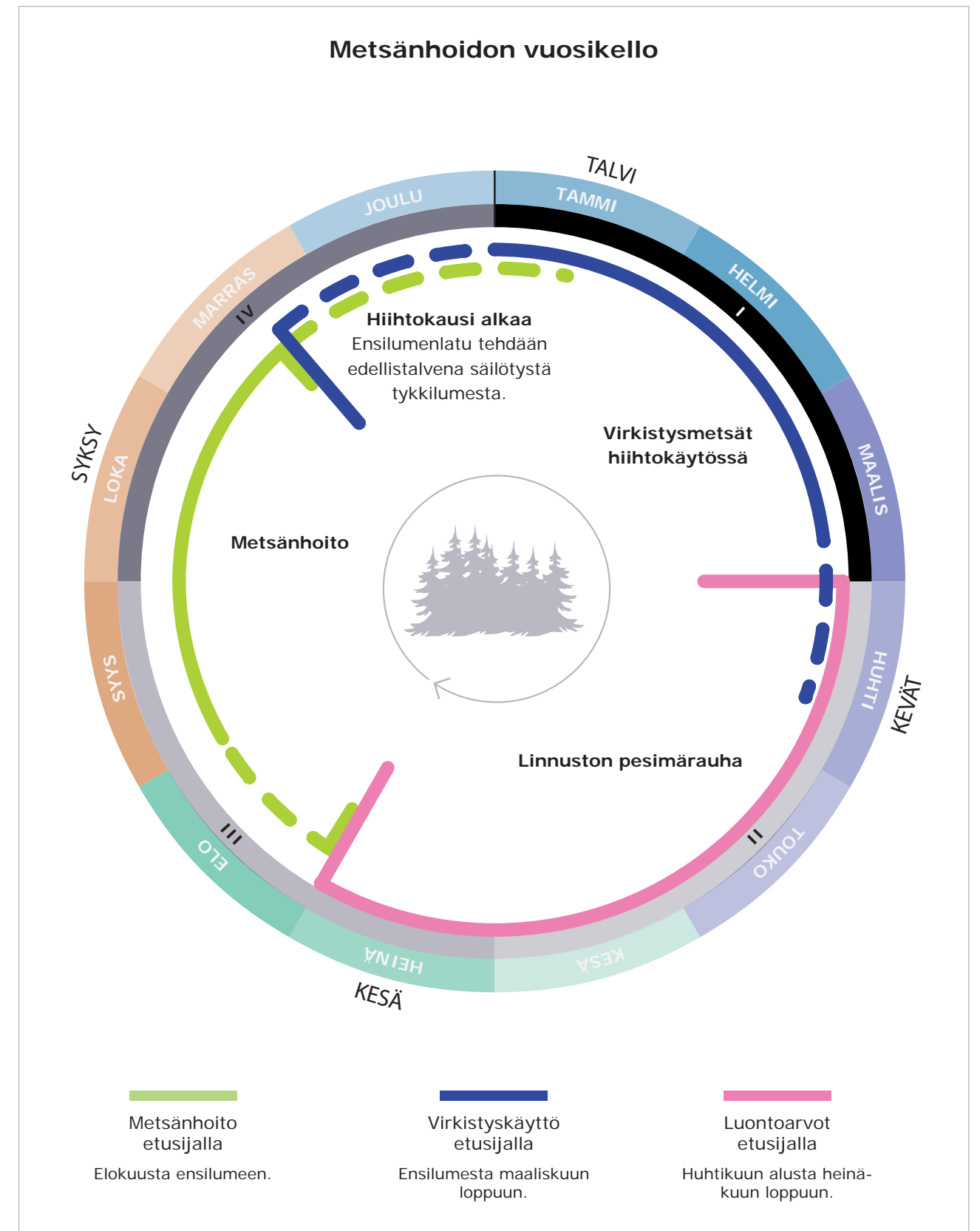
Pääosin hakkuut pyritään tekemään maan ollessa jäässä, että voidaan välttyä maasto- ja juuristovaurioilta, sillä metsänhoitotoimenpiteistä syntyy vähemmän maastovaurioita maan ollessa roudassa (Lahden kaupunki, 2021b). Maaperän hiilivarastot vapautuvat maanmuokkauksen yhteydessä (Guo & Gifford, 2002; Smolander & Lindroos, 2019), joten metsänpohjan kulutus ja metsien hoito vaikuttavat maaperän hiilivarastoon.

Talvisin latujen läheisyydessä työt joudutaan ajoittamaan syksyyn ennen hiihtokauden alkamista tai loppupalveen hiihtokauden päättymisen jälkeen (Lahden kaupunki, 2021b). Roudanaikaiset hoitotyöt ovat mahdollisia esimerkiksi niillä alueilla, joilla kalustolla liikkuminen on talvisin mahdollista hiihtäjiä häiritsemättä tai erityisiä maisema-arvoja omaavien alueiden lumisia talvimaisemia rikkomatta.

Metsätiedot

Lahden kaupungin metsätoimen käyttämä metsänhoitoluokitus on uudistunut ja uusi käytössä oleva kunnossapitoluokitus perustuu Viherympäristöliiton laatiman Viheralueiden kunnossapitoluokitus RAMS 2020 -oppaaseen (Tajakka, 2020). RAMS 2020 on julkisille ja yksityisille viheralueille tarkoitettu valtakunnallinen opas, joka korvaa aiemmin käytössä olleen Viheralueiden hoitoluokitus -julkaisun (2007), jossa määritelty ABC-hoitoluokituksen arvopohja ohjasi viheralueiden hoidossa ihmiskeskeisyyteen ja taloudellisen hyödyn tavoitteluun.

RAMS 2020 -luokituksessa viheralueet jaotellaan kolmeen pääluokkaan, jotka ovat rakennetut viheralueet, avoimet viheralueet ja metsät. Pääluokat jaotellaan lisäksi alaluokkiin ja metsien alaluokkiin kuuluvat RAMS 2020 -luokituksessa luokat: M1 Arvometsä, M2 Lähimetsä, M3 Ulkoilu- ja virkistysmetsä,



Kuva 38. Lahden kaupungin metsien metsänhoidon vuosikello. Metsien hoitoon vaikuttavat sosio-ekologiset arvot ja hoidon tavoitteet (Kuvan informaatio kerätty Lahden kaupunki, 2021a, 2021b, 2021c, 2022, 2022b). P. Meskanen, 2022.

M4 Suojametsä ja M5 Talousmetsä (Tajakka, 2020). Kaupunki ei omista talousmetsiä, joten kaupungin metsiin kuuluu RAMS-luokituksen mukaisia arvometsiä, lähimetsiä, ulkoilu- ja virkistymetsiä sekä suojametsiä.

RAMS 2020 -luokituksen mukaiset kaupungin metsien kunnossapitoluokat on esitetty Taulukossa 1. Ulkoilu- ja virkistymetsiä on eniten ja niiden puuston keski-ikä on 62 vuotta. Suojelualueiden keski-ikä on korkein, 73 vuotta ja ne ovat nopean kasvun ja kilpailun vaiheessa (Kuuluvainen et al., 2004).

Metsätietojen päivittäminen

Lahden metsien hoito- ja käyttöperiaatteissa (Miettinen, 2014) metsien pinta-ala on noin 4 700 hehtaaria, sillä julkaisussa on käytetty vuoden 2013 tietoja. Kunta on sittemmin laajentunut ja nykyisin kaupungin omistuksessa on noin 6900 hehtaaria metsää (Lahden kaupunki, 2022a). Kaupungin omistama metsäpinta-ala on kasvanut lähes 150 % vuodesta 2013 vuoteen 2022 mennessä.

Kaupunki kerää omistamiensa metsien puustotietoja tyypillisesti vuosittain, jolloin noin 1000 hehtaaria metsää kartoitetaan (henkilökohtainen tiedonanto, K. Hattunen, 14.2.2022).

Kartoitus tehdään maastossa kiertämällä alue-rajauksen sisältävät metsäalueet. Metsät kuvioidaan maastonmuotojen, kasvupaikkojen ja puuston mukaan (K. Hattunen, 14.2.2022). Puustotietojen lisäksi kuvioittain arvioidaan hoitotarve ja määritellään pitkän ajan tavoite. Kuviotietoihin sisältyy myös tieto lahoppuun määrästä ja laadusta, sekä muut luontotiedot (K. Hattunen, 14.2.2022).

RAMS 2020 -luokittelua ollaan parhaillaan ottamassa käyttöön, eikä kaikkia metsiä ole vielä päivitetty uuteen järjestelmään. Osa metsien luokitteluun ja hoitoon liittyvistä aineistoista on vielä vanhan luokituksen mukaisia, joten metsien luokittelussa ja pinta-alatiedoissa esiintyy ristiriitaisuuksia vanhan ja uuden menetelmän välillä. Päivitettyä metsävaratietoa on tammikuun lopussa vuonna 2022 noin 4600 ha (Hattunen, henkilökohtainen tiedonanto, 14.2.2022), eli kokonaismetsäpinta-alasta puuttuu reilu 2000 ha. Tietoja päivitetään vuosittain noin 1000 ha osalta (Hattunen, henkilökohtainen tiedonanto, 14.2.2022).

KUNNOSSAPITOLUOKAT (RAMS 2020)	PINTA-ALA, HA	PINTA-ALA, %	KESKI-ikä, V	PUUSTON KESKITILAVUUS, M ³ /HA
M1 Arvometsä	29,10	1	59	227
M2 Lähimetsä	459,50	10	62	198
M3 Ulkoilu- ja virkistymetsä	2 687,60	58	62	235
M4 Suojametsä	265,40	6	53	216
S Suojelualueet	383,30	8	73	278

Taulukko 1. Lahden kaupungin metsäomaisuus kunnossapitoluokittain. Lahden kaupunki, 2022a.

6.3 Uhat

Tässä luvussa kuvaillaan Lahden kaupungin metsiin kohdittuvia paineita ja uhkia. Niitä ovat esimerkiksi lajistoltaan ja ikärakenteeltaan yksipuolisten kuusimetsien vanheneminen, sillä vanhat kuusimetsät ovat alttiita metsätuhoille (Kuuluvainen et al., 2004). Yksipuolisten metsien haavoittuvuus lisääntyy ajan kuluessa puuston vanhetessa, joten yksipuolista lajistoa on tärkeää muuttaa monirakenteisemmaksi. Lahden kaupungin metsien paikkatiedoissa on useiden metsikköjen kohdalle määritelty hoito-ohjeeksi puuston lajiston monipuolistaminen (Lahden kaupunki, 2022).

Metsiä uhkaavat myös metsätaudit ja tuholaiset, joiden vaikutus voi tutkimusten mukaan lisääntyä ilmastonmuutosten myötä (esim. Kuuluvainen et al., 2004; IPCC, 2022; MMM, n.d.). Kirjanpainajien aiheuttamat tuhot ovat merkittävä uhka Etelä-Suomen kuusimetsille ja tuhot ovat voimistuneet lämpiminä ja kuivina kesinä (Metsäkeskus & Metla, 2014), jotka tulevat lisääntymään entisestään ilmastomuutoksen myötä. Tuhojen välttämiseksi jatkossa on tärkeää tarkkailla kirjanpainajien esiintymistä (Metsäkeskus & Metla, 2014) ja monipuolistaa puulajistoa.

Hattunen (henkilökohtainen tiedonanto, 14.2.2022) kertoo, että kirjanpainajatuhoalueiden takia kuusikoita joudutaan kaatamaan Lahdessa tonttien reunoilta. Lisämetsätuhojen estämiseksi jo pystyyn kuolleita kuusia ei tarvitse tuhota, koska ne eivät enää levitä tuholaisia, vaan niitä olisi hyvä säilyttää lahoppuina esimerkiksi lintuja varten (K. Hattunen, 14.2.2022).

Havupuut ovat lahoppuina hyvin tehokkaita hii-livarastoja ja ne edistävät monimuotoisuutta (Kuuluvainen et al., 2004). Kapeilla asutuksen välialueilla tuhoalueiden säilyttäminen on kuitenkin vaarallista virkistyskäytön ja asumisen kannalta. Pystyynkuivuneita kuusia poistetaan turvallisuussyistä esimerkiksi teiden, tonttien ja ulkoilureittien varsilta (K. Hattunen, henkilökohtainen tiedonanto, 28.4.2022). Runkoja jätetään maalahoppuiksi sekä pystylahoppuiksi, eli tekopökköiksi (K. Hattunen, 28.4.2022).

Lahden kaupungin taajamametsistä suurin osa on kuusivaltaisia. Kaupunki omistaa myös melko paljon sekapuustoista mestää ja mänty-

metsää (Lahden kaupunki, 2022). Puustoltaan yksipuolisissa kuusivaltaisissa taajamametsissä metsänhoidon haasteetta lisää Hattusen (14.2.2022) mukaan vaihtoehtojen vähäisyys - kuusivaltaisen metsän lähestyessä sadan vuoden ikää vaihtoehdot käyvät vähiin, sillä harvennuksessa jätetyt kuuset kestävät huonosti muuttuneita olosuhteita.

Ikääntyneissä kuusikoissa puuston kunto on usein heikentynyt eikä harvennus ole välttämättä hyvä vaihtoehto (K. Hattunen, 28.4.2022). Tällaisissa kohteissa voidaan harvita esimerkiksi pienaukkoa tai yksittäisten huonokuntoisten puiden poistamista (K. Hattunen 14.2.2022). Kuusimetsiin voi tulla reunatuhoja, joten vanhoja kuusikkoja ei voi harventaa sillä ajatuksella, että uutta taimikkoa tulisi alle valon lisääntyessä, kertoo Hattunen (14.2.2022).

Kirjanpainajatuhojen estämiseksi Lahdessa ei ole tehty ennakoivia suuria hakkuuta, vaan tuhoja hoidetaan jälkiä korjailemalla (Lahden kaupunki, 2014; K. Hattunen, 14.2.2022). Yleisenä periaatteena tuhojen ennakoimiseksi voidaan Hattusen (14.2.2022) mukaan pitää sitä, että kuusivaltaisuutta vähennetään. Metsien monipuolinen laji- ja ikärakenne edistävät monimuotoisuutta ja auttavat metsiä sopeutumaan mahdollisiin uuhin (Kuuluvainen et al., 2004). Metsänhoidon toimenpiteillä pyritään Lahdessa uudistamaan puustoa ja monipuolistamaan ikärakennetta kuusien osuutta samalla vähentäen (K. Hattunen, 14.2.2022).

Uhkana kaupungin virkistymetsille voidaan muiden metsien tapaan nähdä myös mahdollisesti lisääntyvät tai liialliset hakkuut. Metsätiedoissa useat metsiköt on määritelty uudistuskypsäksi noin 60 vuoden iässä, jolloin metsä on vielä luontaisesti nopean kasvun ja kilpailun vaiheessa (Kuuluvainen et al., 2004). Metsien iän kasvattaminen on tärkeää monimuotoisuuden edistämiseksi, sillä metsäekosysteemit kehittyvät satojen vuosien aikana ja oikeastaan vasta 150-500 vuotiaat metsät ovat vanhoja (Kuuluvainen et al., 2004).

6.4 Metsien laji- ja ikärakenne

Pääpuulajit

Tämän aukeaman kartalla (Kuva 39) on esitetty metsäkuviointain kuusi- ja mäntyvaltaiset metsät sekä ikääntyvät kuusimetsät, joiden puuston keski-ikä on vähintään 100 ja 60 vuotta. Lisäksi kartalla on näkyvis- sä puulajeiltaan luokittelemattomat kaupungin ja yksityisten metsät, joista ei ole ollut saatavilla paikkatietoaineistoa tämän työn laatimisen aikana.

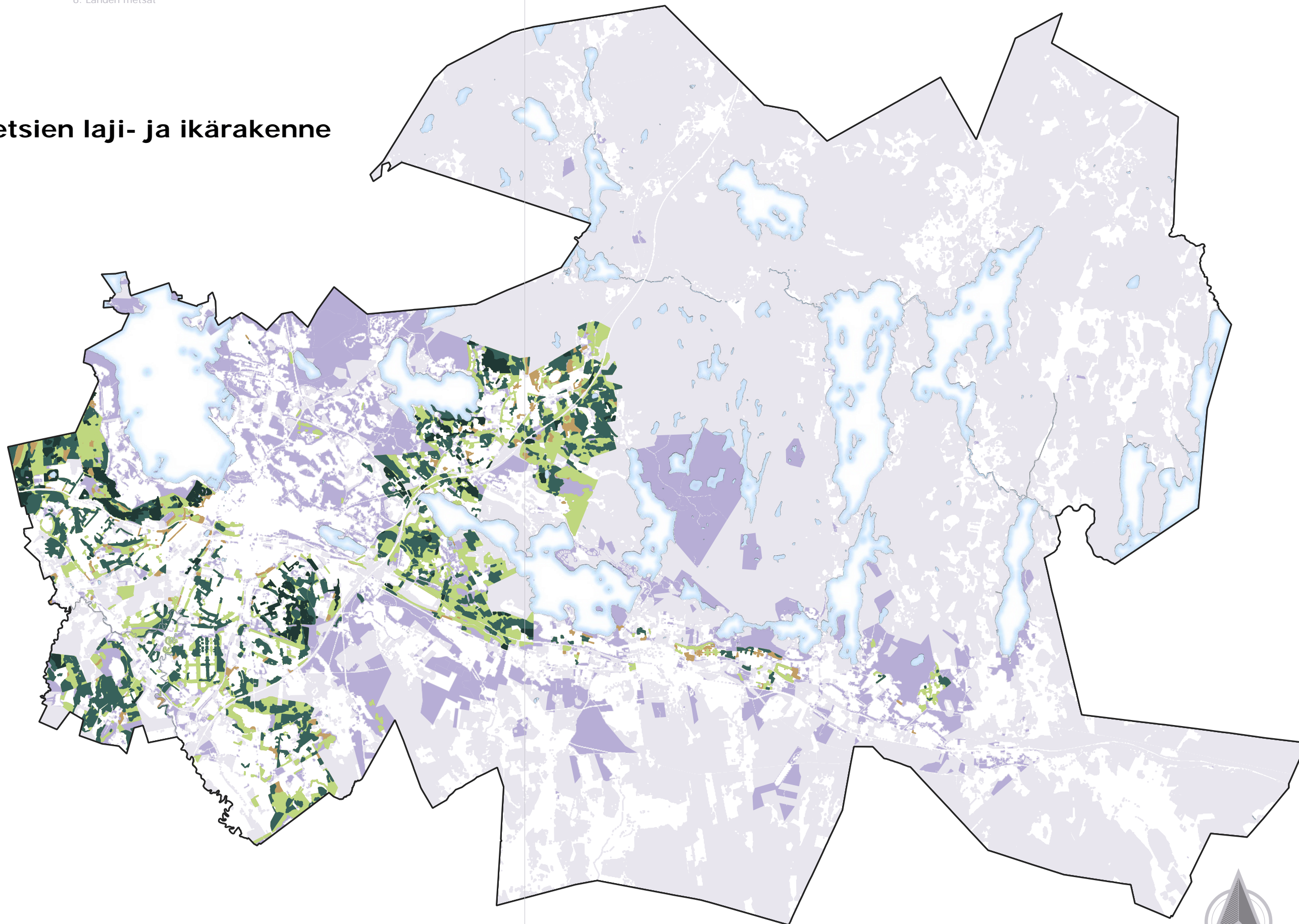
Metsien paikkatietoaineis- toissa metsistä on saatavissa yksityiskohtaisia tietoja metsäkuivoittain (0,1–20 ha). Aineistoissa on esimerkiksi metsän kehitys- ja hoitoluokka, laji- ja ikärakenne, runkolukumäärä, puuston biomassa, vuosittainen kasvu, kasvuolo- suhteet, hoidon tavoitteet ja hoitomenetelmät, suosi- tellut hoitotoimenpiteet ja tietoa erityisistä luontoar- voista.

Merkkien selitys

Metsät pääpuulajeittain

- Kuusimetsät, yli 100 v
- Kuusimetsät, yli 60 v
- Kuusimetsät, alle 60v
- Mäntymetsät
- Sekapuustoiset metsät

- Luokittelemattomat kaupungin metsät
- Luokittelemattomat yksityisten metsät
- Vesistöt



Kuva 39. Kartta pääpuulajeista (mu- kailleen SYKE, 2021; Lahden kaupun- ki, 2022). P. Meskanen, 2022.

0 2 4 6 8 10 km 1:100 000

7. Sosio-ekologinen verkosto

7.1 Analyysimenetelmä

Seuraavaksi analysoidaan Lahden kaupungin sosio-ekologisia arvoja paikkatietoanalyysin kautta. Ensin esitellään analyysin rakenne ja sen jälkeen kaupungin sosio-ekologista verkostoa käsitellään monimuotoisuuden, virkistyskäytön ja hiilensidonnan osalta.

Analyysin rakenne

Seuraavien lukujen rakenne ja kartta-analyysin menetelmä on havainnollistettu Kuvassa 40. Analyysi etenee kuvan osoittamalla tavalla ja huomioidaan Lahden alueen luonnon monimuotoisuuden, virkistysarvot sekä Lahden virkistysmetsien hiilensidonnan työssä osoitetuin rajauksin. Analyysin tuloksena on laadittu Lahden alueen monimuotoisuus- ja virkistysarvokeskittymäkartta sekä kartta, joka kuvaa Lahden kaupungin omistamien metsien sosio-ekologisia arvokeskittymiä.

Analyysin rajoitukset

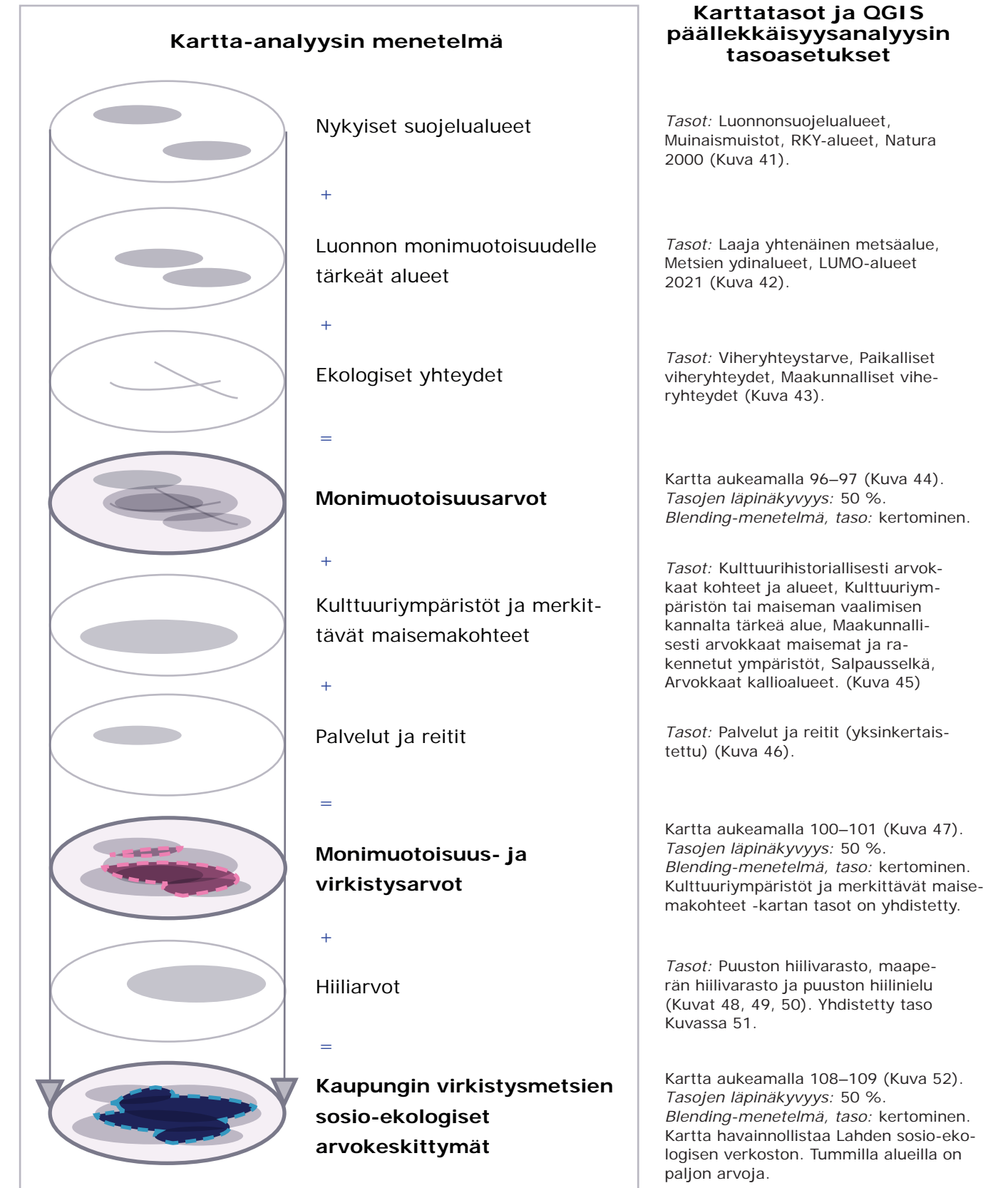
Analyysin rajausta perustuu saatavilla olevaan paikkatietoaineistoon. Monimuotoisuusarvojen analysointia pelkkien paikkatietoaineistojen perusteella on kritisoitu, sillä se voi johtaa tiedon vääristymiseen ja sen esittämiseen liiaksi yhdestä näkökulmasta (Failing & Gregory, 2003). Analyysin rajallisuus on huomioitava, mutta tässä työssä analyysi sisältää monimuotoisuusarvojen lisäksi virkistyskäyttöarvoja ja virkistysmetsien hiiliarvoja, joten mahdolliset vääristymät voivat hieman tasoittua. Työssä kehitetyssä ilmastoviisaiden virkistysmetsien hallinnoinnin toimintamallissa on myös huomioitu tiedon rajallisuus, mistä on selostettu tarkemmin toimintamallin kuvauksen yhteydessä luvussa 9.3.

Hiilensidontaa kuvaava Lahden kaupungin (2022) aineisto on tarkemmalla tasolla kuin monimuotoisuutta kuvaavat aineistot. Kulttuuriympäristöjä ja maisema-arvoja kuvaavat karttatasot on yhdistetty yhdeksi niin, että

päällekkäisyysanalyysissä ne näkyvät yhtenä yhtenäisenä ja samanarvoisena harmaana alueena. Analyysien tarkkuutta voi tulevaisuudessa parantaa kehittämällä luonnon monimuotoisuuden paikkatietoaineistoja ja päivittämällä uusia metsätietoja kaupungin karttapalveluun.

Analyysien kattavuutta parantaa myös yksityisten metsien paikkatietoaineistojen lisääminen ja Lahden alueen metsätietojen koordinointi. Metsätietoaineistot voivat hyödyttää myös kaavoitusta, joten olisi hyödyllistä siirtää metsien paikkatietoaineistoja kaupungin kuntatietojen hallinnan karttapalveluun Trimble Locus Cloudiin.

Paikkatietoanalyysien lisäksi tulosten hyödyntämisessä tulee huomioida paikkakohtaisuus. Tulosten varmuutta voi parantaa strukturoidut asiantuntijahaastattelut, joita tutkijat suosittelivat paikkatietopohjaisen analyysin lisäksi (Failing & Gregory, 2003).



Kuva 40. Lahden sosio-ekologisten arvokeskittymien tarkastelun konsepti. P. Meskanen, 2022.

7.2 Lahden monimuotoisuus- ja virkistysarvot

Seuraavaksi esitellään Lahden alueen luonnon monimuotoisuus- ja virkistyskäytön arvoja. Ensin käsitellään monimuotoisuusarvot, joiden karttatasot kootaan Lahden monimuotoisuusarvoja kuvaavaksi karttatasoksi. Sen jälkeen analyysiin lisätään virkistysarvot. Karttatasot asetetaan päällekkäin ja niistä muodostetaan Lahden virkistys- ja monimuotoisuusarvoja kuvaava kartta, joka on myös työn liitteenä (Liite 1). Analyysi etenee edellisen sivun Kuvan 40 osoittamalla tavalla ja etenemistä on kuvattu teksteissä karttojen yhteydessä.

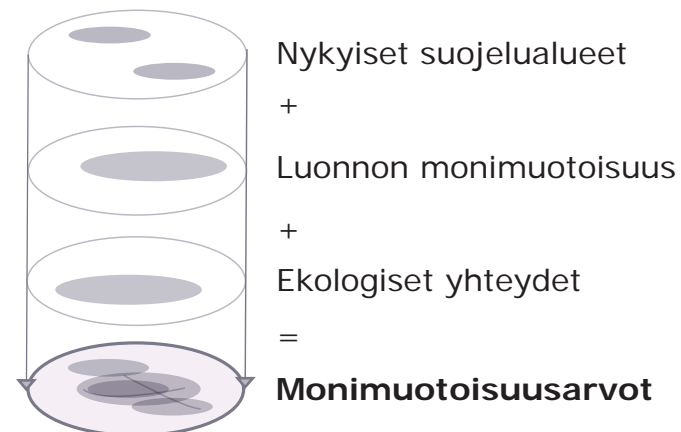
Luonnonsuojelu

Lahden kaupungin alueella on 26 luonnonsuojelualuetta ja 20 suojeltua luontotyyppiä, jotka on suojeltu luonnonsuojelulain nojalla (M. Honkanen, henkilökohtainen tiedonanto, 12.5.2022). Suojelualueiden pinta-ala on 1006,9 hehtaaria (M. Honkanen, 12.5.2022). Rauhoitetut alueet kattavat suoalueita, kosteikkoja ja metsäluontoa yhteensä noin 2 % kaupungin pinta-alasta. (Lahden kaupunki, 2022a) Lahden luonnonsuojelualueet on esitetty Kuvassa 41 sivulla 97. Suojelualueiden lisäksi Lahdessa on kaupungin itse määrittelemiä LUMO, eli luonnon monimuotoisuus -alueita, joilla ei ole lakisääteistä suojelua.

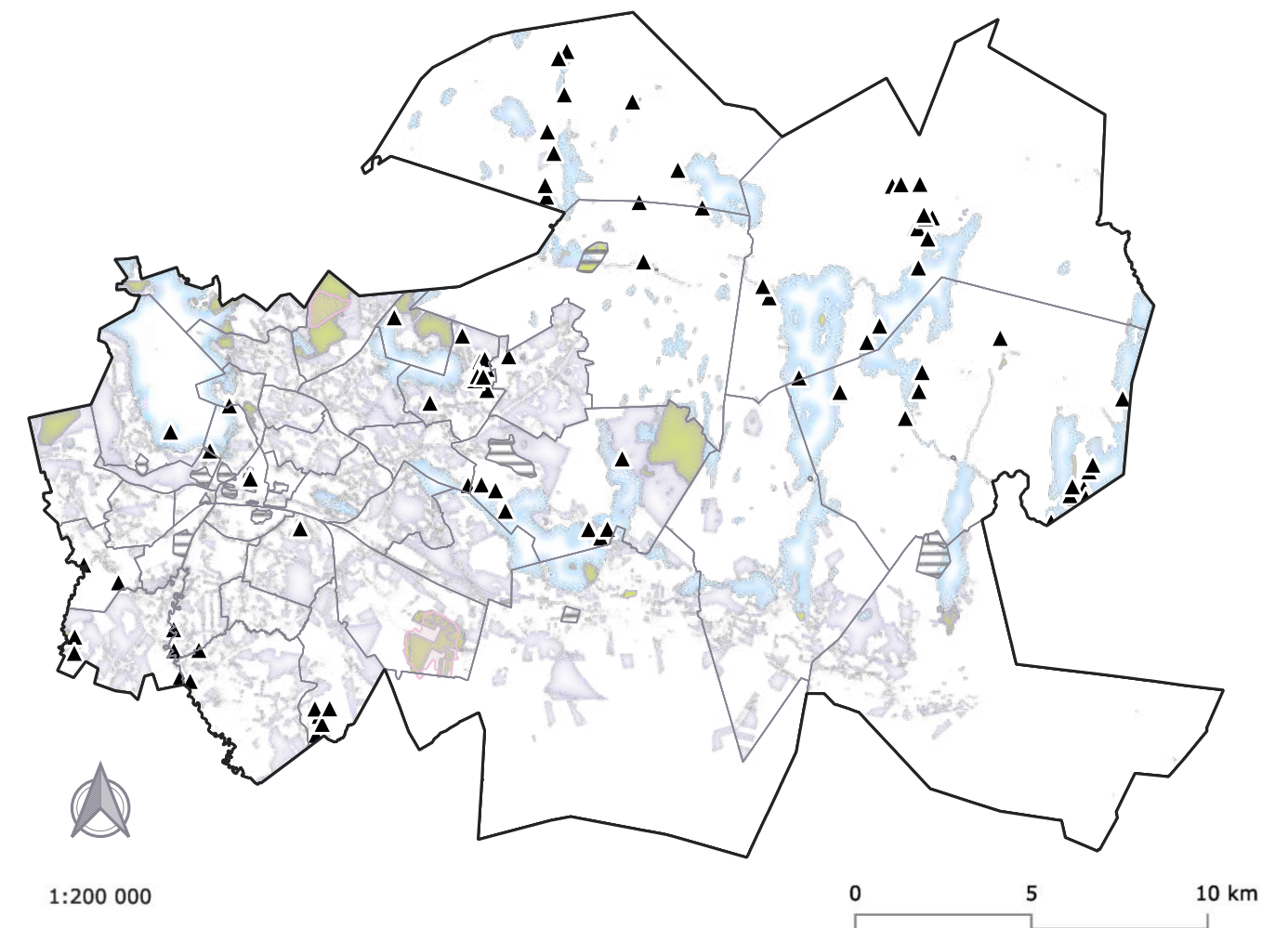
Kaupungin ympäristöohjelman tavoitteena on rauhoitettujen alueiden osuuden lisääminen kaupungin alueella niin, että 5 % kaupungin kokonaispinta-alasta on rauhoitettua vuonna 2030 (Lahden kaupunki, 2020a). Tavoite on asetettu ennen kuin Nastola liitettiin Lahteen vuonna 2016, jolloin suojelualueiden osuus Lahden kokonaispinta-alasta oli 3,5 % (Lahden kaupunki, 2020a). Kuntaliitoksen myötä suojelualueiden suhteellinen määrä väheni 1,7 %:iin, vaikka suojelualueiden pinta-ala kasvoi. Tämän työn laatimisen aikaan Lahdessa on valmisteilla luonnonsuojeluohjelma, jonka yhtenä tavoitteena on tunnistaa alueet, jotka on tarkoitus suojella tulevaisuudessa.

EU:n biodiversiteettistrategian (2021) yhtenä tavoitteena on lisätä suojelualueiden määrää merkittävästi, mutta strategia ei määrittele tarkemmin, mitkä alueet määritellään erityisen tärkeiksi monimuotoisuudelle tai ilmastolle. Tässä työssä on esitetty mahdollinen tapa suojelualueiden määrittämiseen huomioiden sosio-ekologiset arvokeskittymät ja ilmastovii-saus. Suojelualueet on huomioitu työssä laaditussa sosio-ekologisten arvojen kartta-analyysissä.

Monimuotoisuus- ja virkistysarvojen karttataustatarkastelun menetelmä



Suojelualueet

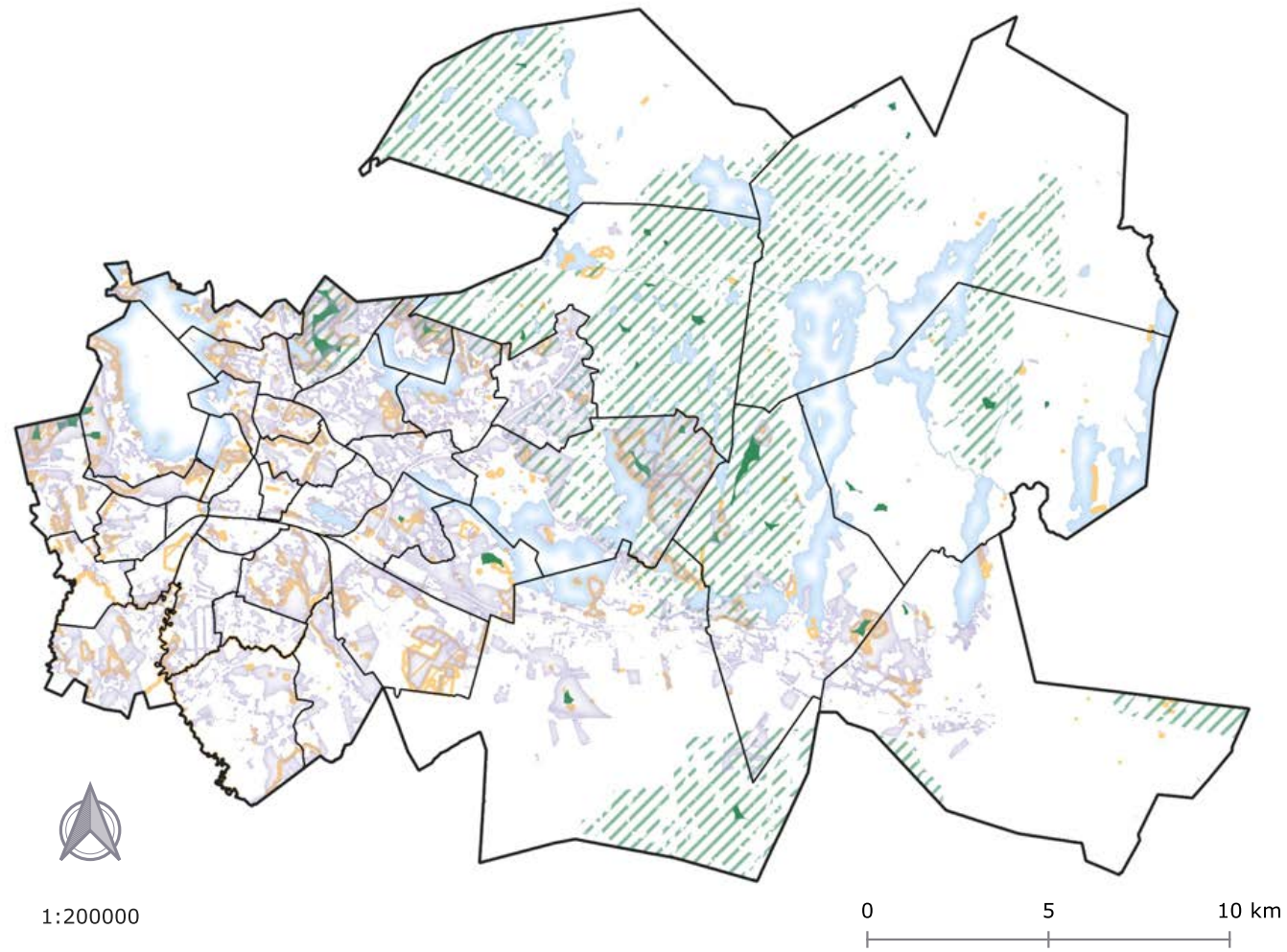


Kuva 41. Lahden suojelualueet. Kartalla on esitetty luonnonsuojelulain nojalla suojellut kohteet sekä rakennetun ympäristön suojelualueet (mukaillen Lahden kaupunki, 2022). P. Meskanen, 2022.

Merkkien selitys







- Kaupunginosat
- Kaupungin omistamat metsät
- Vesistöt
- Luonnonsuojelualueet
- ▲ Muinaismuistot
- ▨ RKY-alueet
- Natura 2000

Luonnon monimuotoisuudelle tärkeät alueet

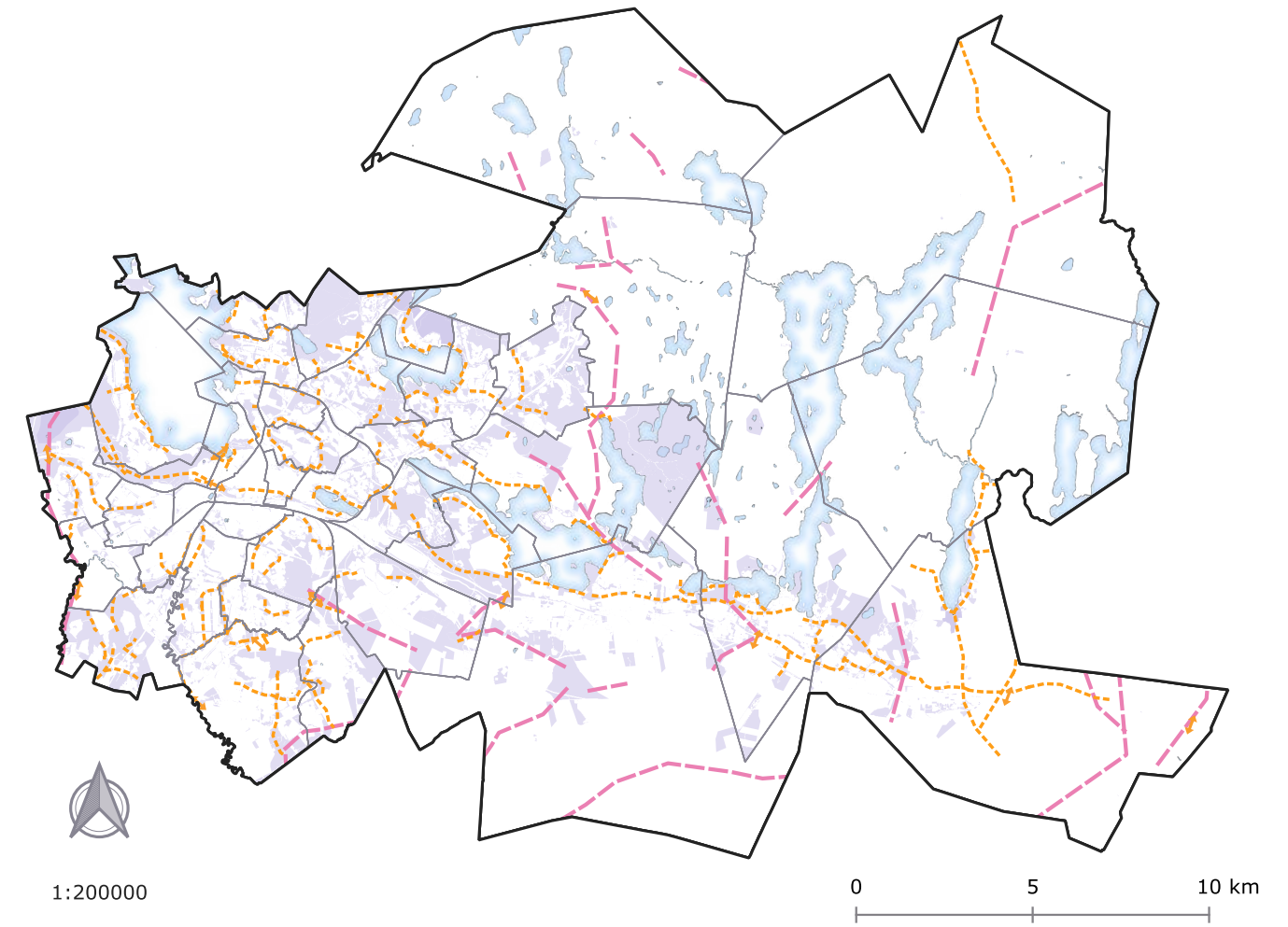


Kuva 42. Luonnon monimuotoisuudelle tärkeät alueet (mukaillen Lahden kaupunki, 2022). P. Meskanen, 2022.

Merkkien selitys






-  Laaja yhtenäinen metsäalue
-  Metsien ydinalueet
-  LUMO-alueet 2021
-  Kaupunginosat
-  Kaupungin omistamat metsät
-  Vesistöt

Ekologiset yhteydet

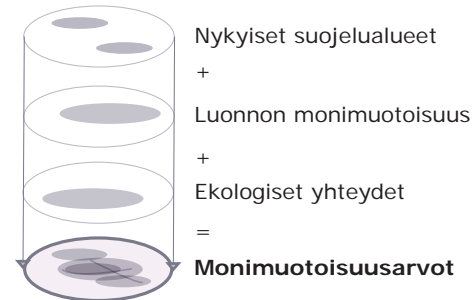


Kuva 43. Ekologiset yhteydet (mukaillen Lahden kaupunki, 2022). P. Meskanen, 2022.

Merkkien selitys

-  Viheryhteystarve
-  Paikalliset viheryhteydet
-  Maakunnalliset viheryhteydet
-  Kaupunginosat
-  Kaupungin omistamat metsät
-  Vesistöt

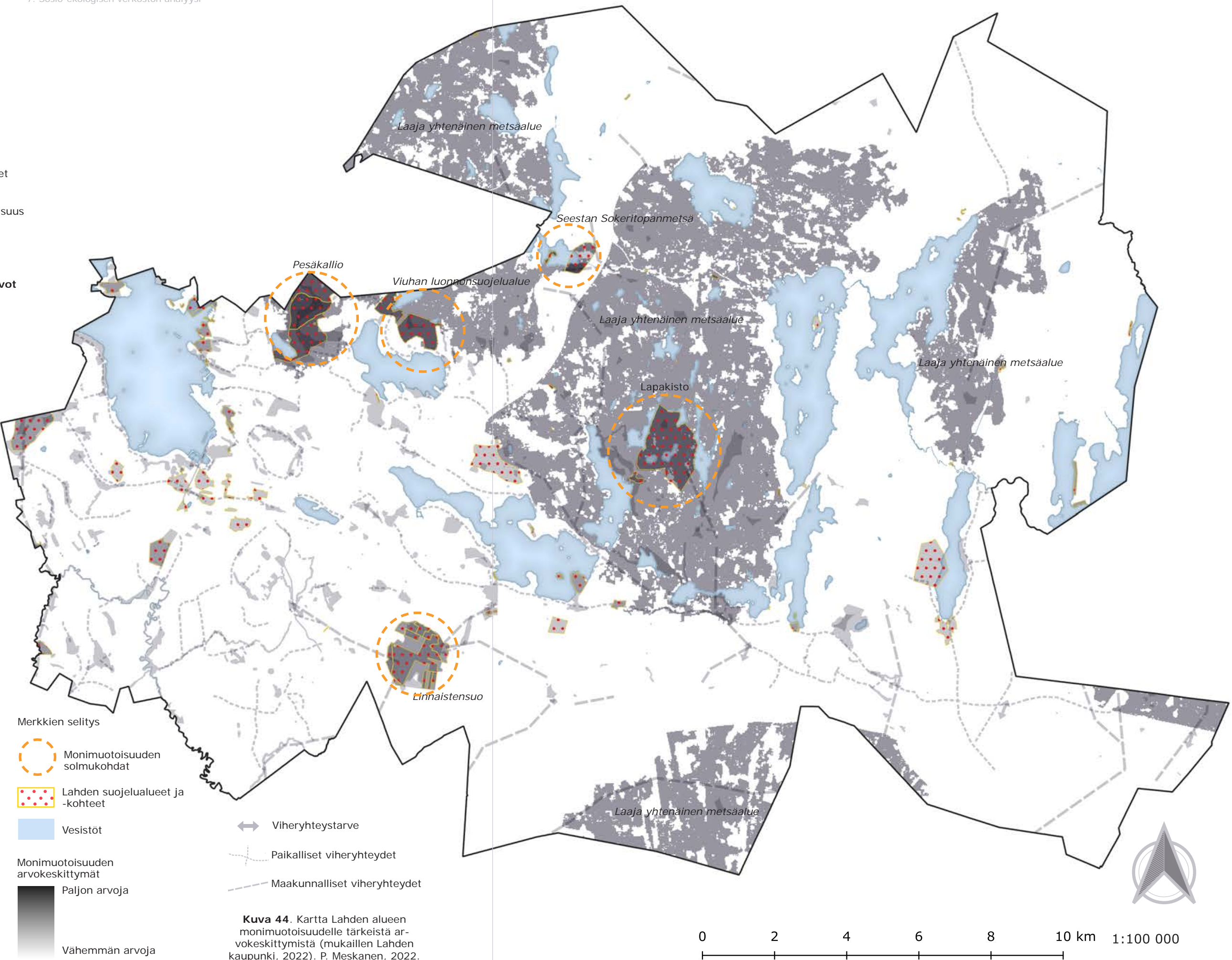
Monimuotoisuusarvot



Tämän aukeaman kartalla (Kuva 44) on kuvattu päällekkäisyysanalyysillä muodostettu Lahden kaupungin monimuotoisuusarvoja kuvaava karttataso. Karttatasolle on yhdistetty edellisten sivujen Kuvien 41, 42 ja 43 karttatasot, jotka sisältävät suojelualueet, luonnon monimuotoisuudelle tärkeitä alueita ja ekologiset yhteydet.

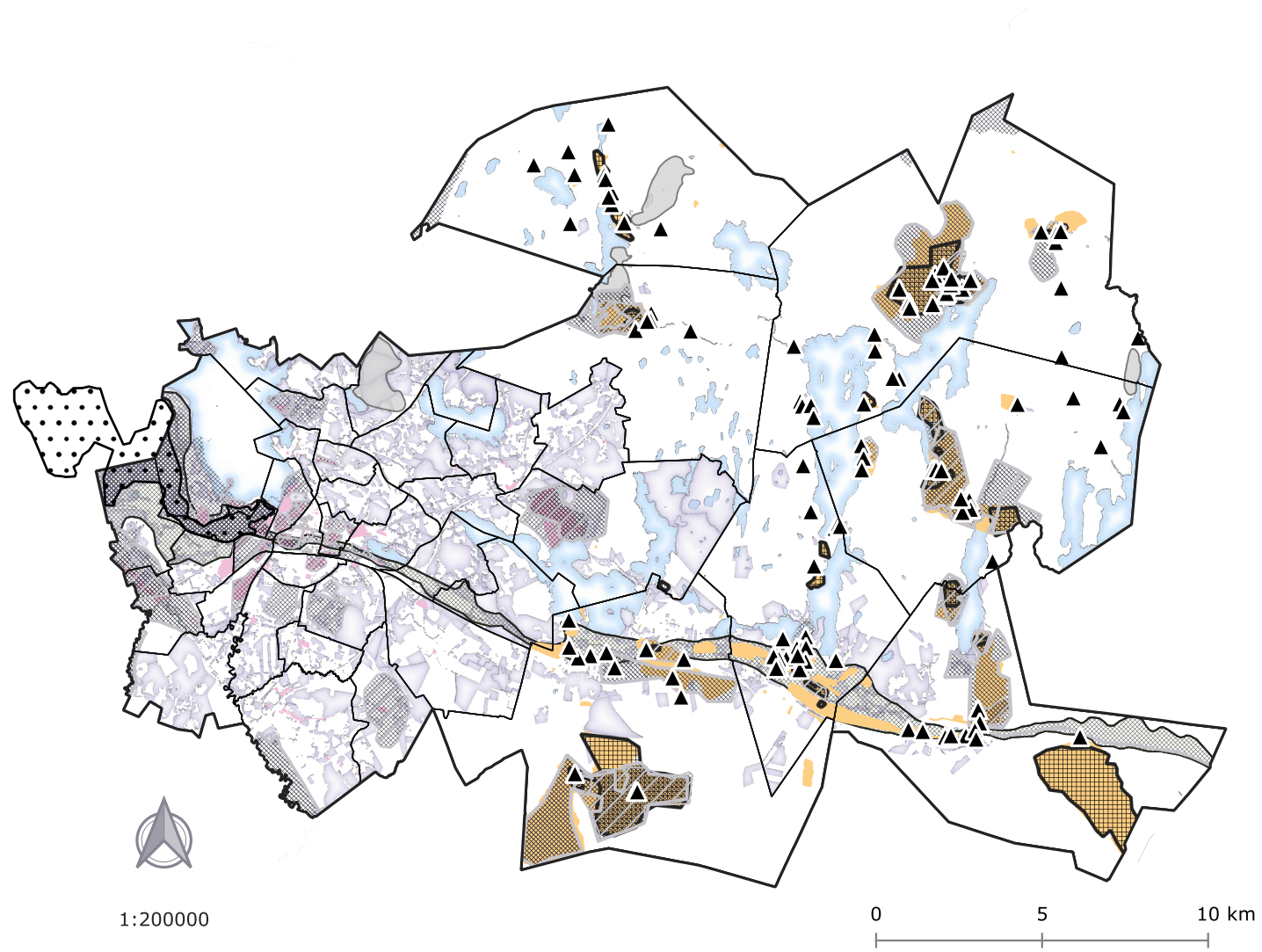
Monimuotoisuusalueissa korostuvat Lapakiston luonnonsuojelualue, joka on suosittu retkeilykohde ja alueella on monipuolisia virkistyspalveluita (Mattila, n.d.) ja Pesäkallion luonnonsuojelualue. Pesäkallio on vaativaa ulkoilumaastoa ja koostuu eri tyyppisistä metsistä, vaihtelevista maastonmuodoista ja vanhoista korpimetsistä (Mattila, n.d.).

Muita monimuotoisuudelle merkittäviä alueita ovat Linnaistensuo, Viuhan luonnonsuojelualue, Seestan Sokeritoppanmetsän yksityismailla sijaitseva luonnonsuojelualue ja sekä laajat yhtenäiset metsäalueet.



Kuva 44. Kartta Lahden alueen monimuotoisuudelle tärkeistä arvokeskittymistä (mukaien Lahden kaupunki, 2022). P. Meskanen, 2022.

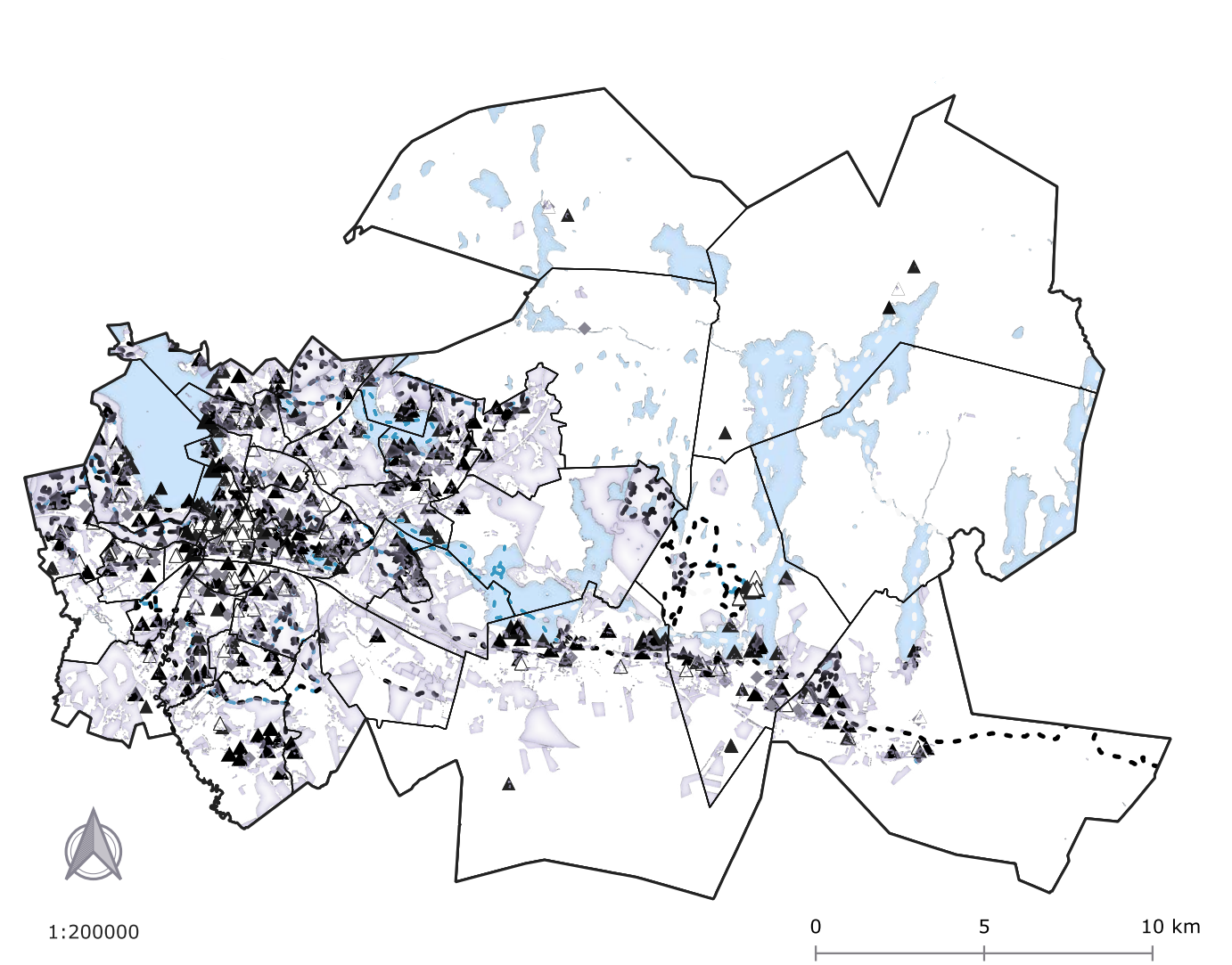
Kulttuuriympäristöt ja merkittävät maisemakohteet



Kuva 45. Kulttuuriympäristöt ja merkittävät maisemakohteet (mukaiillen Lahden kaupunki, 2022). P. Meskanen, 2022.

- ▲ Kulttuurihistoriallisesti arvokas kohde
- Kulttuurihistoriallisesti arvokas alue
- Kulttuurihistorialliset alueet
- Nastolan kulttuuriympäristökohteet
- Kaupunginosat
- Kaupungin omistamat metsät
- Vesistöt
- Kulttuuriympäristön tai maiseman vaalimisen kannalta tärkeä alue
- Maakunnallisesti arvokkaat maisemat
- Maakunnallisesti arvokkaat rakennetut ympäristöt
- Salpausselkä
- Arvokkaat kallioalueet
- Valtakunnallisesti arvokkaat maisema-alueet

Palvelut ja reitit (yksinkertaistettu)



Kuva 46. Yksinkertaistettu kartta Lahden palveluista ja reiteistä (mukaiillen Lahden kaupunki, 2022). P. Meskanen, 2022.

- ▲ Ulkoliikunta- ja ulkotilojen harrastuspaikat
- △ Sisäliikunta- ja sisätilojen harrastuspaikat
- Ulkoilureitit, lenkipolut
- Ladut
- == Melontareitit
- Kaupunginosat
- Kaupungin omistamat metsät
- Vesistöt
- Sairaala tai terveysasema
- ◆ Koulut ja päiväkodit
- Päiväkotien ja koulujen lähi-luontoalueet
- Metsien mielipaikat

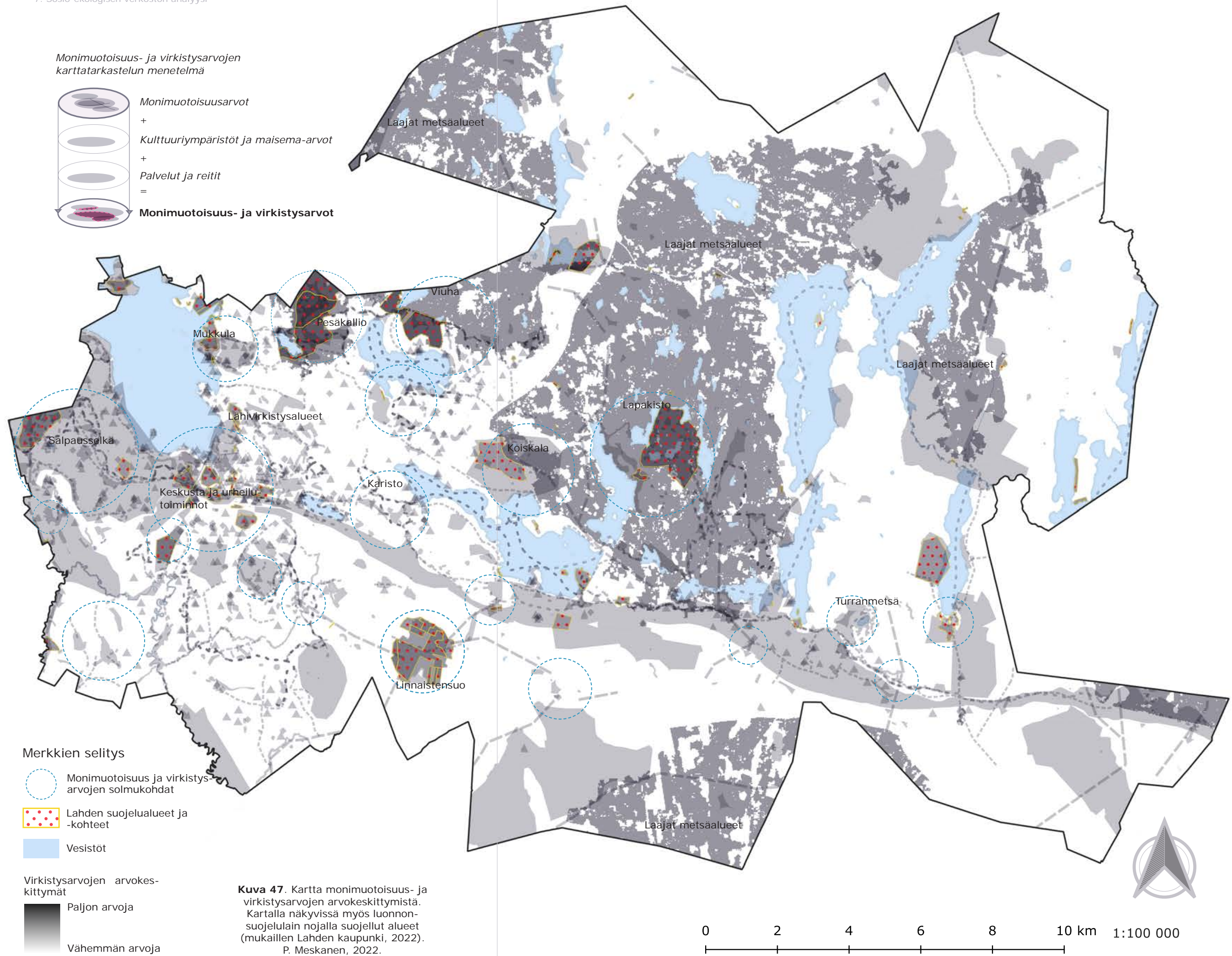
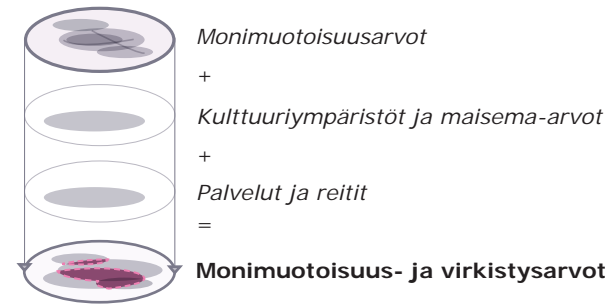
Monimuotoisuus- ja virkistysarvot

Tällä aukeamalla oleva kartta kuvaa sosiaalisia ja kulttuurisia arvokeskittymiä (harmaalla), sekä luonnon monimuotoisuudelle tärkeitä alueita ja viheryhteyksiä. Luonnon monimuotoisuudelle merkittävät alueet on kuvattu arvokeskittymien päällä.

Virkistyskäytön arvokeskittymät -taso on tuotettu päällekkäisyysanalyysillä, jossa on mukana suojealueet sekä kulttuuri- ja maisemakohteet, jotka on kuvattu edellisten sivujen Kuvissa 45 ja 46. Kulttuuriarvojen tasot on yhdistetty yhdeksi, sillä useissa paikoissa on samoja alueita kuvaavia päällekkäisiä arvoja, mikä saattaa korostaa kyseisiä alueita liikaa. Tarkastelun painopiste on luonnon monimuotoisuuden ja virkistyskäyttöarvojen kesittymien tunnistamisessa.

Kartalla on ympyröity metsäalueita, joissa on merkittäviä luonnon monimuotoisuus- ja virkistyskäyttöarvoja. Kaupunki omistaa paljon suojelematonta metsää, jossa on tärkeitä monimuotoisuus-, kulttuuri- tai maisema-arvoja. Kartan tiedot on kerätty Lahden kaupungin paikallistietoineistoista (2022), joissa on mukana muun muassa kaupungin teettämien luonto- ja luonnon monimuotoisuus selvitysten tuloksia.

Monimuotoisuus- ja virkistysarvojen karttataarkastelun menetelmä



Merkkien selitys

- Monimuotoisuus ja virkistysarvojen solmukohtat
- Lahden suojealueet ja -kohteet
- Vesistöt
- Virkistysarvojen arvokeskittymät**
- Paljon arvoja
- Vähemmän arvoja

Kuva 47. Kartta monimuotoisuus- ja virkistysarvojen arvokeskittymistä. Kartalla näkyvissä myös luonnon suojelelain nojalla suojellut alueet (mukaillen Lahden kaupunki, 2022). P. Meskanen, 2022.

7.2 Lahden virkistymetsien hiiliarvot

Tässä luvussa kuvataan Lahden kaupungin virkistymetsien hiilensidontaa analysoimalla metsäkuviokohtaisia paikkatietoaineistoja. Hiilikartoilla on näkyvissä metsien kuviotiedot, jotka on viety RAMS 2020 –luokitukseen vuoden 2022 alkuun mennessä, joten analyysi ei sisällä kaikkia kaupungin omistamia metsiä. Hiiliarvojen tarkastelun rajaus tässä työssä on esitetty viereisellä sivulla.

Selvitykset

Lahden kaupungin hiilivarastoista ja -nieluisista on tehty kaksi aikaisempaa selvitystä (FCG, 2019, 2021). Aikaisempien tulosten ja tässä työssä esitettyjen tulosten yhteneväisyyttä ei ole tämän työn puitteissa tarkistettu. Tulosten vertailu kaipaa laskentaperiaatteiden eroavaisuuksien huomioimista tarkemmin. Lahden kaupunki on onnistunut ennakoimaan paikkatietoaineistojen tarpeellisuuteen. Saatavilla on hyvää lähtötietomateriaalia hiili- ja monimuotoisuusarvojen arvioimiseksi.

Lahden kaupungin metsätoimella on käytössä Tapio Oy:n karttapalvelu, josta on vuoden 2021 loppupuolelta lähtien saatavilla tarkkoja kuviokohtaisia tietoja metsien hiilivarastoista ja -nieluisista (Lahden kaupunki, 2022). Lahden kaupungin omistamien metsien paikkatietoaineistot on saatu käyttöön tämän työn laatimisessa, mikä on mahdollistanut tarkkojen hiilianalyysien laatimisen. Tässä työssä esitetyt laskelmat ja arviot perustuvat kyseiseen aineistoon ja metsien puustotietoihin, eivätkä ne välttämättä sisällä muun kasvillisuuden vaikutusta.

Hiilivarastot

Lahden kaupungin virkistymetsien puuston hiilivarastot on esitetty Kuvassa 48 ja maaperän hiilivarasto Kuvassa 49 perustuen Lahden kaupungin (2022) metsäkuviokohtaiseen aineistoon.

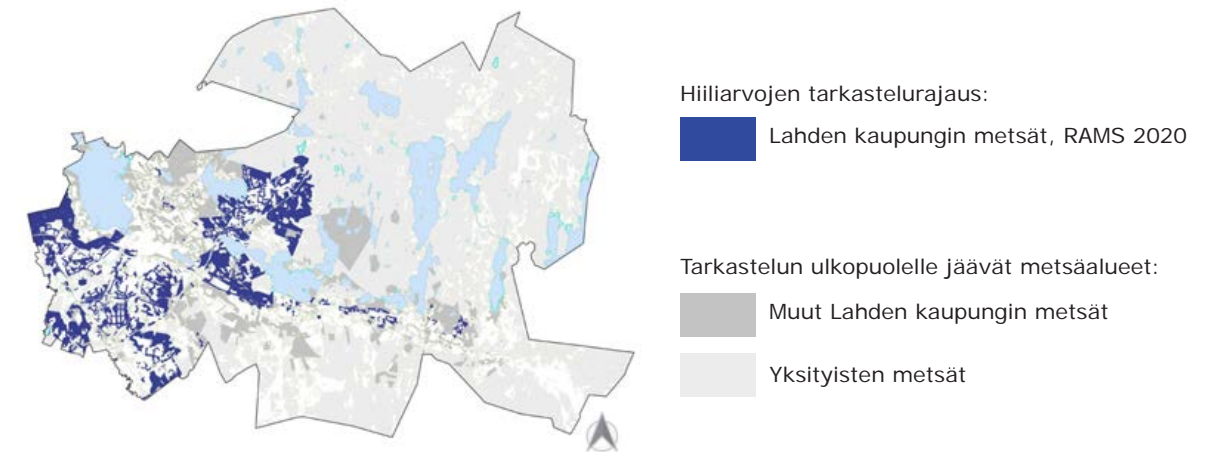
Lahden metsien puuston keskitilavuus on huomattavasti suomalaista keskiarvoa suurempi (LUKE, 2021; FCG, 2021). Kaupungin metsätoimelta saatujen metsien tunnuslukujen perusteella laskettuna vuonna 2022 kaupungin omistamien metsien puuston tilavuus on keskimäärin 219 m³ hehtaarilla. Puuston tilavuus on suurin RAMS 2020 –luokituksen mukaisilla M3 ulkoilu- ja virkistymetsäalueilla, joiden puuston keski-ikä on suurin (Lahden kaupunki, 2022a).

Suojelualueet (S, RAMS 2020) mukaan laskettuna puuston keskitilavuus on 230,80 m³/ha, suojelualueiden metsien ollen näin puuston tilavuudeltaan suurin, 278 m³/ha (Lahden kaupunki, 2022a). Hiilivarasto lasketaan biomassan perusteella puuhun sitoutuneen hiilen määrän mukaan (Alakangas et al., 2014), joten puuston tilavuus on verrannollinen metsän hiilivarastoon. Hiilivaraston määrän arvioimisesta biomassan perusteella on kerrottu tarkemmin tämän työn luvussa 3.4 Virkistymetsien hiilensidonta. Lahden virkistymetsistä suojelualueiden hiilivarasto on suurin.

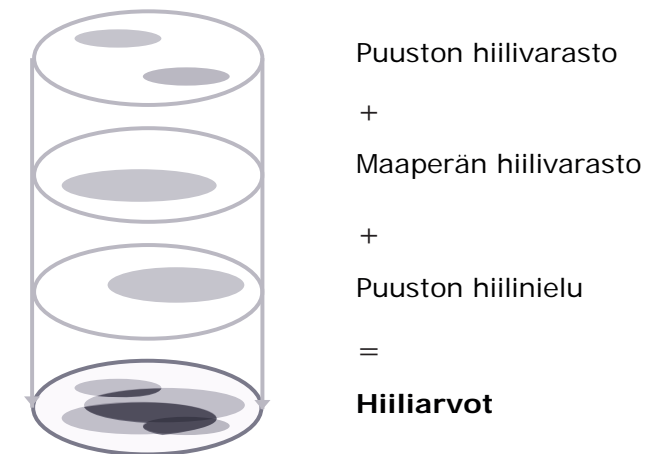
Hiilinielut

Kaupungin virkistymetsien puuston hiilinielut on esitetty Kuvassa 50. Paikkatietoaineistojen hiilinielutietojen (Lahden kaupunki, 2022) mukaan laskettuna Lahden kaupungin omistamien metsien vuosittainen hiilinielu on keskimäärin noin -322 487 t CO₂/vuosi ilman maaperän päästövaikutusta. Metsät ovat Lahden alueen tärkein hiilinielu (FCG, 2019, 2021).

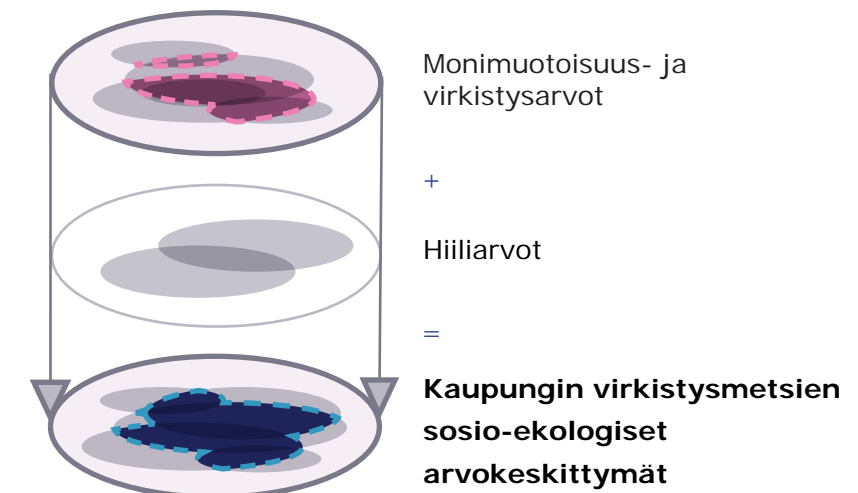
Hiiliarvojen tarkastelun rajaus



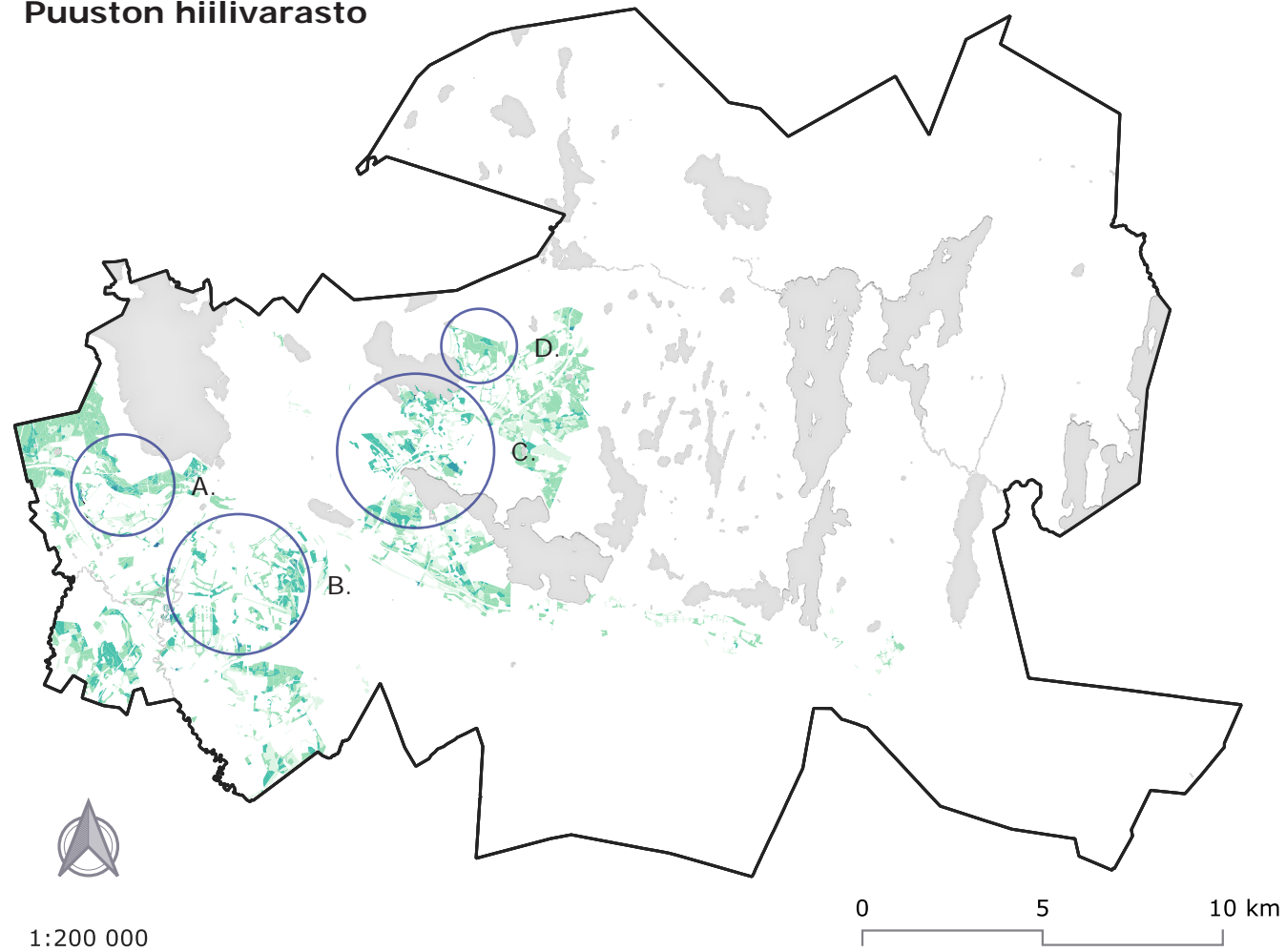
Hiiliarvojen tarkastelutapa



Sosio-ekologiset arvokeskittymät

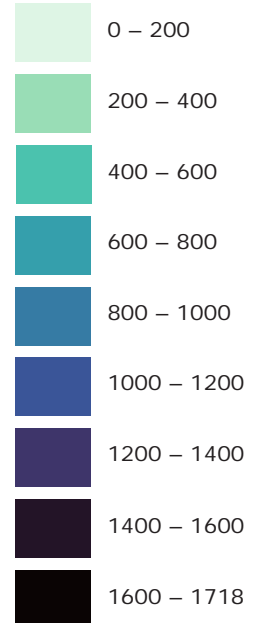


Puuston hiilivarasto



Merkkien selitys

Puuston hiilivarasto, tCO₂/ha

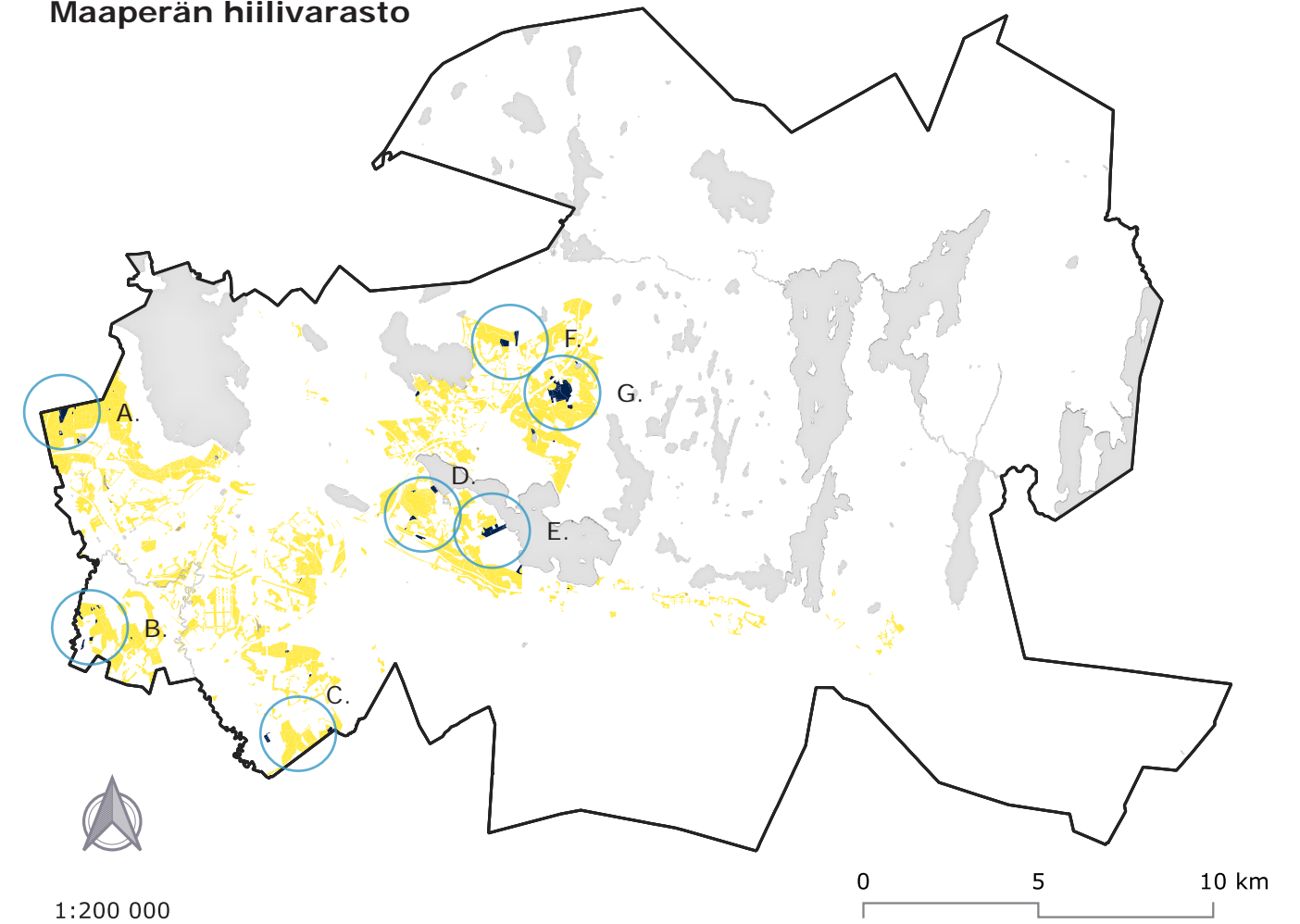


Kuva 48. Kaupungin virkistymetsien puuston vuosittainen hiilinielu (mukailten Lahden kaupunki, 2022). P. Meskanen, 2022.

Kartalla on ympyröity merkittävimpiä puuston hiilivarastoja kirjaintunnistein. Alla on poimintoja kyseisten alueiden metsäkuviotiedoista, sekä RAMS-2020 luokittelun kunnossapitoluokka.

- A. Salpausselän ulkoilualueet Vesijärven eteläpuolella (M3). Uudistuskypsää ja varttunutta puustoa.
- B. Keskustan monipuolisia ulkoilu- ja virkistymetsiä (M3).
- C. Uudistuskypsää metsikköä ja varttunutta kasvatusmetsikköä (M3), sekä tienvarsien suojapuustoa (M4). Metsät ovat pirstaleisia. Alueella on lahoppua ja liito-oravia.
- D. Uudistuskypsää metsikköä ja varttunutta kasvatusmetsikköä (M3), sekä suojelualue (S). Alueella on paljon polkuja.

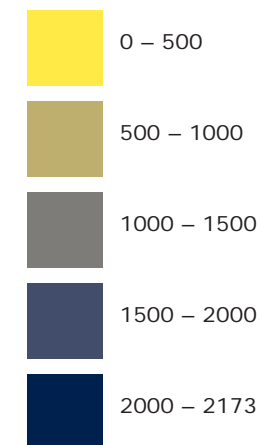
Maaperän hiilivarasto



Merkkien selitys

○ Merkittävimpiä maaperän hiilivarastoja

Maaperän hiilivarasto, tCO₂/ha

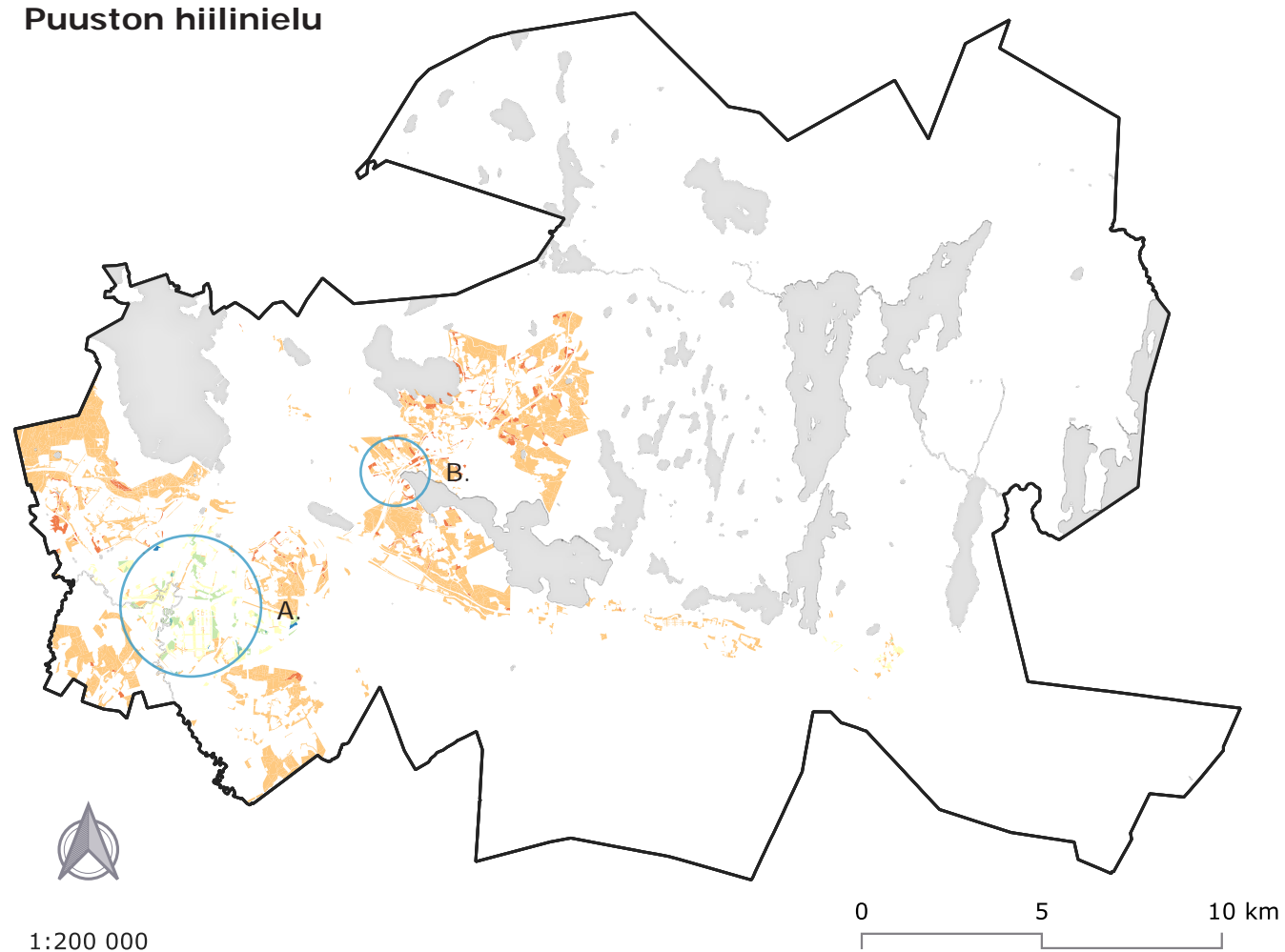


Kuva 49. Kaupungin metsien maaperän hiilivarasto (mukailten Lahden kaupunki, 2022). P. Meskanen, 2022.

Kartalle on ympyröity kirjaintunnistein metsikköjä, joiden maaperän hiilivarasto on keskimääräistä suurempi. Alla on poimintoja metsäkuviotiedoista kyseisten kuvioiden osalta, sekä RAMS-2020 luokittelun kunnossapitoluokka.

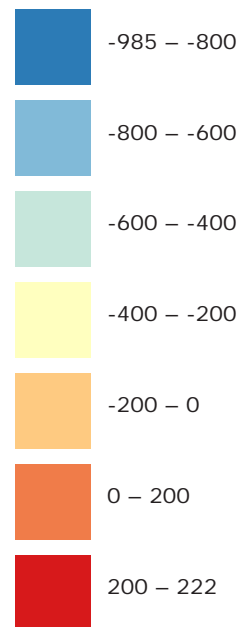
- A. LUMO-alueita (S)
- B Varttunutta ja nuorta kasvatusmetsikköä, taimikköä ja metsitetty pelto (M3, S)
- C. Varttuneita kasvatusmetsikköjä (M3)
- D. Varttuneita kasvatusmetsikköjä (M2, M3)
- E. Tasaikäistä kuusikköä ja männikköä, (M3)
- F. Lahoppua (M3), suometsää (S).
- G. Vanha suometsä (M3).

Puuston hiilinielu



Merkkien selitys

Puuston hiilinielu, tCO2/ha/vuosi



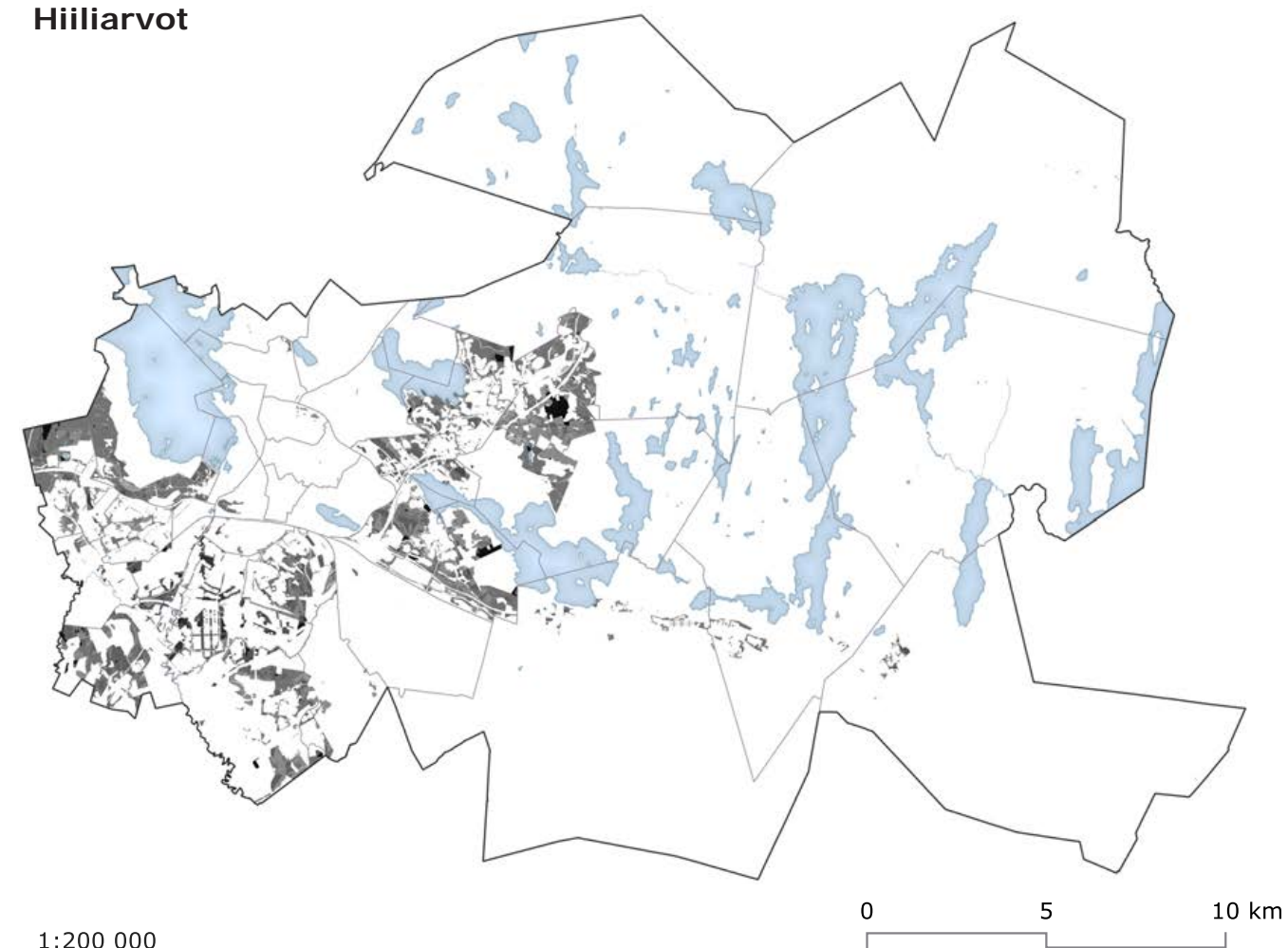
Kuva 50. Kaupungin virkistymetsien puuston vuosittainen hiilinielu (mukaillen Lahden kaupunki, 2022). P. Meskanen, 2022.

Kartalla on ympyröity hyvä hiilinielu (A), sekä alue, jossa on yksittäisiä metsiä päästön lähteenä (B). Alla on poimintoja kyseisten kuvioiden tiedoista (Lahden kaupunki, 2022).

A. Salpausselän eteläpuolella Launeen alueen metsillä on keskimääräistä parempi hiilinielu. Alueella on muun muassa suojelualueita (S), liito-orava-havainnointia, lähimetsiä (M2), ulkoilu- ja virkistymetsiä (M3) ja suojametsiä (M4), jotka ovat osittain hoitamattomia. Parhaat hiilinielut ovat metsiköissä, joissa on monijaksoinen havupuuvaltainen sekametsä (metsäkuvio no 67) ja hoitamaton lehtipuuvaltainen suojametsä junaradan ja asutuksen välissä (metsäkuvio no 236).

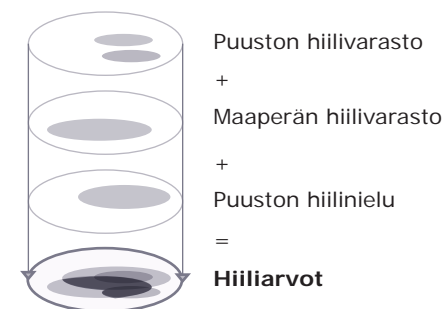
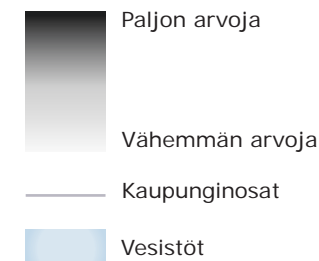
B. Joutjärven pohjoispuolella on metsiä, jotka ovat hiilen lähteitä. Niillä on kuitenkin monimuotoisuusarvoja ja hyvä hiilivarasto, sillä niissä on varttunutta puustoa.

Hiiliarvot



Merkkien selitys

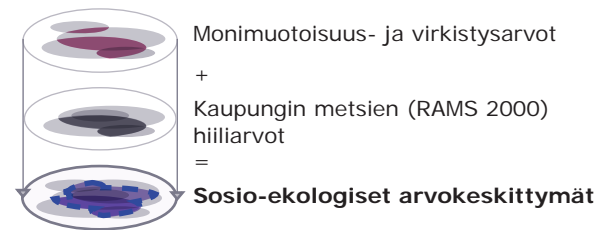
Kaupungin metsien hiiliarvot



Kuva 51. Lahden hiilensidonnann arvokeskittymät (mukaillen Lahden kaupunki, 2022). P. Meskanen, 2022.

Päällekkäisyysanalyysillä tuotettu taso sisältää kaupungin metsien puuston hiilivaraston, puuston hiilinielun ja maaperän hiilivaraston. Hiilivarastojen ja -nielujen tiedot on koottu Lahden kaupungin paikkatietoaineistosta (2022), jossa metsätiedot on saatavissa metsäkuvioittain.

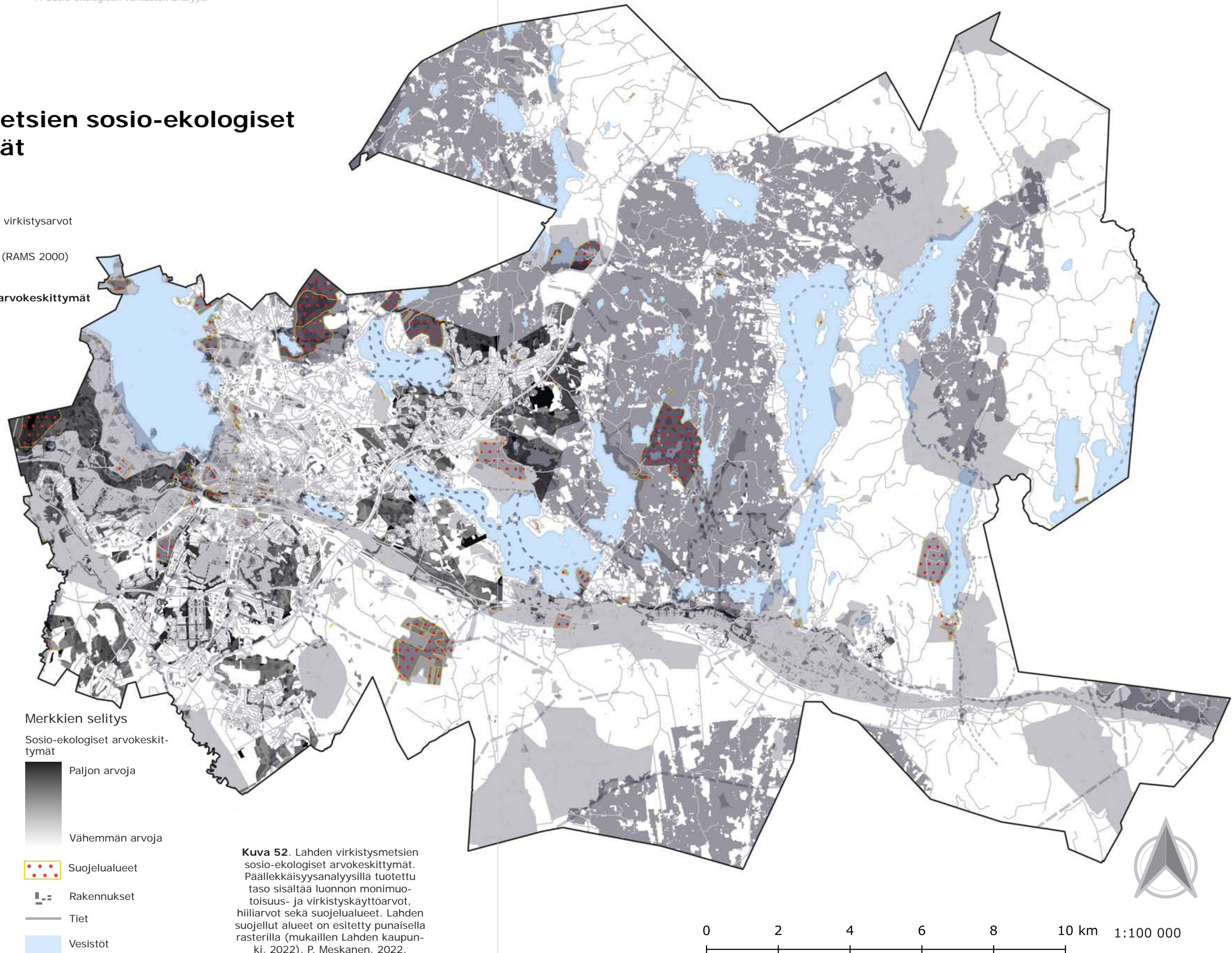
7.4 Virkistymetsien sosio-ekologiset arvokeskittymät



Tällä aukeamalla oleva kartta (Kuva 52) kuvaa Lahden virkistymetsien ilmasto- viisautta tarkasteltuna sosio-ekologisten arvojen kautta. Sosio-ekologiset alueet ovat ilmasto- viisaita, koska niissä on työn viitekehyyksen mukaan otettu huomioon hiilensidonta ja monimuotoisuus. Lisäksi viitekehyyksen kolmas arvo, hyvinvointi, on huomioitu metsien tarjoamien virkistytymismahdollisuuksien ja palveluiden kautta.

Kartalla on myös näkyvissä Lahden suojelualueet (luonnonsuojelu ja RKY) punaisella rasterilla. Kartasta on huomattavissa, että merkittäviä sosio-ekologisia alueita on suojeltu.

Analyysi on toteutettu päällekkäisyysanalyysinä, joka yhdistää sosio-ekologiset arvot yhteen karttatasoon. Menetelmän rajaukset ja karttatasojen asetukset on kuvattu tarkemmin sivun 95 Kuvassa 40. Kartalla ylikorostuvat Lahden kaupungin omistamat virkistymetsät, joista paikkatietoaineistoa hiilen osalta on ollut saatavissa.



Paikallisten sosio-ekologisten arvojen tarkastelu on tärkeää, mutta sen haasteena on eri teemojen arvottaminen keskenään (Potschin & Haines-Young, 2011). Tämän takia analyysissä tuotettiin päällekkäisyysanalyysi, mikä ei arvota eri teemoja vaan asettaa ne keskenään samanarvoisiksi.

Arvokeskittymät muodostuvat kartalla näkyviin tummiin kohtiin, joiden koko ja värin tummuus kuvaavat niiden laajutta ja sosio-ekologisten arvojen määrää kohteessa. Vertailua voi tehdä jatkossa piilottamalla tai lisäämällä analyysiin haluttuja vertailutasoja, tai korostamalla tiettyjä arvoja lisäämällä niiden läpinäkyvyyttä. Tasojen läpinäkyvyys on asetettu arvoon 50 % ja päällekkäisyyden esitystapa on kertominen. Työn liitteenä (Liite 2) on kartta, jossa on näkyvissä luonnon monimuotoisuuden ja hiilensidonnin synergiat Lahden virkistysmetsissä.

Analyysissä on huomioitu kaupungin metsien kasvillisuuden hiilivarastot, hiilihiilut ja maaperän hiilivarastot, luonnon monimuotoisuus sekä maiseman kulttuuriset ja sosiaaliset arvot edellisissä luvuissa esitetyin tiedoin ja rajauksin. Luontoarvojen ja hiilensidontaan liittyvien arvojen päällekkäistarkastelu on mielenkiintoista ja tärkeää, jotta tulevaisuudessa voidaan tiedostaa ne alueet, joiden suojeleminen hyödyttää sekä ilmastonmuutokseen sopeutumista että luonnon monimuotoisuusarvojen turvaamista (M. Honkanen, henkilökohtainen tiedonanto, 12.5.2022).

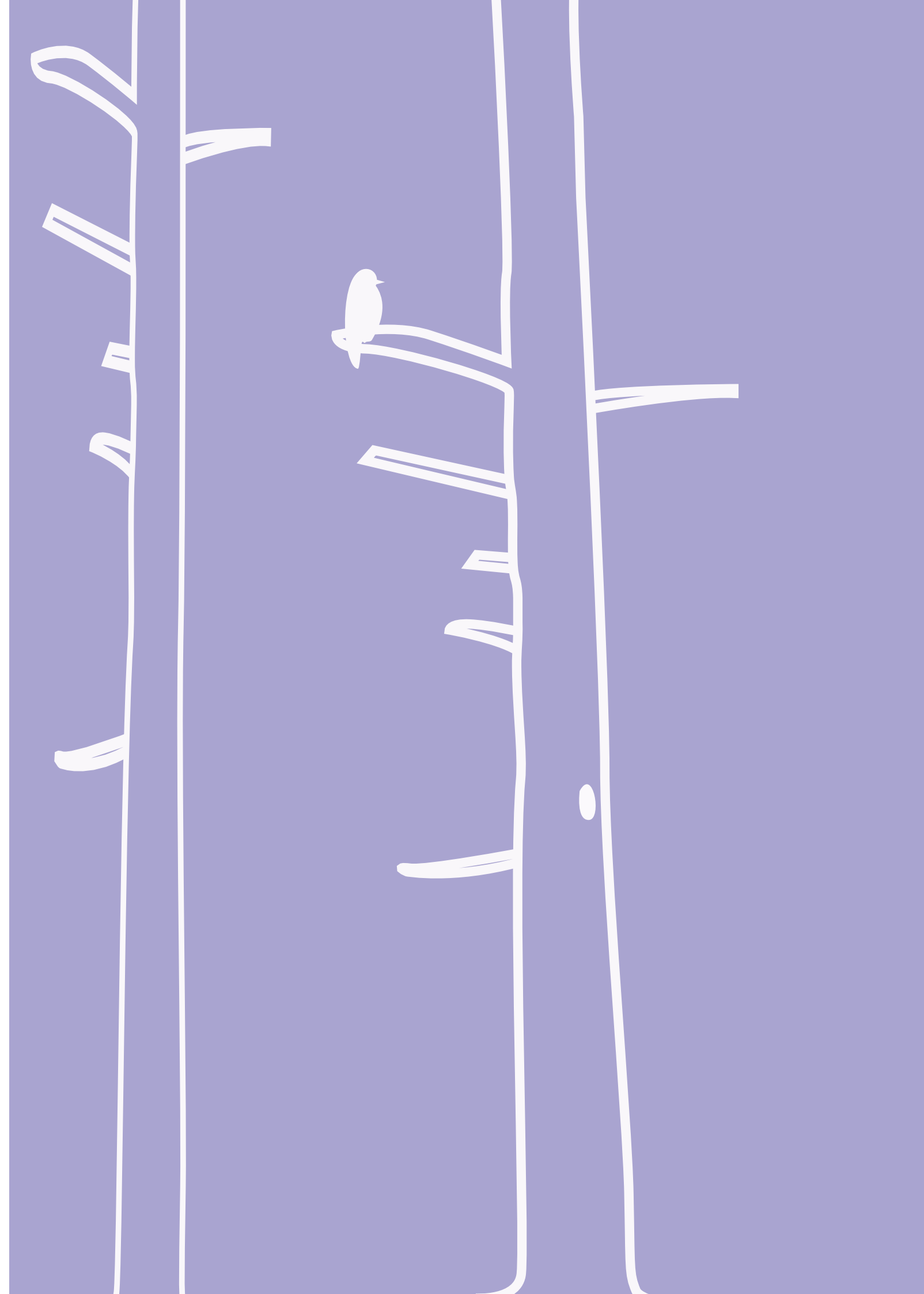
On hyvä huomioida, että sosio-ekologisten arvojen kartalla kaupungin omistamien metsien merkitys ylikorostuu, sillä hiiliarvojen osalta paikkatietoaineistoja on ollut saatavilla vain osasta kaupungin omistamista metsistä. Yksityisten metsien osalta hiiliarvot eivät näy oheis-

sella kartalla. Sen takia karttaa tulisi tulkita vain kaupungin metsien osalta.

Kaupungin metsien arvokeskittymät

Kaupunki omistaa paljon metsää, jossa on sosio-ekologisia arvoja, mutta joita ei ole suojeltu. Kartan tiedot on kerätty Lahden kaupungin paikkatietoaineistoista (2022), joissa on mukana muun muassa kaupungin teettämien luonto- ja luonnon monimuotoisuus selvitysten tuloksia. Analyysissä mukana olevat tiedot on kuvattu edellisten sivujen analyysikartoissa.

Kartalla näkyy Lahden kaupungin omistamat metsät, joissa hiiliarvojen tarkastelun osalta rajauksena on ne kaupungin metsät, jotka on viety uuteen RAMS 2000 -luokitteluun. Sosio-ekologisten arvojen analyysi on mahdollista toistaa työssä kootun paikkatietoaineiston avulla päivittämällä hiiliarvojen tasot sitä mukaa, kuin uusia paikkatietoaineistoja on saatavilla.



7.5 Ohjausvaikutus

Tässä luvussa kuvataan Lahden kaupungin ja kansallisen sekä kansainvälisen tason ohjausvaikutusta ekologisen verkoston kehittämiseksi. Ensin tuodaan esiin Lahden kaupungin vaikutusmahdollisuuksia ja kuvataan kaupunkiorganisaation työtä hiilensidonnasta ja monimuotoisuuden edistämiseksi. Sen jälkeen kuvataan lyhyesti Suomen kansallisen tason ja Euroopan unionin ohjausvaikutusta.

Seuraavalla aukeamalla on esitetty analyysi hiilensidonnasta ja luonnon monimuotoisuusarvojen yhteiskehittämiseksi Lahdessa, sekä arvioitu kehittämisen haasteita ja mahdollisuuksia.

Lahden kaupungin ohjausvaikutus

Kansainvälisen tutkimusryhmän tuore raportti ilmastonmuutoksesta painottaa, että kaupunkien rooli on entistä tärkeämpi ilmasto- ja ympäristöpolitiikan ja muiden sopeutumisen keinojen toimeenpanossa (IPCC, 2019, 2022). Lahden kaupungin ohjausvaikutus hiilensidonnasta ja monimuotoisuuden edistämiseksi näkyy kaupungin strategiassa ja monella suunnittelun tasolla ja mittakaavalla.

Lahti on asettanut tavoitteen hiilineutraaliuden saavuttamiseksi vuoteen 2025 mennessä, joka on yksi kaupunkistrategian tavoitteista (Lahden kaupunki, 2022d). Kaupungin strategia (2022d) asettaa tavoitteita myös lähiluonnon virkistyskäytön parantamiseksi ja luonnon monimuotoisuuden vahvistamiseksi. Hiilensidonnasta, luonnon monimuotoisuuden tai molempien arvojen parantamiseen on otettu kantaa ainakin seuraavissa kaupungin julkaisuissa ja suunnittelussa:

1. Lahden kaupungin strategia "Lahti 2030 - Tehty kestäväksi" (2022d)
2. Lahden suunta –työ
3. Ympäristöpääkaupunki -toimenpideohjelma (Lahden kaupunki, 2020a)

4. Ympäristöohjelma (Lahden kaupunki, 2018)
5. Ympäristövahti -verkkosivut (Lahden kaupunki, 2020a)
6. Maakuntatason selvitykset (mm. Päijät-Häme, viherverkostot)
7. Kaavoitus ja kaavaselvitykset (yleis- ja asemakaavat)
8. Lahden kestävän energian ja ilmastonmuutoksen toimenpideohjelma vuodelle 2030 (Lahden kaupunki, 2020b)
9. Lahden metsien hoito- ja käyttöperiaatteet (Miettinen, 2014)
10. Luontoaskel terveyteen. 10-vuotinen ohjelma, joka yhdistää Päijät-Hämeen alueen terveys- ja ympäristötavoitteet (Päijät-Sote, 2022).

Lahden kaupungin vuonna 2018 julkaisemassa ympäristöohjelmassa on asetettu toimenpiteitä ilmasto- ja ympäristökestävyyden edistämiseksi. Ohjelma määritteli tavoitteet vuoteen 2021 mennessä. Tavoitteena on ollut toteuttaa ilmastonmuutokseen varautumisen ja sopeutumisen tavoiteohjelma, käynnistää ilmastonmuutokseen varautumisen perehdytys toimialoilla ja yrityksille, sekä käynnistää toimet kaupungin hiililähteen parantamiseksi. Tavoitteiden toteutumisen seurannan mittariksi ympäristöohjelmassa on asetettu hiilinielut sekä suunnitelmien toteutumistaso (Lahden kaupunki, 2018).

Lahden kaupunkiorganisaatio otti vuonna 2020 käyttöön ympäristövahti -verkkosivuston, joka tuo näkyväksi ja kokoaa yhteen kaupungin ympäristötyötä. Sivustolle on koottu toimenpiteet ja indikaattorit, joihin kaupunkiorganisaatio voi suoraan vaikuttaa ilmasto- ja ympäristötavoitteiden seuraamiseksi. Ympäristövahtiin on koottu toimenpiteet Lahden kestävän energian ja ilmastonmuutoksen toimenpideohjelmasta ja Lahden ympäristökaupunki -toimenpideohjelmasta (Lahden kaupunki, 2020a). Ympäristövahtiin on kerätty myös aikaisempina vuosina kaupungin vuosittais-

sa ympäristökatsauksessa (Lahden kaupunki, 2021d) esiteltyä kaupungin ympäristöön liittyvää mittariaineistoa (Lahden kaupunki, 2020). Kaupungin vuosittainen ympäristökatsaus on julkaistu vuodesta 2002 alkaen ja kirjoitushetkellä uusin katsaus on vuodelta 2020 (Lahden kaupunki, 2021d).

Yksi Lahden ympäristöohjelman toimenpiteistä määrittelee, että kaupungin energiantuotannon ja kulutuksen päästöjä kompensoidaan Lahdessa hiilinieluihin paikallista luonnonsuojelua lisäämällä. Vuosien 2021–2030 aikana tavoitteena on lisätä kaupungin toimialojen kompensatioita ja ohjata niitä mahdollisimman vaikuttaviin kohteisiin, kuten metsitykseen ja hiilinieluojelmiin (Lahden kaupunki, 2020b). Mittarina hiilikompensaatiolle toimii kompensatioihin käytetty rahamäärä sekä Lahden kaupungin hiilitase (2020a). Hiilinielujen lisäämisen ohella tärkeää on varmistaa nykyisten hiilivarastojen säilyminen.

Kaavoituksessa hiiliarvojen säilyttäminen on taustatietona. Sillä voi olla vaikutusta ratkaisuihin esimerkiksi viheralueiden säilyttämisen osalta (M. Silvast, henkilökohtainen tiedonanto 22.3.2022). Lisäksi kaupunki on laatinut selvityksiä luonnon monimuotoisuusalueista ja tehnyt työtä vieraslajien torjumiseksi (Ojala & Rosberg, 2020).

Kansallinen ohjaus

Suomen valtakunnallinen tavoite on saavuttaa hiilineutraalius vuonna 2030. Valmistella on mittavia lakiuudistuksia muun muassa Maankäyttö- ja rakennuslakiin. Uudistukset tulevat ohjaamaan maankäyttöä ja rakentamista ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi ja siihen sopeutumiseksi (Soimakallio et al., 2021, s.8–10).

Suomessa on valmisteilla uusi kansallinen metsästrategia. Strategian päämääränä on muun muassa metsien monipuolinen käyttö ja metsien elinvoimaisuuden vahvistaminen, sekä monimuotoisuusarvojen ja sopeutumiskyvyn parantaminen (Hamberg & Löfström, 2009; MMM, n.d.). Uudistuksia verrattuna edelliseen on etenkin virkistyskäytön monipuolistuminen,

sopeutumiskyky ja laajempi metsien käsittelyn strateginen hallinta.

Kansainvälinen ohjaus

EU:n työ luonnon suojelemiseksi alkoi 1970-luvulla, kun lintujensuojelulaki astui voimaan (Euroopan komissio, 2020) ja on toiminut kansainvälisesti aktiivisena toimijana luonto- ja ilmastotyössä. EU:ssa on valmisteilla uusi biodiversiteettistrategia, joka tulee ohjaamaan luonnonsuojelualueiden lisäämistä luontokadon pysäyttämiseksi.

Euroopan unionin on sitoutunut hiilineutraaliuden tavoitevuoteen 2050 (Euroopan parlamentti, 2019). Samaan vuoteen mennessä tavoitellaan kokonaisheikentymättömyyttä. EU:n biodiversiteettistrategian (2020) visio on, että vuoteen 2050 mennessä kaikki maailman ekosysteemit on palautettu ja riittävän suojeltuja (Euroopan komissio, 2020). Yksi biodiversiteettistrategian toimenpiteistä on, että nykyistä Natura 2000 -suojelualueverkostoa laajennetaan kattamaan alueita, joilla on merkittäviä luonnon monimuotoisuus- ja ilmastoarvoja.

Toteutuessaan strategia tulee vaikuttamaan laajasti EU:n tason säätelystä kansalliseen tasoon ja alueiden suojeluun. Aluetason säätelyllä on merkittävä rooli toimenpiteiden toimeenpanossa. Tässä työssä on kehitetty menetelmä luonto- ja ilmastoarvojen tunnistamiseen paikallistoanalyyysin perusteella. Menetelmää voi hyödyntää suojelualueiden määrittämisessä eri mittakaavoissa.

SWOT-analyysi

Tämän aukeaman Kuva 53 on SWOT -analyysi Lahden kaupungin omistamien virkistysmetsien monimuotoisuuden ja hiilensidonnin yhteishuomioinnin näkökulmasta. Analyysissa on tunnistettu vahvuudet, heikkoudet, mahdollisuudet ja uhat arvojen yhteiskehittämiseksi Lahden kaupungissa.

Kokonaisuudessaan Lahden kaupungilla on erinomaiset mahdollisuudet parantaa ilmastoviisautta. Heikkouksien ja uhkien tunnistaminen mahdollistaa niihin varautumisen ja mahdollisesti ilmenevien haasteiden ennakoimisen. Ennakoimalla uhkia ja tunnistamalla heikkou-

det toimintaa voidaan kehittää kestäväksi ja sopeutuvaksi.

Tässä työssä kehitetyssä metsien ilmastovii- saan hallinnoinnin toimintamallissa on huomioitu tämän aukeaman SWOT-analyysi. Toimintamalli on kehitetty vastaamaan Lahden kaupungin mahdollisuuksiin ja vahvuuksiin sekä mukautumaan mahdollisiin haasteisiin.

Vahvuudet

Kaupungin strategia ohjaa kestäväan ajatteluun.

Lahden kaupunki tavoittelee hiilineutraaliutta vuoteen 2025 mennessä.

Lahden kaupunki oli Euroopan ympäristöpääkaupunki vuonna 2021.

Lahti edistää monipuolisesti työtä luonnon monimuotoisuuden parantamiseksi.

Kestävät ja vastuulliset metsänhoidon periaatteet, jotka ohjaavat kaupungin metsien käsitte- lyä.

Luonnonsuojelun edistäminen ja suojelualueiden lisäämisen tavoitteet.

Monialainen osaaminen ja asiantuntijuus. Haluk- kuus yhteistyöhön ja kyky kehittää toimintaa.

Ympäristökehittäminen ja ketteryys toimia. Monipuolinen työ kestävyden edistämiseksi eri toimialoilla ja yhteistoiminnan kehittäminen.

Kaupungin ympäristö- ja luonto-ohjelmat.

Kunta- ja maakuntatason selvitykset.

Luonnon monimuotoisuuden paikkatietoaineistot.

Metsien paikkatietoaineistot ja hiiliarvot.

Yhteistyö maakuntatasolla ja alueellisella tasolla.

Kansalliset ja kansainväliset yhteistyöverkostot.

Tutkimus- ja oppilaitosyhteistyö.

Yritysyhteistyö.

Heikkoudet

Monimuotoisuuden ja hiilensidonnin monimut- kaiset vaikutukset. Monimutkaiset luonnonpro- sessit ovat vaikeasti hahmotettavissa ja hallitta- vissa.

Tehtävien toimenpiteiden vaikutusten tunnistami- nen, arvottaminen ja arvioiminen on vaikeaa.

Saatavilla olevien paikkatietoaineistojen rajalli- suus. Saatavilla olevien aineistojen raja- us voi vaikuttaa lopputulokseen ja ohjata kehittämistä liikaa.

Kokonaiskuvan hahmottaminen nykyisistä toimintatavoista ja vastuun jakautumisesta on vaikeaa.

Saatavilla oleva tieto on hajautunut eri sidosryh- mien käyttöön.

Kuntatason ohjaus monimuotoisuuden ja hiiliar- vojen edistämiseksi on yleispiirteistä ja jättää tulkinnan varaa.

Kunta omistaa vain osan kaupungin metsäalueis- ta, joten toimenpiteiden vaikuttavuus jää heikok- si.

Yhteiskehittämisen riippuvuus poliittisesta tuesta ja rahoituksesta.

Toteutuminen pitkällä aikavälillä on riippuvaista monella mittakaavalla tehtävistä ratkaisuisista. Esimerkiksi kaupungin strateginen ohjaus, kaavoitus ja maankäytön muutokset.

Luonnonsuojelun ja taloudellisten etujen ristirii- taiset tavoitteet vaikeuttavat yhteiskehittämistä.

Luontoarvojen arvottaminen on vaikeaa ja hyödyt kohdentuvat laajasti ja pitkän ajan kuluessa, joten niitä voi olla vaikea perustella.

Koordinoidun viestinnän ja yhteistyön puute.

Metsänhoidon perinteisten tapojen muuttaminen voi olla hidasta.

Tehtävien toimenpiteiden ennakoimattomat vaikutukset.

Kuva 53. SWOT-analyysi. Lahden kaupungin virkistysmetsien hiiliarvojen ja monimuotoisuuden yhteiskehittämisen vahvuudet, mahdollisuudet, heikkoudet ja uhat. Kuvan informaatio on analyysi työssä esitetystä kansainvälisestä tutki- muskirjallisuudesta ja Lahden kohdealueen analyysistä. P. Meskanen, 2022.

Mahdollisuudet

Kestävyysskriisi ja tarve uudelleenratkaisuille.

Yhteistyön kehittäminen. Sidosryhmäyhteistyön ja toimivan tiedonvaihdon kehittäminen.

Monimuotoisuutta ja hiilensidontaa kuvaavien paikkatietoaineistojen kehittäminen.

Vastuun jakautuminen ja monipuolisen osaamis- kentän hyödyntäminen toimintaa koordinoimalla. Koulutus, sekä eri tieteenalojen ja sidosryhmä- osaamisen jakaminen.

Hiiliarvojen ja monimuotoisuuden yhteiskehittämi- nen. Kaupungin sosio-ekologisen verkoston kehittäminen parantaa sosiaalisia ja ekologisia arvoja.

Uusien ja jo käytössä olevien, hyviksi todettujen toimintatapojen vieminen strategiaan toimintaa ohjaavaksi tavoitteeksi.

Strategian tavoitteiden täsmentäminen.

Uusien ratkaisujen kehittäminen, toimeenpano ja seuranta.

Vaikutusten tunnistaminen ja mukautuminen muutoksiin ja muutostarpeisiin.

Pitkän aikavälin tavoitteiden asettaminen. Arvojen säilyttäminen pitkällä aikavälillä auttaa luontoka- don hidastamista ja ilmastomuutokseen sopeutu- mista.

Vuorovaikutus ja vuoropuhelu metsänomistajien kesken. Yksityisten metsänomistajien huomiointi sidosryhmäyhteistyössä.

Vaikuttavuuden parantaminen tiedon jakamisen kautta. Tiedon ja hyvien kokemusten jakaminen ja läpinäkyvä viestintä.

Yhteistyöverkoston luominen ja toiminnan kehittä- minen. Yhteinen kehittämisen alusta.

Lahden maantieteellisen alueen paikkatietoaineis- tojen kehittäminen myös metsäaineistojen osalta.

Joustavat toimintamallit ja kyky mukautua.

Riskien tunnistaminen ja niihin varautuminen.

Kokonaisheikentymättömyyden tavoitteen asetta- minen.

Uhat

Ilmastonmuutos. Ilmaston lämpeneminen, kasvillisuusvyöhykkeiden muuttuminen ja muuttuvat sääolosuhteet. Ennakoimattomat vaikutukset.

Luontokato. Köyhtyvät ekosysteemit ja luonnon monimuotoisuuden heikentyminen kaupunkiym- päristöissä.

Maankäytön muutokset ja metsiin kohdistuvat paineet heikentävät kaupunkiluonnon eheyttä ja monimuotoisuutta. Kasvitaudit, tuhot ja pirsta- loituminen.

Hiilivarastojen heikentäminen hiilinielujen lisäämisen perusteena johtaa kokonaistilan heikentymiseen.

Saatavilla olevan tiedon painotukset ja rajauk- set vaikuttavat ratkaisuihin. Tyytyminen saata- valla olevaan tietoon.

Kuntatason yhteisten päämäärien ja periaattei- den puuttuminen voi johtaa ristiriitaisiin ratkai- suihin.

Ekosysteemipalveluiden ja monimuotoisuuden rooli kaupunkiympäristöissä voi jäädä epäsel- väksi. Monimutkaisuus ja arvottamisen puute.

Tyytyminen jo kehitettyihin periaatteisiin ja haluttomuus kokeilla uutta.

Viestinnän ja yhteistyön unohtuminen. Monipuolisen osaamiskentän yhteistyön puute voi uhata yhteisiä päämääriä ja aiheuttaa ristiriitoja, vaikka periaatteessa tavoitteet ovat yhtenevät.

Ajallinen paine ja kiire voivat johtaa liian hätäisiin kompromisseihin. Nopeasti tehtävien ratkaisujen harkinnan ja kokonaisvaltaisen vaikutusten arvioinnin puute.

Koko kunnan maantieteellisen pinta-alan metsien käsittely on kunnan suoran toiminnan ulottumattomissa. Yksityisten metsänomistajien tärkeän roolin unohtuminen.

Riippuvuussuhteet kaavoitukseen, maankäytön ohjaukseen, strategiaan ja muuhun toimintaan.

Metsätalouden poliittiset ja lainsäädännölliset muutokset ja näiden vaikutusten epävarmuus metsien käsittelyyn.

Poliittisen ohjauksen epävarmuus. Kansallisen ja kansainvälisen ohjausvaikutuksen muutokset ja epävarmuus uusien säädösten sisällöstä.

8. Konseptisuunnitelma

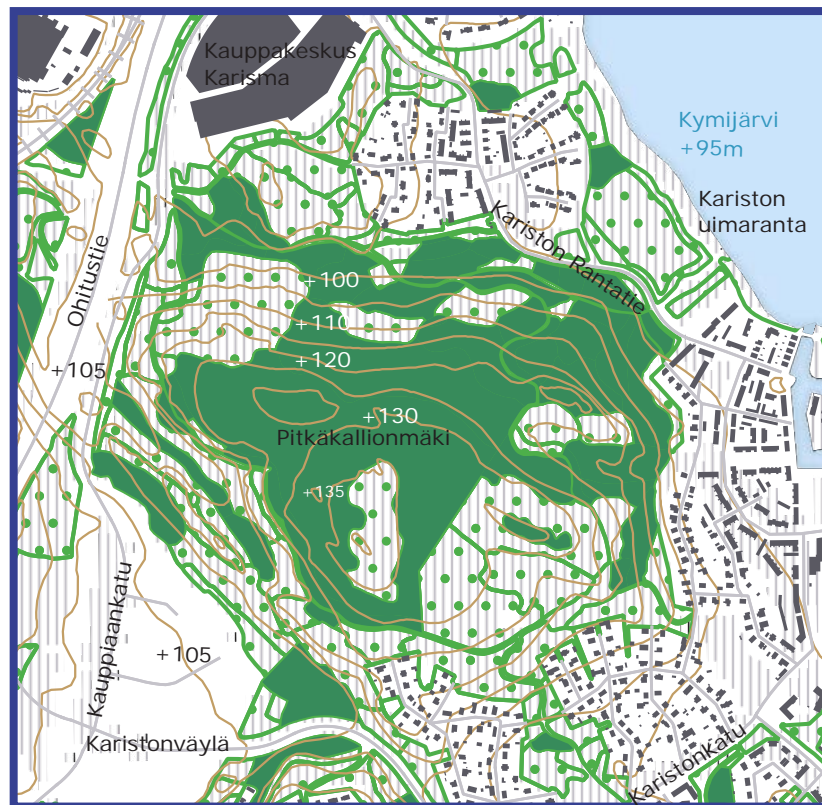
8.1 Pitkäkallionmäki

Sijainti

Seuraavaksi siirrytään Lahden Karistoon Pitkäkallionmäen konseptisuunnitelman alueelle. Työssä tunnistettujen hiilensidontaa tai luonnon monimuotoisuutta edistävien toimenpiteiden käytön havainnollistamiseksi niitä sovelletaan tässä konseptisuunnitelmassa. Tarkastelualueeksi on valittu sosio-ekologista arvokeskittymäkarttaa tarkastelemalla hyvät sosio-ekologiset arvot omaava Pitkäkallionmäen virkistysmetsä, joka on kuvattu Kuvan 54 kartassa.

Alueen sijainti on esitetty Kuvassa 55 ja se sijaitsee Lahden Järvenpään kaupunginosassa Karistossa. Pitkäkallionmäellä on virkistysmetsää ja ulkoilu- maastoja. Mäki on kuusivaltainen noin 90 ha kokoinen selännealue Salpausselän ja Kymijärven välissä. Mäen korkein kohta kohoaa 140 metriin Kymijärven pinnan ollessa noin 95 metrin ja länsipuolen Ohitustien noin 105 metrin korkeudella.

Alue rajautuu lännessä valtatie 75:een ja pohjoisessa kauppa-keskus Karismaan, sekä Kariston rantatien värikkääseen omakotitaloalueeseen. Itäpuolella kiemurtelevaa Kariston rantatietä reunustavat asuinalueet erottavat metsän Kymijärvestä. Etelässä metsä rajautuu Karistonkadun idylliseen asuinalueeseen ja Karistonväylän ja Kauppiaankadun kulmaan, joka on kaavoitettu asuinalueeksi.

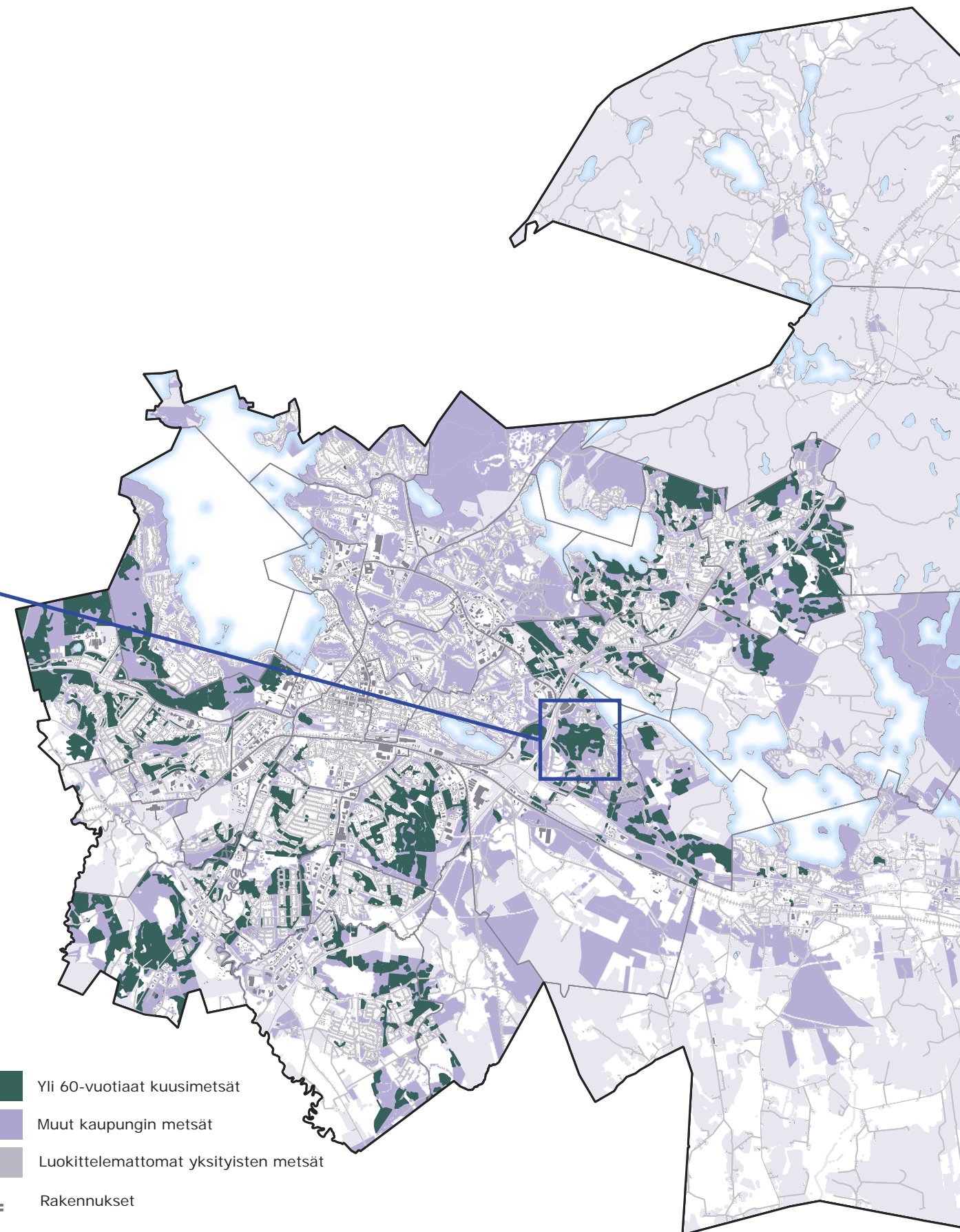


0 200 400 m 1:15 000

Merkkien selitys

- Vähintään 60 vuotiaat kaupungin kuusimetsät
- Muut kuusivaltaiset metsät
- Muut kaupungin metsät
- Järvi
- Rakennukset
- Korkeuskäyrät ja korkotaso, 5 m

Kuva 54. Kohdealue kartalla (mukaillen MML, 2021 [korkeusmalli ja maastotietokanta]; Lahden kaupunki, 2022). P. Meskanen, 2022.



- Yli 60-vuotiaat kuusimetsät
- Muut kaupungin metsät
- Luokittelemattomat yksityisten metsät
- Rakennukset
- Kaupunginosat
- Vesistöt

Kuva 55. Tarkastelualueen sijainti. Kartalla on vähintään 60-vuotiaat kuusivaltaiset metsät ja muut kaupungin metsät (mukaillen Lahden kaupunki, 2022). P. Meskanen, 2022.

0 2 4 6 8 10 km 1:100 000

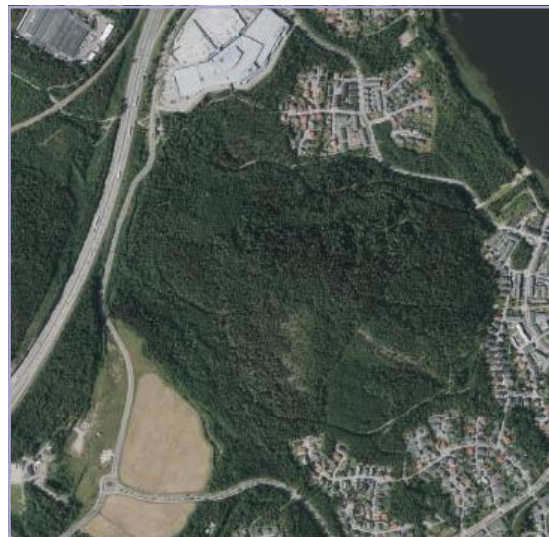
Alueen esittely

Tällä sivulla on esitetty Pitkäkallionmäkeä kuvaavaa kartta-ainestoa. Kuva 56 on ote Pitkäkallionmäen ajankohtaisesta asemakaavasta. Alue on kaavoitettu virkistyskäyttöön ja mäen ympärillä on asuinalueita, koulu, päiväkotia ja liiketiljoja. Mäen pohjoispuolella on kauppakeskus Karisma, itäpuolella asuinalueita ja ranta ja pienilmastoltaan suotuisalla etelärinteellä on rauhallinen omakotitaloalue.



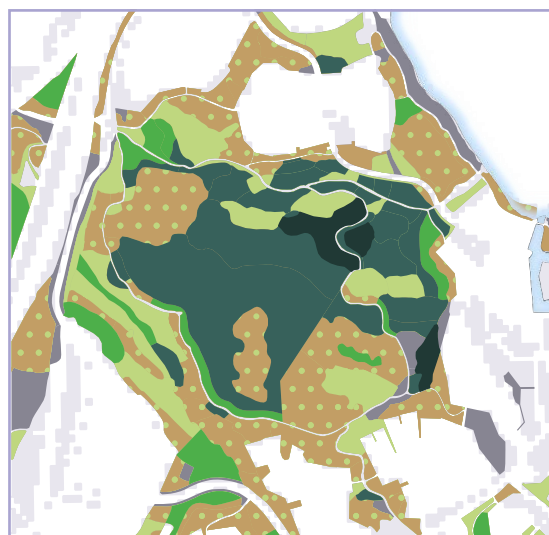
Kuva 56. Asemakaava. Lahden kaupunki, 2022.

Lounaiskulmaan on kaavoitettu asuinalue, jota ei ole vielä rakennettu. Kuvan 57 ilmakuvasta on havaittavissa alueen puuston maisema. Muuten Pitkäkallionmäki ja sen ympäristö on puustoista. Mäen metsätyyppejä on kuvattu Kuvassa 58.



Kuva 57. Ilmakuva. Lahden kaupunki, 2021.

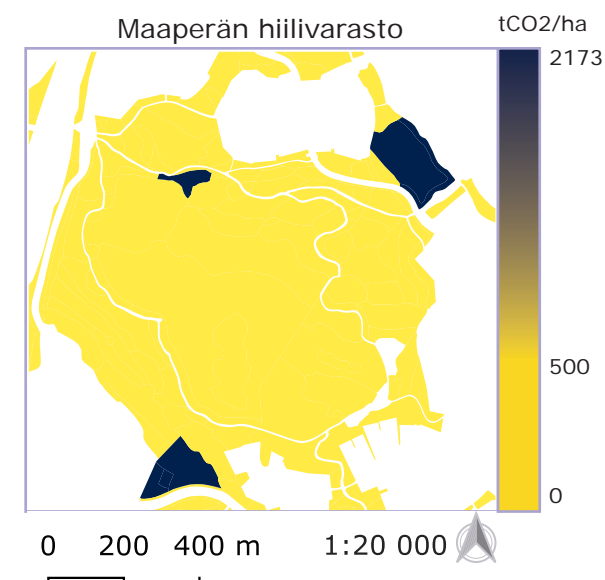
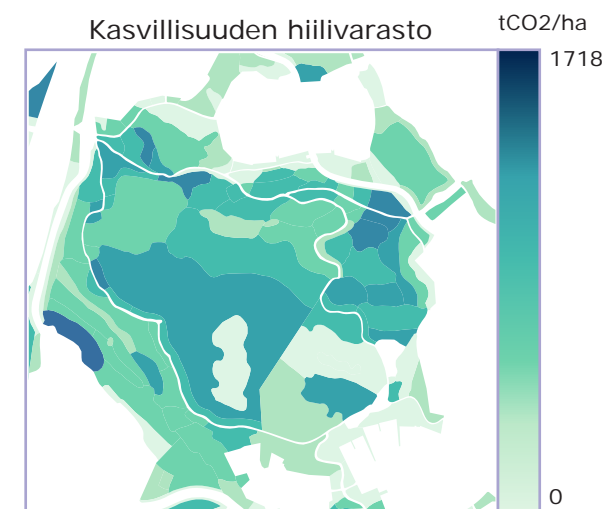
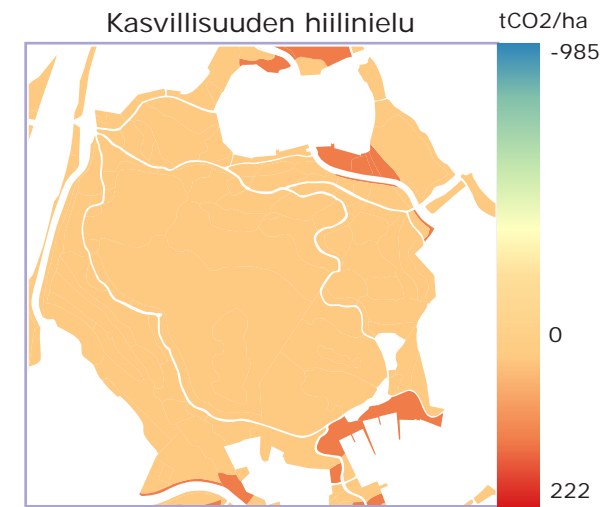
Mäen laella sijaitsevat kallioalueet ovat miellyttävät virkistytymispaikat alueen asukkaille ja metsässä kulkeville koululaisille. Hiihtäjille Pitkäkallionmäki tarjoaa muutaman kilometrin pituisen kumpuilevan kiertolenkin ja Kymijärven latuja pitkin reitti kulkee Villähteen satamaan saakka. Alue on virkistyskäytön ja monimuotoisuusarvojen solmukohta.



Merkkien selitys
 Kuusivaltaiset metsät
 - yli 100 v
 - 71-100 v
 - 60-70 v
 - 0-59 v
 Kuusivaltaiset mäntymetsät
 Mäntymetsät
 Sekapuustoiset lehtimetsät
 Muut kaupungin metsät

Kuva 58. Metsäkuviot pääpuulajeittain. Lahden kaupunki, 2022.

Hiilianalyysi



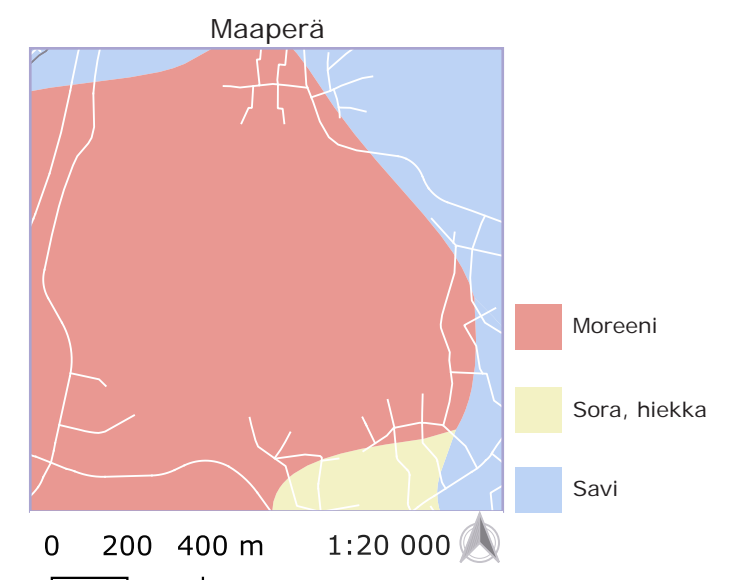
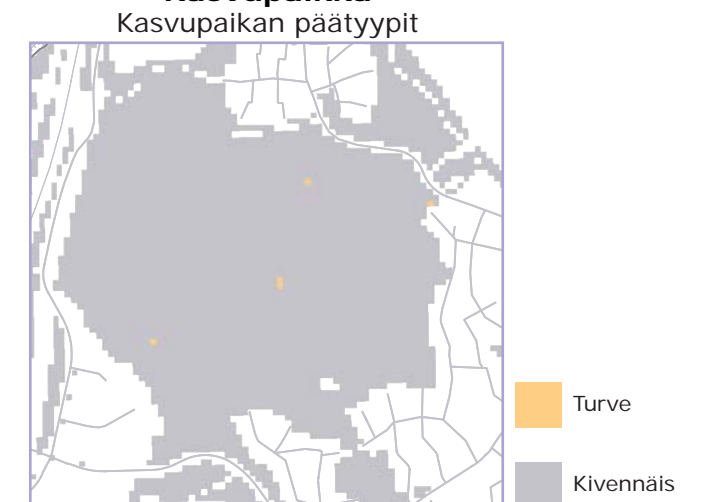
Kuva 59. Pitkäkallionmäen hiilianalyysit ja kasvupaikka (mukaillen Lahden kaupunki, 2022). P. Meskanen, 2022.

Hiiliarvot

Tällä sivulla on esitetty Pitkäkallionmäen metsien paikkatietoaineistoon pohjautuen hiilianielysi sekä alueen kasvuolosuhteet (Kuva 59). Alueen vanhojen kuusimetsien hiilivarasto on hyvä. Hiilinielu ei ole erityisen suuri, sillä puusto on jo suhteellisen vanhaa ja sen kasvuvauhti on hidastunut.

Maaperän hiilivarastot ovat keskimääräiset. Alueella on muutama tumman sininen metsäkuvio, joissa maaperään on sitoutunut paljon hiiltä. Alueet ovat tiheitä kuusivaltaisia sekametsiä.

Kasvupaikka

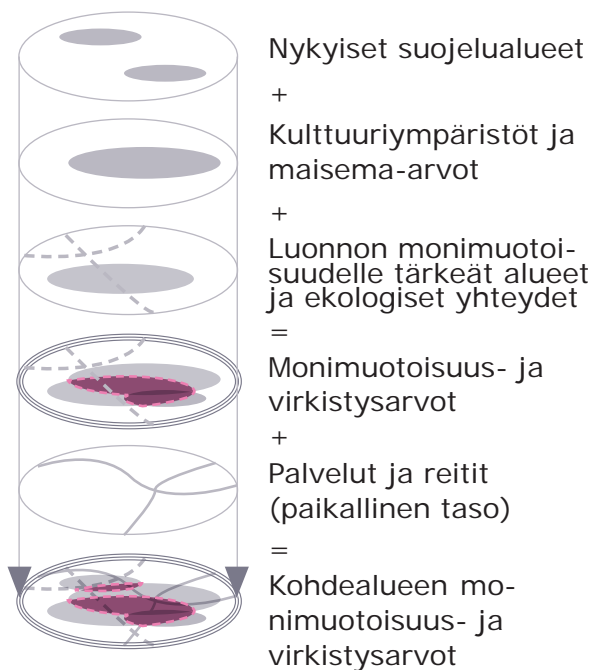


Pitkäkallionmäen nykyiset monimuotoisuus- ja virkistysarvot

Viereisen sivun kartalla Kuvassa 60 on esitetty Pitkäkallionmäen monimuotoisuus- ja virkistysarvot. Kuvassa 61 on havainnollistettu konseptisuunnitelman tarkastelun rajaukset.

Pitkäkallionmäki on määritelty Lahden kaupungin viheralueiden luokittelussa retkeilyalueeksi. Mäen alarinteilla asutuksen läheisyydessä on myös lähivirkistysalueita. Mäellä sijaitsee päiväkotien ja koulujen lähiluontoalueet, jotka sijoittuvat osittain päällekkäin päiväkodin alueen rajautuessa pienempään osaan mäen itärinteelle.

Alueeseen sisältyy pienempiä LUMO-alueita, jotka ovat Lahden kaupungin määrittelemiä luonnon monimuotoisuudelle tärkeitä alueita. Lisäksi alueen vanha puusto lisää monimuotoisuuden arvoja ja mäen päällä sijaitsee myös luonnon monimuotoisuudelle tärkeä metsien ydinalue. Alue yhdistyy kaupungin ulkoilureittiin ja yhdistää reitin vesistöön. Pitkäkallionmäen ja Kymijärven välissä on kaupunginosapuisto ja risukoinen metsikkö.



Kuva 61. Monimuotoisuus- ja virkistysarvojen tarkastelun konsepti. P. Meskanen, 2022.

Merkkien selitys

- Polut
- Ladut, ulkoilureitit, lenkipolut
- Ulkoilureitit
- Tiet
- Rakennukset
- Vesistöt
- Kosteikot

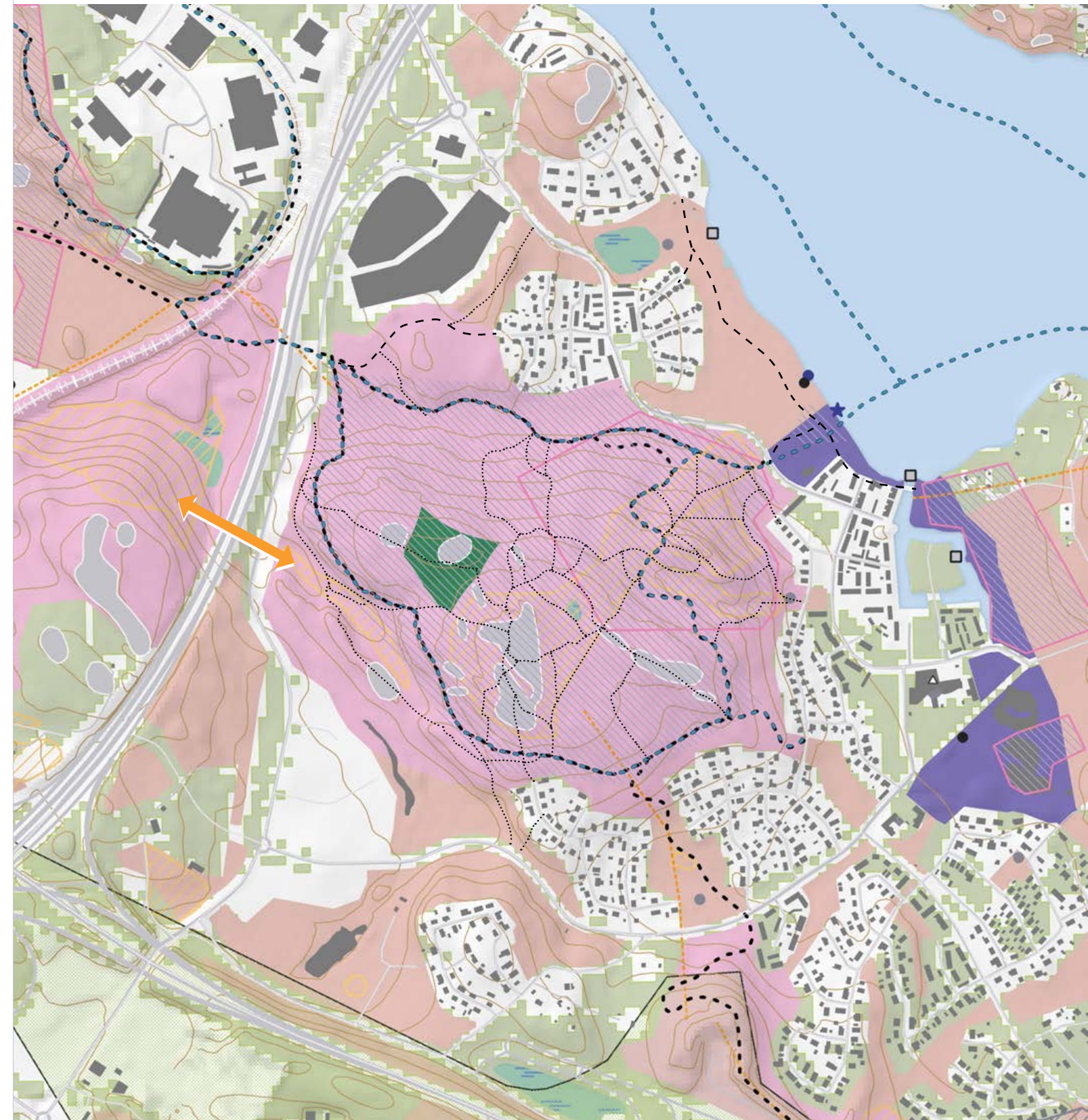
Monimuotoisuus- ja virkistysarvot

- Retkeilyalue
- Lähivirkistysalue
- Kaupunginosapuisto
- Muut metsäalueet
- Päiväkotien lähiluontoalueet
- Koulujen lähiluontoalueet
- Metsien ydinalueet
- LUMO-alue
- Paikalliset viheryhteydet
- Maakunnalliset viheryhteydet
- ↔ Viheryhteystarve

Palvelut

- Leikkipaikat
- Satamapalvelut
- Uinti ja vesiturheilu
- ★ Uimarannat
- Ulkoliikuntapaikat
- △ Koulut

Kuva 60. Kartta konseptisuunnitelman alueen monimuotoisuus- ja virkistysarvoista (mukailien SYKE, 2021 [korkeusmalli ja peruskartta-aineistot]; Lahden kaupunki, 2022). P. Meskanen, 2022.



0 100 200 300 400 500 m

1:10 000



Pitkäkallionmäen sosio-ekologiset arvokeskittymät

Viereisen sivun Kuvassa 63 on esitetty Pitkäkallionmäen sosio-ekologiset arvokeskittymät. Alueella on paljon sosio-ekologisia arvokeskittymiä, ilmastoivaisia metsiä ja merkittäviä monimuotoisuusarvoja. Alueella on kaupungin määrittelemä LUMO-alue, jossa on arvokkaita luontokohteita.





Parhaat sosio-ekologiset arvot alueella sijaitsevat mäen ja Kymijärven välisessä metsikössä, jonka hiilivarasto on suuri. Alueella on paljon vanhaa kuusimetsää, joiden metsäkuviolla on hyvä hiilivarasto ja alueet korostuvat sosio-ekologisessa kartassa. Vanhoihin kuusimetsiin kohdistuu paineita tulevaisuudessa, joten ne ovat haavoittuvia. Alueen hiilivarastot saattavat tulevaisuudessa heikentyä esimerkiksi tuholaisien myötä.

Alueen eteläreunassa on toinen merkittävä alue, joka sijaitsee asumiseen kaavoitetun alueen vieressä. Alueeseen kohdistuu tulevaisuudessa enemmän käyttöä, mikä voi heikentää sen kasvillisuuden ja maaperään sitoutuneen hiilen määrää ja luonnon monimuotoisuusarvoja.



Seuraavalla aukeamalla esitettävässä konseptisuunnitelmassa kiinnitetään huomioita sosio-ekologisten arvojen säilyttämiseen ja säilymisen turvaamiseen pitkällä aikavälillä, mikä on tärkeää vaikuttavuuden aikaan saamiseksi. Lisäksi nykyisiä arvoja vahvistetaan ja puuston ilmastokestävyyttä valmennetaan kestävämpään paremmin ilmaston lämpenemisen ja virkistyskäytön tuomia paineita.

Merkkien selitys



Taustakartta

-  Rakennukset
-  Vesistöt
-  Tiet
-  Korkeuskäyrät, 5m



Sosio-ekologiset arvot

-  Paljon arvoja
-  Vähemmän arvoja

Lähiluontokohteet

-  Koulujen lähiluontoalueet
-  Päiväkotien lähiluontoalueet

Palvelut ja reitit

-  Leikkipaikat
-  Ladut, ulkoilureitit, lenkipolut
-  Satamapalvelut
-  Uinti ja vesiturheilu
-  Uimarannat
-  Ulkoliikuntapaikat
-  Koulut ja päiväkodit



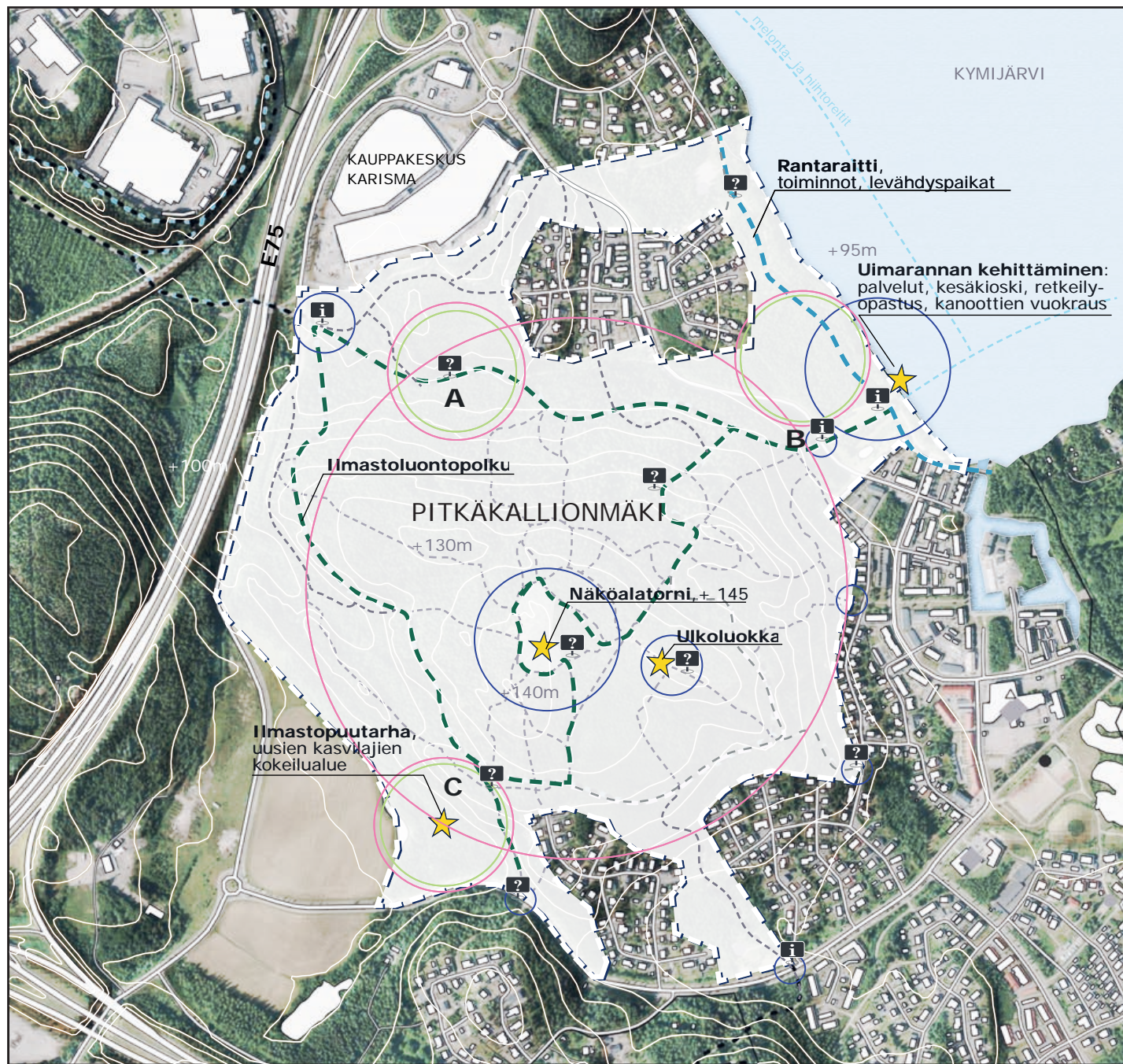
0 100 200 300 400 500 m

1:10 000



Kuva 62. Kartta Pitkäkallionmäen sosio-ekologisista arvokeskittymistä (mukaillen Lahden kaupunki, 2022). P. Meskanen, 2022.

Konseptisuunnitelma Pitkäkallionmäen ilmastoviisauden parantamiseksi



Kuva 63. Konseptisuunnitelmakartta (ilmakuva Lahden kaupunki, 2021). P. Meskanen, 2022.

Merkkien selitys

--- Suunnittelualueen rajaus

★ Näköalapaikat, päätoiminnot

○ Virkistyskäytön solmukohdat, joita kehitetään

○ Hiilensidonnain solmukohdat, joita kehitetään

○ Monimuotoisuuden solmukohdat, joita vahvistetaan

■ Alueopaste

■ Ilmastopolun infotaulu

--- Polkuverkosto, jota kehitetään

--- Ilmastoluontopolku, metsän pääreitti, jonka varrelle sijoitetaan opastekylttejä

--- Rantaraitti, palveluita kehitetään

Taustakarttamerkinnot

■ Rakennukset

■ Tiet

■ Vesistöt

— Korkeus, 5m

Konseptisuunnitelma

Kuvan 63 kartta on konseptisuunnitelma Pitkäkallionmäen ilmastoviisauden ja virkistysarvojen parantamiseksi. Tällä ja seuraavilla sivuilla on kuvattu, miten konseptisuunnitelma huomioi ja parantaa sosio-ekologisia arvoja parantamalla virkistyskäytön, hiilensidonnain ja luonnon monimuotoisuuden arvoja.

Virkistyskäyttö

Ilmastoluontopolku ja opasteet

Polku perustetaan koululaisten lähivirkistysalueille. Se antaa tietoa metsän prosesseista ja kehottaa vuorovaikutukseen ilmastoviisaan metsäympäristön kanssa. Polun varrelle sijoitetaan infotauluja, jotka kertovat alueen ilmasto- ja luontoarvoista.

Kulkemista ohjataan alueopastetauluin, joissa on alueen kartta, sekä infotauluin. Oppilaat ja muut metsässä kulkijat oppivat luonnon monimuotoisuudesta ja hiiliarvoista metsäpolun varrella sijaitsevia opastekylttejä lukemalla ja luontoa havainnoimalla.

Opastekylttejä voi asentaa paikkoihin, joissa ihmisten sosiaaliset toiminnot ja virkistysmetsät kohtaavat - esimerkiksi uimarannoille, liikuntapaikoille ja hiihtolatuksen levähdyspaikoille. Ympäriöivän luonnon arvojen tiedostaminen voi auttaa perustelevaan tehtyjä metsänhoidon ratkaisuja ja lisätä kaupunkilaisten ilmastotietoisuutta. Läpinäkyvä tiedon jakaminen voi auttaa arvojen säilymistä ja lisätä tavoitteisiin sitoutumista pitkällä aikavälillä.

Kulun ohjaaminen

Virkistyskäytön aiheuttamaa kulumista lievennetään ohjaamalla kulkemista suunniteltuja reittejä pitkin. Levähdyspaikoille rakennetaan kulutuksenkestäviä oleskelutasoja, kuten terasseja.

Polkuverkosto

Nykyisten polkujen kulutuksenkestoa parannetaan ja rakennetaan maanpohjaa säästäviä

Kartalla on osoitettu tekstissä mainitut suunnitelman elementit. Konseptisuunnitelman tavoitteena on parantaa alueen sosio-ekologisia arvoja luontopohjaisiin ratkaisuihin. Tavoitteena on myös osoittaa tässä työssä tunnistettujen ilmastoviisauden toimenpiteiden käyttöä ja havainnollistaa, miten ilmastoviisautta voi parantaa paikallisesti työssä kuvailtua menetelmää ja toimintamallia hyödyntäen.

pitkospuureittejä ja porrasaskelmia. Metsien virkistyskäyttö voi heikentää monimuotoisuutta, sillä käyttö aiheuttaa kulumista.

Maisema-arvot ★

Näkymiä avataan niin, että mäen korkeimmalta kohdalta näkyy pilkahduksia Kymijärvelle. Mäen päälle rakennetaan puinen näköalatorni, josta kantautuu näkymät pitkälle Kymijärvelle ja Lahden keskustaan suuntaan. Tornin vieriselle oleskelualueelle rakennetaan terassi, joka suojaa maaperään kulumiselta alueella, jossa on paljon virkistyskäyttöä.

Toiminnot ★

Metsään sijoitetaan toiminnallisia keskittymiä, kuten levähdys- ja retkieväspaikkoja, sekä retkeilypöytäryhmiä. Metsäalueen ympäristössä on paljon sosiaalisia arvoja, kuten asuinalueita, kouluja, uimaranta ja liikuntapaikkoja. Metsäalueiden ja virkistyspaikkojen solmukohtiin (osoitettu luontosuunnitelmassa ympäriin) sijoitetaan luontoympäristön arvoista kertovia opastetauluja.

Metsän siimekseen kallioalueelle sijoitetaan lähialueen koululaisille ulkoluokka alueelle, jonka koululaiset ovat määritelleet tärkeäksi lähiluontokohteeksi. Ulkoluokka sijoitetaan polun varteen kallioalueelle, jotta metsänpohjan kulumiselta vältytään. Luokkaan sijoitetaan puupölkkyä tuoleiksi ja sitä voi hyödyntää vaihtoehtoisena oppimisympäristönä. Opetukseen voi yhdistää kierroksen metsän ilmastopolulla, joka tarjoaa tietoa ja luontokokemuksia kaiken ikäisille.

Hiilensidonta

Hiilivaraston ylläpito

Pitkäkallionmäellä on paljon hyviä hiilivarastoja maaperässä ja kasvillisuudessa. Alueella on runsaasti vanhoja kuusia ja kuusimetsää. Vanhat kuusimetsät valikoituivat tarkemman tarkastelun kohteeksi, sillä ne ovat erityisen alttiita kirjanpainajatoukkien tuhoille (K. Hattunen, henkilökohtainen tiedonanto, 14.2.2022) ja Lahden kaupungilla on paljon kuusivaltaisia metsiä taajama-alueilla.

Kuusimetsien lajiston ja ikärakenteen monipuolistaminen tukee ilmastoviisasta metsänhoitoa. Ilmastoviisauden ylläpitämiseksi ja alueen valmentamiseksi ilmastomuutoksen myötä muuttuviin olosuhteisiin alueen nykyistä hiilensidontakykyä on tärkeää ylläpitää ja vahvistaa puustoa monipuolistamalla.

Alueen hiilivarastot säilytetään ja niiden säilyttämistä pitkällä aikavälillä varmistetaan tiedottamalla ympäristön ilmastoarvoista käyttäjille. Tavoitteena on hiilivarastojen säilyttäminen ja niiden kasvattaminen.

Tietoisuus ympäristön arvoista voi auttaa arvojen säilymisessä pitkällä aikavälillä ja kasvattaa alueen virkistyskäytön arvoja, joten alueen hiilivarastoista kerrotaan polkujen varrelle sijoitettavissa opastetauluissa.



Opastetaulu B:

”Metsikön hiilivarasto on yksi alueen parhaista, jopa **6400 tCO₂**, minkä takia kaupunki on säästänyt metsän kasvillisuuden. Samalla se toimii tärkeänä ekologisenä käytävänä.”



A. Kuusivaltainen korpimetsä

Kyltti sijoitetaan korpimetsän viereen ja sen viereen asennetaan levähdyspaikaksi penkki, vaikka maasto onkin kohdassa varjainen. Opastetaulussa kerrotaan maaperän ja puuston hiilivarastoista sekä metsän merkityksestä monimuotoisuudelle. Opastetauluun voi sijoittaa QR-koodin, jonka lukemalla pääsee puhelimella korpimetsän luontoääniä soittavaan videoon.



B. Rannan soistunut sekapuuston metsikkö ja tiheä alikasvusto

Metsikön viereen sijoitetaan opastetaulu, joka antaa kulkijalle tietoa metsikön hiilivarastoista. Metsä on turvemaata, joten sitä hoidetaan maan ollessa jäässä (Lahden kaupunki, 2022a).

Alueen kasvillisuus säilytetään nykyisellään ja sen reuna-alueita siistitään, jotta saadaan aikaan huoliteltu yleisilme. Alueelle kiinnitetään runsaasti linnun- ja lepakonpönttöjä. Ne kiinnitetään useille eri lajeille sopiviin paikkoihin ja korkeuksille.

Monimuotoisuus

Luonnon monimuotoisuuden ylläpito ja parantaminen

Alueen monimuotoisuusarvot sijaitsevat hiilivarastojen kanssa osittain samoilla paikoilla, joten alueen hiilivarastojen säilyttäminen ja kasvattaminen tukee myös alueen luonnon monimuotoisuutta.

Alueen kehittämisessä tavoitteena on monimuotoisuuden vahvistaminen ja monimuotoisuusarvojen säilyttäminen. Monimuotoisuutta parannetaan laajentamalla metsäalueen kokoa, kasvattamalla puuston reunavyöhykettä ja istuttamalla asuntopihoille ja teiden varsille puita.



C. Lehtomainen kangas

Metsikkö on lehtomainen kangas. Maaperä on turvemaata, joten sitä hoidetaan vain maan ollessa jäässä, jotta maaperän ja maanpohjan kasvillisuutta voidaan paremmin suojata kulumiselta.

Opastetaulussa kerrotaan metsän puuston ja maaperän hiilivaraston määrästä. Alueella on hyvä hiilivarasto ja luonnon monimuotoisuusarvoja.



Opastetaulu C:

”Metsikön maaperän hiilivarasto on alueen parhaita. Tätä turvemaan metsää hoidetaan maan ollessa jäässä, mikä auttaa maaperän ja kasvillisuuden hiilivarastojen säilyttämisessä.”

Ilmastopuutarha

Alueelle muodostetaan ilmastoviisauden pilotialue, Ilmastopuutarha, jossa uusien puulajien ja muiden kasvilajien selviämistä Lahden olosuhteissa testataan. Kokeiluistutusten menestymistä seurataan, niistä raportoidaan ja havaittuihin vaikutuksiin regoidaan.

Tavoitteena on ennakoiti ja sopeutuminen ilmastomuutoksen myötä tuleviin kasvuolosuhteiden muutoksiin. Alueella voidaan kokeilla ennakkoon, mitkä lajit selviävät muuttuneissa olosuhteissa. Kokeilua valvotaan tarkoin, etteivät haitalliseksi havaittajat vieraslajit pääse leviämään laajalle alueelle.

Vieraslajien torjunta

Alueen haitallisia vieraslajeja torjutaan aktiivisesti ja vieraslajien torjuntaan osallistetaan koululaisia opastamalla lajien tunnistamiseen ulkoluokissa. Ilmastopolun varrelle sijoitetaan kasviopastetauluja, joissa kerrotaan ympäristölle haitallisista vieraslajeista ja kehoitetaan keräämään niitä, mikäli niitä havaitsee metsässä kulkiessa. Samalla opastetaan, että muut kasvilajit on tärkeää jättää kasvamaan.



OSA III SOPEUTUMISEN RATKAISUT

9. Synergiat

9.1 Ilmasto- ja luontoviisaus

Kokonaiskuva

Työssä on muodostettu kokonaiskuva hiilensission ja luonnon monimuotoisuuden yhteyksistä viherrakentamisessa. Ilmiöt ovat rinnakkaisia ja esimerkiksi hiilivarastojen lisääminen voi edistää luonnon monimuotoisuusarvoja (mm. Eisenhauer et al., 2010; Ricketts et al., 2010; Strassburg et al., 2010; IUCN, 2019; Dinerstein et al., 2020; Gibbs et al., 2021; IPCC, 2022).

Hiilijalanjälki kuvaa kasvihuonekaasujen määrän muutoksia ilmakehässä (RAKLI, 2012) ja se on muodostunut kuvaamaan ihmisen toiminnan vaikutuksia ilmaston lämpenemiseen. Kasvihuonekaasut sisältävät muiden kaasujen ohella hiilen määrän, joten hiilen sitoutuminen kasvillisuuteen on verrannollinen hiilijalanjälkeen. Hiilijalanjäljen rinnalle kehitetty termi hiilikädenjälki kuvaa ihmisen intervention seurauksena syntyviä positiivisia ilmastovaikutuksia (Behm et al., 2016), kuten puurakennukseen sen elinkaaren aikana sitoutuneen hiilen määrää, mikä hidastaa hiilen päätymistä ilmakehään.

Kasvillisuuden hiilensidontaa voidaan ajatella samaan tapaan kuin hiilikädenjälkeä - se on hiiltä ilmakehästä poistava prosessi, minä seurauksena syntyy ilmaston viilenemistä. Sillä on ihmisille hyödyllinen vaikutus, eli positiivinen ilmastovaikutus tai ilmastohyöty. Hiilineutraalius taas tarkoittaa sitä, kun ihmisen toiminnasta syntyvä positiivinen ja negatiivinen vaikutus ovat yhtä suuret, mutta sen puutteena on, ettei se huomioi ihmisen toiminnasta aluen perin luonnolle aiheutunutta haitallista vaikutusta.

Tässä työssä tehdyssä katsauksessa aiempaan tutkimukseen, eikä tekijän työssä hiilijalanjäljen laskijana, ole löytynyt hiilineutraaliutta ja luontokatoa yhdistävää mallia tai havainnollista kuvaustapaa, jonka avulla toisiinsa selkeästi liittyvät käsitteet voisi ymmärtää kokonaisuutena. On tarpeen vahvistaa yhteistä käsitystä ja luoda kokonaiskuva siitä, millä tavoin kaksi merkittävää ympäristöjämme muokkaavaa ilmiötä ilmaston muuttuminen ja luontokato

yhdistyvät, jotta voidaan kehittää niitä tukevia synergia ratkaisuita. Ajatuksen innoittamana tässä työssä laadittiin ehdotus teemojen yhdistämiseksi, joka on esitetty Kuvassa 64.

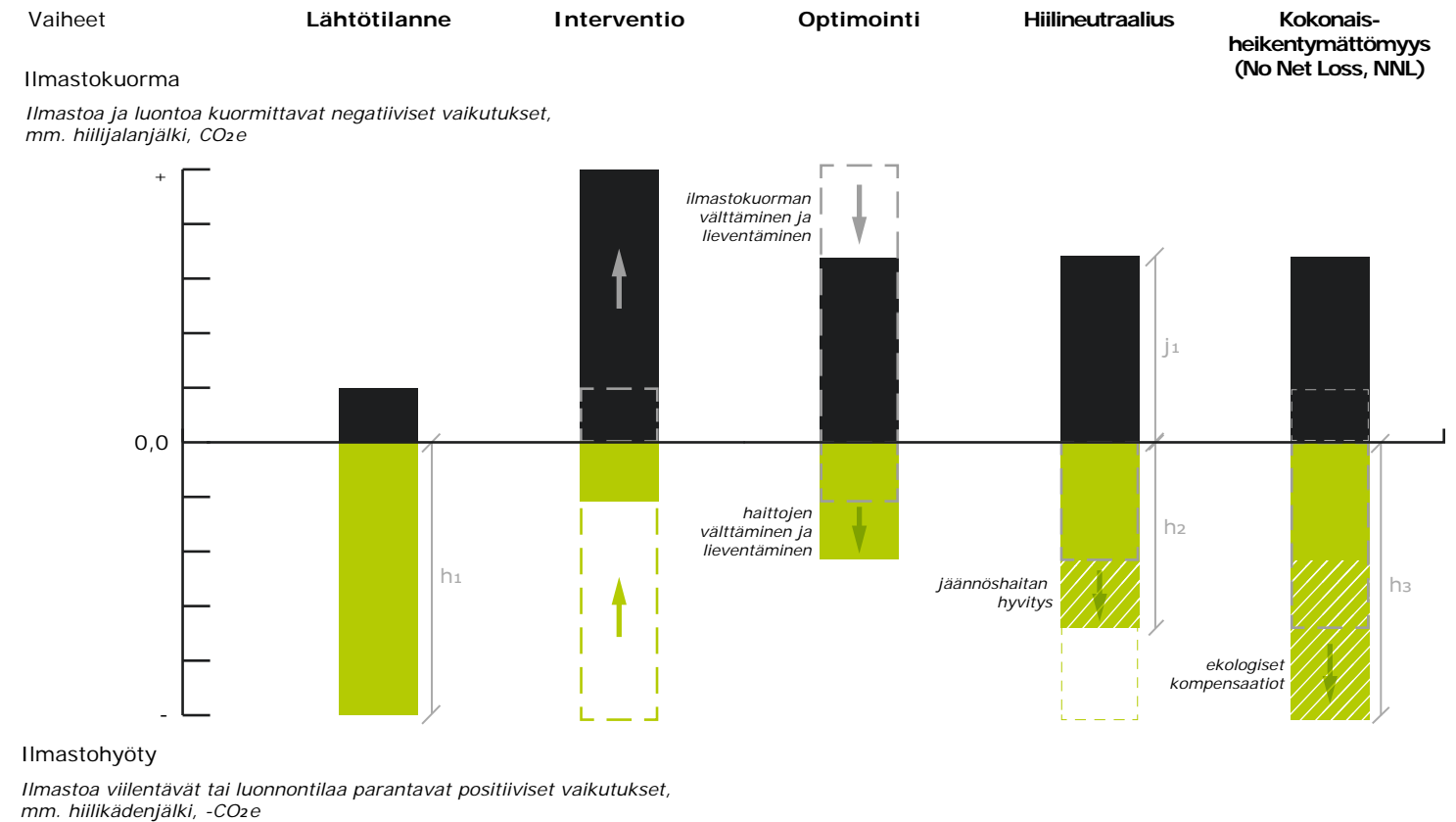
Ilmastonmuutoksen ja luontokadon yhteensovittaminen

Hiilijalanjälkeä ja hiilikädenjälkeä on havainnollistettu tässä työssä vaak akselin ylä- ja alapuolisina palkkeina Kuvassa 48. Seuraavaksi Kuvassa 48 yhdistetään hiilineutraaliisuuden (ihmisen vaikutus) ja ekologisen kompensaa tion (luonnon vaikutus) käsitteet. Kuva 48 on ehdotus ja yksi mahdollinen keino käsittää ilmasto- ja luonnonprosessien yhteyksiä.

Kuvat 64, 65 ja 67 havainnollistavat ihmistoiminnan vaikutuksia luonnon ja ilmaston prosesseihin, sekä ehdottavat luontoarvojen säilyttämistä ja ekologista kompensointia edellytyksenä tavoitteiden saavuttamiselle. Kuvien tavoitteena on osoittaa teemojen yhteenkietoutuneisuus, sekä havainnollistaa hiilineutraaliuden ja ekologisen kompensaa tion käsitteitä.

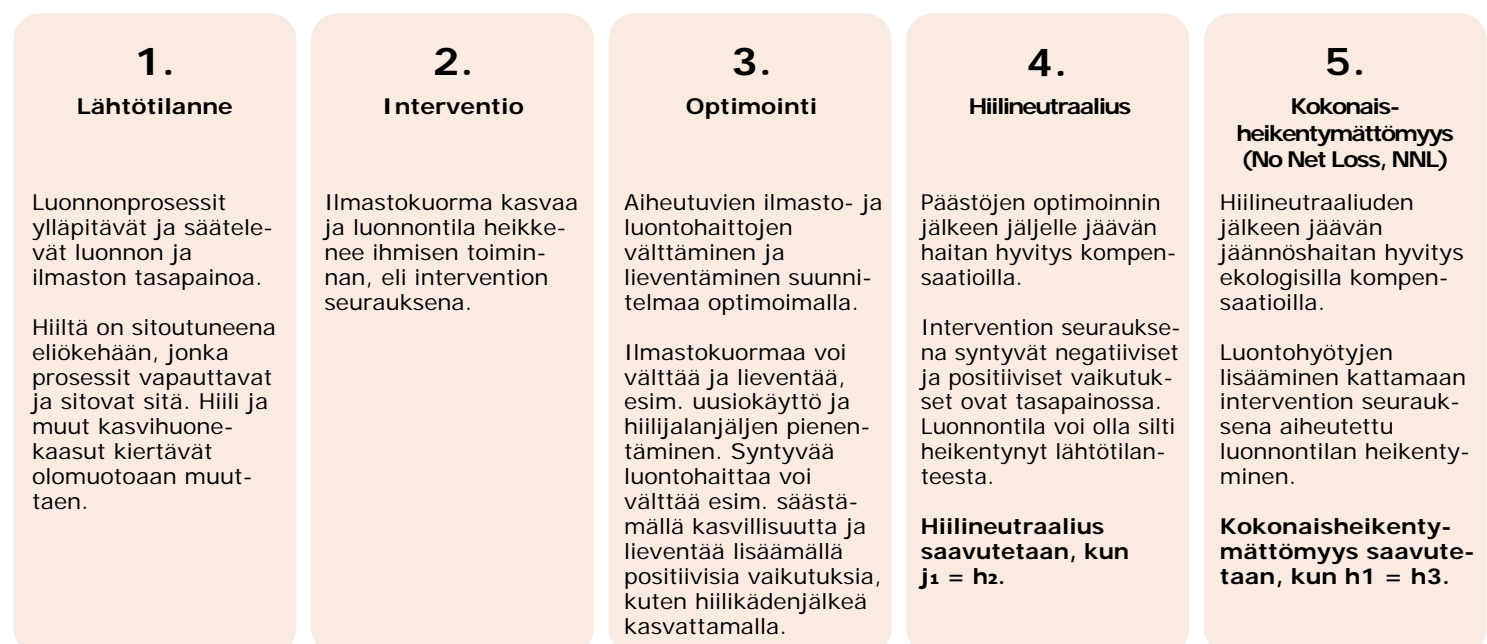
Kuva 65 havainnollistaa polun hiilineutraaliu teen ja kokonaisheikentymättömyyteen viidessä vaiheessa. Polun lähtötilanne tarkoittaa tilannetta ennen ihmisen interventiota, esimerkiksi virkistys metsän ekologista tilaa ennen yksittäistä metsänhoidon toimenpidettä, jolloin metsänhoidon toimenpide on ihmisen interventio. Toinen esimerkki voisi olla tontin tilanne ennen rakentamista.

Muuttunutta tilannetta verrataan siihen lähtötilanteeseen, mikä oli ennen kutakin interventiota, ei siis mihinkään tiettyyn vuosilukuun tai päivään. Esimerkiksi rakennushankkeessa lähtötilanteena voidaan pitää luonnon tilannetta ennen kuin rakentaminen tai rakennusmateriaalien valmistaminen aloitettiin, johon muut tunutta tilannetta verrataan. Samat vaiheet kuvataan Kuvassa 67 kasvihuonekaasujen ja luonnonprosessien muutosten kautta esimerkein, sekä esitetään yhteys metsiin.



Kuva 64. Konsepti: ilmasto- ja luontovaikutusten yhteishuomiointi hyödyntäen hiilineutraaliuden ja kokonaisheikentymättömyyden periaatteita. P. Meskanen, 2022.

Polku hiilineutraaliuteen ja kokonaisheikentymättömyyteen



Kuva 65. Polku hiilineutraaliuteen ja kokonaisheikentymättömyyteen. P. Meskanen, 2022.

9.2 Luonnonsuojelu ja kokonaisheikentymättömyys

Seuraavaksi esitetään edellisessä luvussa esitelty kokonaisheikentymättömyyden polku tarkemmin ja kuvataan metsien roolia. Polku on havainnollistettu viereisen sivun Kuvassa 67. Polku osoittaa ihmistoiminnan vaikutuksesta syntyvien sosio-ekologisten prosessien muuttumisen ja aiheutuneen ilmasto- ja luontohaitan, sekä askeleet hiilineutraaliuteen ja kokonaisheikentymättömyyteen.

Hiilineutraalius ei riitä hiilensidonnan ja luonnon monimuotoisuuden kuvaamiseen, sillä se kuvaa vain ihmisen toiminnan vaikutuksia. Sen sijaan kokonaisheikentymättömyys vie ajatusta pidemmälle ja huomioi luonnontilan kokonaisuudet. Se huomioi aiheutettujen päästöjen lisäksi luonnontilan heikentymisen ihmisen toiminnan seurauksena (Moilanen & Kotiaho, 2017).

Kokonaisheikentymättömyyden ensisijainen periaate on luontohaittojen välttäminen, mikä edistää olevien monimuotoisuus- ja hiilivarjojen säilymistä sekä haittojen lieventäminen, mikä voi pienentää luonnolle syntyvää haittaa (Moilanen & Kotiaho, 2017). Kolmas ja prioriteettijärjestyksessä viimeinen keino on ekologinen kompensatio. Sen avulla voidaan suojella, ylläpitää tai parantaa esimerkiksi metsien luontovarvoja (Moilanen & Kotiaho, 2017). Kompensatio ei pysty korvaamaan täysin menetettyä biotooppia, joten ensisijaisena keinona pitää aina olla haittojen välttäminen.

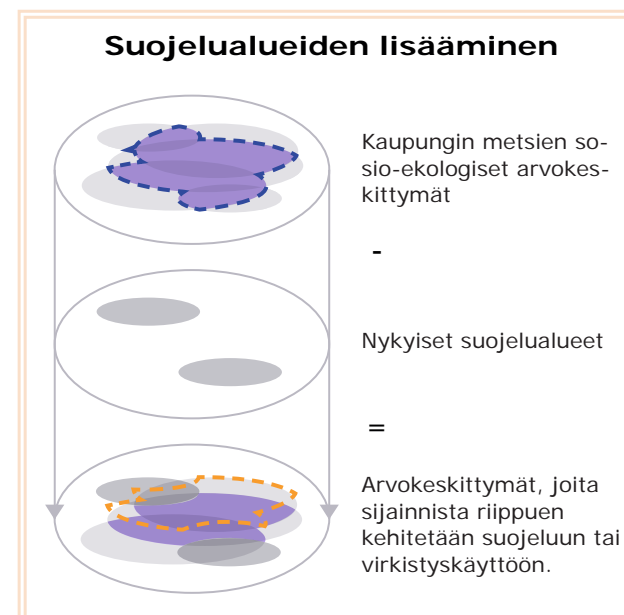
On suositeltavaa, että kaupunki asettaa kokonaisheikentymättömyyden tavoitteen viimeistään vuoteen 2050, joka on EU:n (2020) tavoite luonnontilan palauttamiseksi.

Kokonaisheikentymättömyys jatkaa kaupungin hiilineutraaliuden tavoitetta tavoitevuoden 2025 jälkeen ja suunta on sama kuin hiilineutraaliudessa, kuten Kuvissa 64, 65 ja 67 on havainnollistettu. Kuvat osoittavat, että kokonaisheikentymättömyyden periaatteen noudattaminen varmistaa hiilensidonnan ja

luonnon monimuotoisuusarvojen säilyttämistä pitkällä aikavälillä ja edistää ilmastoviisautta.

Tässä työssä kehitetty sosio-ekologisen verkoston arviointitapa voi auttaa kokonaisheikentymättömyyteen pääsyssä, sillä sosio-ekologisen verkoston vahvistaminen ja säilyttäminen auttavat turvamaan luonnontilaa. Lisäksi sosio-ekologisen verkoston vahvistaminen parantaa kaupungin viheralueiden ilmastoviisautta ja on ilmastomuutokseen sopeutumisen keino. Voisiko ekologisia kompensatioita suunnata paikallisen sosio-ekologisen verkoston kehittämiseen ja sosio-ekologisen verkoston suojeluun?

Uudet ja vaativat kansainväliset veloitteet luonnonsuojelualueiden lisäämisestä tukevat kokonaisheikentymättömyyden periaatetta. Suojelu on yksi parhaista keinoista edistää samanaikaisesti sekä hiilensidontaa että luonnon monimuotoisuutta. Alla on konseptiehdotus (Kuva 66) luonnonsuojelualueiden lisäämisestä hyödyntäen tässä työssä esitettyä mallia sosio-ekologisen verkoston arviointiin.



Kuva 66. Konseptiehdotus Lahden kaupungin metsien uusien suojelualueiden määrittämiseksi. Konsepti ehdottaa sellaisten kaupungin metsien suojelua, joissa on merkittäviä hiili- ja monimuotoisuusarvoja, sekä virkistyskäyttöarvoja. P. Meskanen, 2022.

Polku hiilineutraaliuteen ja kokonaisheikentymättömyyteen, sekä metsien rooli prosessissa



9.3 Ilmastoviisas toimintamalli

Seuraavaksi esitellään aikaisemman tutkimuksen perusteella ja Lahden virkistysmetsien case-tutkimuksen kautta syntynyt toimintamalli ilmastoviisaiden virkistysmetsien hallinnointiin. Kuva 68 havainnollistaa toimintamallin periaatteen. Toimintamalli on esitetty seuraavan aukeaman Kuvassa 69. Malli tuottaa sosio-ekologisten arvojen parantamisen kautta hyötyjä hiilensidonnasta ja luonnon monimuotoisuuden vahvistamiseksi, mikä auttaa parantamaan Lahden virkistysmetsien ilmastoviisautta.

Rajaus ja päämäärät

Toimintamallin **lähtötilanne** kuvaa metsänhoidon nykytilannetta, joka on omistajuudesta riippuen perustunut perinteisesti taloudellisen hyödyn tuottamiseen (Kuuluvainen et al., 2004). Lähtötilanne on määriteltävä paikka-kohtaisesti. Työssä on tuotettu keino arvioida Lahden virkistysmetsien sosio-ekologisia arvoja paikkatietoaineistoon perustuvan päällekkäisyysanalyysin kautta.

Toimintamalli parantaa virkistysmetsien ilmastoviisautta **sosio-ekologisten systeemien** muokkaamisen kautta. Malli huomioi ekologisen ja sosio-kulttuurisen kestävyuden. Toimintamallissa virkistysmetsiä käsitetään sosio-ekologisina systeemeinä Fischerin (2018) malliin perustuen. Oletuksena on, että met-

sien ekosysteemipalvelut, kuten hiilensidonta ja luonnon monimuotoisuus tuottavat hyötyjä ihmisille ekosysteemien putousmallin mukaan (esim. Potschin & Haines-Young, 2011). Malli hyödyntää myös Kuuluvaisen ja muiden (2004, s. 142–191) kuvausta metsien monimuotoisuuden turvaamisen perusteista, sekä muita tässä työssä

Toimintamallissa tärkeää on yhteisten **päämäärien asettaminen**. Se mahdollistaa päämääriä tukevan toiminnan kaikilla suunnittelun mittakaavoilla, pitkän aikavälin tavoitteiden asettamisen, vaikutusten seuraamisen ja mukautumisen tunnistettujen vaikutusten perusteella. On tärkeää, että päämäärä on ehdoton, mutta se sallii toteuttamistavan muutokset havaittujen vaikutusten perusteella.

Virkistysmetsien ilmastoviisauden parantamiseksi metsien hallinnoinnin päämääräksi tulisi asettaa sosio-ekologisten arvojen säilyttäminen, turvaaminen ja parantaminen. Tärkeää on päämäärän jatkuvuus pitkällä aikavälillä. Päämäärä huomioi sosio-ekologisten arvojen kautta kaupungin virkistysmetsien hiilensidonnasta, luonnon monimuotoisuuden ja virkistyskäytön. Ilmastoviisaan suunnittelun toimintamalli tukee kokonaisuutensa jatkuvuuden periaatetta, joten se voi olla yksi asetettavista päämääristä.

Toimintamallikaavio: Ilmastoviisaiden virkistysmetsien hallinnointi



Kuva 68. Toimintamallikaavio: Ilmastoviisaiden virkistysmetsien hallinnointi. P. Meskanen, 2022.

Konsepti: Ilmastoviisas suunnittelu

Ilmastoviisas suunnittelu tuottaa tieteelliseen tutkimukseen perustuvia luontopohjaisia ratkaisuja ilmastoviisauden parantamiseksi Lahden virkistysmetsissä. Se huomioi hiilensidonnasta, luonnon monimuotoisuuden ja virkistysmetsien tuottaman sosio-ekologisen hyvinvoinnin.

Konsepti toimii prosessimaisesti ja iteratiivisesti. Ilmastoviisaan suunnittelun kautta syntyvät uudet ja tutkittuun tietoon pohjautuvat ratkaisut ja synergiat tuottavat perusteluja toimintaa ohjaaville säädöksille. Sääntelyn ohjausvaikutus auttaa hyvien toimintamallien toimeenpanossa ja varmistaa toteutumisen pitkällä aikavälillä. Kuntatason säätely ja sovituihin päämääriin tähtäävä strateginen ohjaus auttavat välttämään ja lieventämään haitallisia vaikutuksia luonnon monimuotoisuudelle, hiilensidonnalle ja virkistyskäytölle.

Haasteet, joihin ei pystytä heti vastaamaan ilmastoviisaan suunnittelun tuottamilla ratkaisuilla tai joita ei osata ennakoita, ottaa huomioon, kun niiden vaikutukset havaitaan. Toimintamallin mukaisesti vaikutuksia seurataan ja syntyviin haitallisiin vaikutuksiin sopeudutaan tekemällä muutoksia toimenpiteisiin. Toimintatapoja mukautetaan huomattujen vaikutusten perusteella ja uusia keinoja kokeillaan rohkeasti, mutta koordinoitusti. Monimuotoisuuden kehittymistä on vaikeaa ennustaa pitkällä aikavälillä, joten seuranta ja mukautuminen havaittujen vaikutusten perusteella on tärkeää (Kuuluvainen et al., 2004, s. 146).

On huomioitava, että syntyvät vaikutukset ovat monimutkaisia, ilmenevät viiveellä ja syntyvät välillisesti uusien toimenpiteiden synnyttämien rinnakkaisvaikutusten kautta, synnyttävät uusia muutospaineita, joihin voidaan vastata mukautuvalla ilmastoviisaan suunnittelun toimintamallilla.

Tavoitteet

Toimintamallin tavoitteena on turvata virkistysmetsien kykyä vastata niihin kohdistuviin paineisiin ympäristöjen muuttuessa. Toimintamallin käyttämisen tavoitteena on toimenpiteiden toteuttamisen, kehittämisen ja mukautta-

misen kautta taata, että virkistysmetsien kyky sopeutua ilmastomuutokseen ei heikkene, vaan kasvaa.

Virkistysmetsät tarjoavat ratkaisuja kaupunkiympäristöissä ilmastomuutoksen sopeutumiseen ja luontokadon hillitsemiseen esimerkiksi varastoimalla hiiltä ja tuottamalla ekosysteemipalveluita (esim. Fischer, 2018; Hamberg & Löfström, 2009; Kuuluvainen et al., 2004; Malmivaara et al., 2002). Toimintamallin tavoitteena on vahvistaa virkistysmetsien sosio-ekologisten systeemien ja prosessien toimintaa, sekä varmistaa niiden säilyminen niin, että ne toimivat tulevaisuuden kaupunkiympäristöissä elinvoimaisuuden, vetovoimaisuuden ja hyvinvoinnin tuottajina.

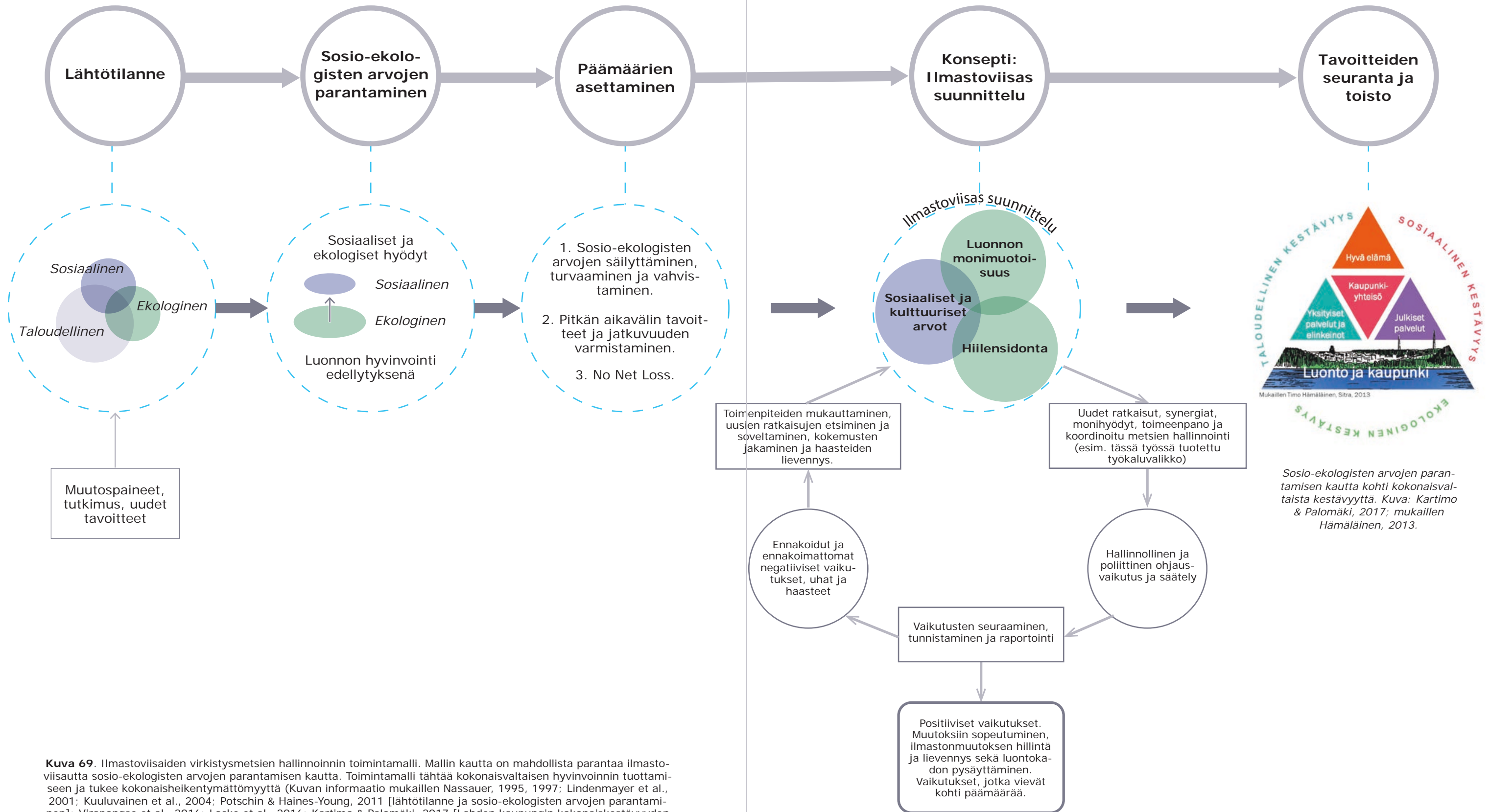
Toimintamallin tuottamien ratkaisujen kautta syntyy monia sosio-ekologisia hyötyjä, joita voivat olla esimerkiksi luontosuhteen vahvistuminen, kasvava arvostus lähiluontoa kohtaan, luontokadon hidastaminen ja ilmastomuutokseen sopeutuminen. Virkistysmetsät tuottavat kokonaisvaltaista hyvinvointia tiivistyvässä kaupunkirakenteessa (esim. Tyrväinen et al., 2018; Hartig et al. 2014; Hamberg & Löfström, 2009), joten niiden elivoimaisuuden turvaaminen on kaikkien etu.

Yhteistyö ja viestintä

Ilmastoviisasta suunnittelua voidaan toteuttaa monissa tilallisissa mittakaavoissa, kuten metsien hoidossa, metsäsuunnittelussa, maisemasuunnittelussa, luonnonsuojelussa ja kaavoituksessa. Toimenpiteitä toteutetaan ja niiden vaikutuksia seurataan suunnittelun eri tasoilla, jotka raportoivat toteutetuista ratkaisuista ja huomatuista vaikutuksista koordinaattorille.

Toimintamallia koordinoiva taho, joka määritetään päämäärien asettamisen yhteydessä, koordinoi ja ohjaa toimintaa. Koordinaattori kokoaa yhteen eri suunnittelun aloilla esiin nousevia hyviä toimintatapoja ja havaittuja vaikutuksia, sekä huolehtii sujuvasta ja läpinäkyvästä viestinnästä eri asiantuntija-alojen välillä. Lisäksi koordinaattori huolehtii muiden sidosryhmien tiedottamisesta, kokoaa ja esittelee toteumat ja muutostarpeet kaupungin hallitukselle, joka ohjaa ja säätelee toimintaa.

Toimintamalli: Ilmastoviisaiden virkistymetsien hallinnointi



Sosio-ekologisten arvojen parantamisen kautta kohti kokonaisvaltaista kestävyttä. Kuva: Kartimo & Palomäki, 2017; mukaillen Hämäläinen, 2013.

Kuva 69. Ilmastoviisaiden virkistymetsien hallinnoinnin toimintamalli. Mallin kautta on mahdollista parantaa ilmasto- viisautta sosio-ekologisten arvojen parantamisen kautta. Toimintamalli tähtää kokonaisvaltaisen hyvinvoinnin tuottami- seen ja tukee kokonaisheikentymättömyyttä (Kuvan informaatio mukaillen Nassauer, 1995, 1997; Lindenmayer et al., 2001; Kuuluvainen et al., 2004; Potschin & Haines-Young, 2011 [lähtötilanne ja sosio-ekologisten arvojen parantami- nen]; Virapongse et al., 2016; Locke et al., 2016; Kartimo & Palomäki, 2017 [Lahden kaupungin kokonaiskestävyyden tavoitekuva]; Fischer, 2018; Bowditch et al., 2020). P. Meskanen, 2022.

10. Toimenpiteet

10.1 Ilmastoviisaat toimenpiteet

Toimenpiteiden kokoaminen

Työssä on laadittu listamainen luettelo ilmastoviisaista metsänhoidon toimenpiteistä. Toimenpiteet on koottu laajan ja kompleksisen kokonaisuuden havainnollistamiseksi yhteen ja ne on jäsennetty seuraavissa luvuissa esitetyin perustein työkalupaketteiksi. Toimenpiteet on koottu tieteellisten julkaisujen, asiantuntija-haastatteluiden ja Lahden kaupungin aineistojen pohjalta lähteistä, jotka on mainittu tässä diplomityössä.

Toimenpiteitä koottiin työn aikana kolmessa vaiheessa. Kirjallisuuskatsauksen perusteella toimenpiteet koottiin listaksi, johon merkittiin niiden vaikutukset hiilensidontaan, luonnon monimuotoisuuteen ja virkistyskäyttöön. Toimenpiteitä täydennettiin työn aikana Lahden kaupungin asiantuntijoiden kanssa käytyjen keskustelujen perusteella. Lopuksi niitä täsmennettiin konseptisuunnitelman laatimisen yhteydessä.

Toimenpiteet on suunnattu työn rajauksen mukaan virkistysmetsiin, mutta niiden käyttöä voidaan laajentaa muihinkin viheralueisiin. Tarkoitus on, että eri suunnittelun aloilla toimenpiteitä voidaan hyödyntää paikkakohtaisessa arvioinnissa virkistysmetsiin liittyvässä suunnittelutyössä.

Luokittelu työkalupaketteihin

Toimenpiteiden luokittelu perustuu alan aikaisempaan tutkimukseen, asiantuntijahaastatteluihin, sekä työn aikana muodostuneeseen käsitykseen metsien hallintaan vaikuttavista tekijöistä, sekä sekä työn tekijän harkintaan.

Kukin teema muodostaa työkalupaketin, joka sisältää toimenpiteitä virkistysmetsien ilmastoviisauden edistämiseksi. Työkalupakit ovat: Maankäytön suunnittelu, metsänhoito, kasvillisuus, lajisto, vanhat metsät, maaperä ja virkistyskäytön suunnittelu. Ne on esitetty seuraavan aukeaman Kuvassa 71.

Kunkin työkalupaketin kohdalla on kuvattu niiden sisältämien toimenpiteiden rajausta ja mittakaavatasoja ja arvioitu, miten ilmastoviisauteen voidaan vaikuttaa työkalupaketin kautta. Lisäksi on arvioitu suunnittelun aloja ja muita sidosryhmiä, joilla on vaikutusmahdollisuuksia toimenpiteiden toteuttamiseen.

Rajoitukset ja haasteet

Toimintamallin käyttöön liittyviä haasteita on esitetty Kuvassa 70, jossa on myös tunnistettu keinoja haasteiden lieventämiseksi. Toimenpiteiden luokittelu ei sisällä kaikkia mahdollisia toimenpiteitä, eivätkä tunnistetut toimenpiteet ole toteutettavissa tietyssä mittakaavassa vaan niiden käyttöä on arvioitava paikkakohtaisesti. Toimenpiteiden on tarkoitus koota yhteen mahdollisia keinoja, joita käyttämällä viherympäristön ilmastoviisautta voidaan parantaa.

Yhteenkoottuja toimenpiteitä kannattaa hyödyntää käyttämällä mahdollisimman monia niistä samanaikaisesti. Se todennäköisesti auttaa parantamaan sosio-ekologisten arvojen tilannetta (Lindenmayer et al., 2000) ja kaupungin metsien ilmastoviisautta.

Kritiikki

Monimuotoisuuteen vaikuttavien toimenpiteiden esittämistä listana on kritisoitu, sillä listamaiset luettelot eivät anna tietoa nykytilanteesta, joten niiden toteuttamista voi olla vaikea perustella päätöksentekijöille (Failing & Gregory, 2003). Riski on huomioitu tässä työssä ehdottamalla periaatetta toimenpiteiden hyödyntämiselle toimintamallin kautta. Malli osoittaa tavan toimenpiteiden käyttämiselle paikallisten sosio-ekologisten arvojen parantamiseksi.

Listamaisten toimenpiteiden hyöty eri suunnittelun aloilla voi olla erilainen. On mahdollista

ja todennäköistä, että tarkemmassa suunnittelussa toimenpiteitä on tarkennettava. Metsänhoidossa on tärkeää, että toimenpiteet ovat riittävän tarkkoja ja konkreettisia, jotta niitä voidaan toteuttaa (henkilökohtainen tiedonanto, K. Hattunen et al., 14.2.2022).

Toimenpiteitä ei voi hyödyntää kaikissa paikoissa. Niiden soveltuvuutta kohteeseen tulee aina harkita suunnittelukohteen paikallisten ominaisuuksien mukaan osana tavanomaista suunnitteluprosessia. Sosio-ekologisiin systeemeihin vaikuttavien toimenpiteiden soveltaminen ratkaistaan usein paikkakohtaisesti (Potschin & Haines-Young, 2011), joten työssä kootut toimenpiteet ovat tavoitteisiin kohti ohjaavia ja luonteeltaan yhteenkokoavia.

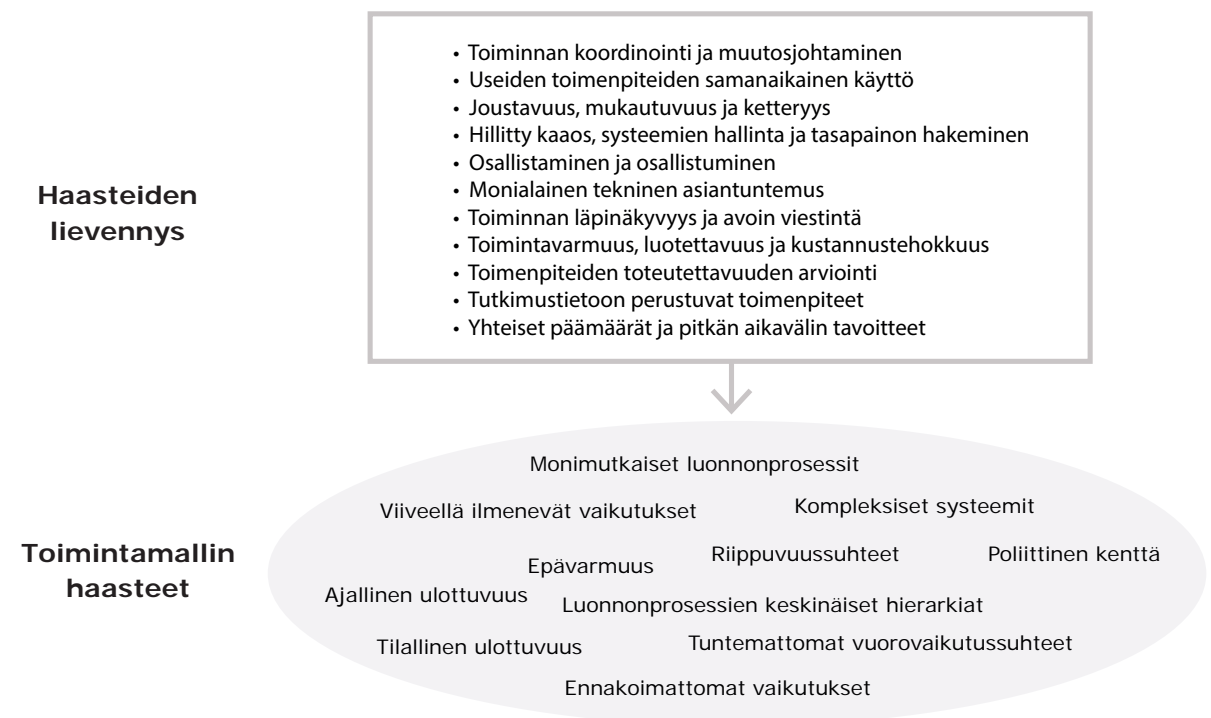
Luokittelun tavoitteet

Toimenpiteiden luokittelun tavoitteena on tuoda esiin metsien ilmastoviisauteen liittyviä teemoja tavalla, joka yhdistää ilmastoviisaat toimenpiteet erilaisiin metsien sosio-ekologisiin piirteisiin ja suunnittelualoihin. Luokittelussa on tunnistettu työkalupakettien huomiointi-

mahdollisuuksia metsien hoidossa, metsäsuunnittelussa, maisemasuunnittelussa, luonnonsuojelussa ja kaavoituksessa.

Eri tilallisissa mittakaavoissa ilmeneviin toimenpiteisiin suhtauduttiin arvioiden niiden hyödynnettävyyttä eri mittakaavan suunnittelutasoilla, sekä niiden skaalautuvuutta eri mittakaavatasoihin. Esimerkiksi yksittäisten lahopuiden säilyttäminen liittyy maastossa tehtävään metsien hoitoon ja on metsänhoitajan harkinnasta riippuvainen päätös.

Ekologiset yhteydet ovat esimerkki skaalautuvasta toimenpiteestä, sillä niiden säilyttämisen edellytyksenä on kaavoitusohjaus. Se ei kuitenkaan yksinään riitä ekologisten yhteyksien säilymisen varmistamiseen, vaan vaatii myös metsän rakenteiden, kuten monilajisuuden ja eri-ikäisrakenteen säilyttämistä metsänhoidossa ja suojametsien säilyttämistä maisemasuunnittelussa. Osa toimenpiteistä on esitetty useassa työkalupaketissa niiden skaalautuvuuden takia. Jatkossa olisi kiinnostavaa selvittää minkälaisia yhteyksiä ilmastoviisaisten toimenpiteiden toteuttamisella on eri mittakaavoissa.






Kuva 70. Toimintamallin haasteet ja haasteiden lievennys (mukaillen Lindenmayer et al., 2001; Failing & Gregory, 2003; Jack et al., 2008; Potschin & Haines-Young, 2011; Fischer, 2018). P. Meskanen, 2022.




Työssä tunnistetut toimenpiteet on luokiteltu työkalupaketteihin, jotka on kuvattu tässä aukeamalla Kuvassa 71.

Työkalupakettien otsikon alla on kuvattu niiden sisältämien toimenpiteiden mittakaavat ja arvioitu, miten ilmastoviisautteen voidaan vaikuttaa työkalupaketin sisältämien toimenpiteiden kautta. Kolmantena on arvioitu suunnittelualoja, joilla on vaikutusmahdollisuuksia kyseisen työkalupaketin toimenpiteiden toteuttamiseen. Lisäksi on arvioitu muita sidosryhmiä, joiden tiedottamista tai osallistamista ilmastoviisaassa suunnittelu-prosessissa voi harkita.




Virkistyskäytön suunnittelu

-  Alueellinen ja paikallinen mittakaava.
- 
 - Virkistysarvojen säilyttäminen ja lisääminen, luontokokemukset.
 - Kulun ohjaaminen ja reittien suunnittelu.
 - Virkistysmetsien palvelut ja saavutettavuus.
 - Metsien rakenteellinen vaihtelu ja vanha puusto lisäävät virkistyskäyttöarvoja.
-  Maisemasuunnittelu, kaavoitus, maankäytön suunnittelu, metsäsuunnittelu, metsänhoito. Sidosryhmät: Asukkaat ja käyttäjät.




Maankäytön suunnittelu

-  Alueellinen ja yleiskaavataso. Alueelliset sosio-ekologiset arvot ja kaavoitusohjaus.
- 
 - Merkittävien sosio-ekologisten arvokeskittymien tunnistaminen ja alueiden säilyttäminen, turvaaminen ja vahvistaminen maankäytön suunnittelussa. Esimerkiksi ekologiset käytävät ja suojelu.
 - Toimenpiteiden kohdentaminen alueille, joilla on vain vähän sosio-ekologisia arvoja alueiden kasvattamiseksi ja määrän lisäämiseksi. Esimerkiksi metsitys.
 - Viheryhteyksien ja -viheralueiden yhtenäisyys ja laajuus.
 - Arvojen säilymisen turvaaminen pitkällä aikavälillä kaavaohjauksen kautta.
-  Kaavoitus, luonnonsuojelu, metsäsuunnittelu ja maisemasuunnittelu. Sidosryhmät: asukkaat, maanomistajat, yksityiset metsänomistajat.




Metsänhoito

-  Metsäsuunnittelu alueellisella tasolla ja metsänhoito metsäkuviotasolla ja maastossa paikallisesti.
- 
 - Toimenpiteiden toteuttaminen ja vaikutusten seuraaminen paikallisesti.
 - Luontoarvojen huomiointi metsänhoidossa.
 - Maastossa tehtävät päätökset ja harkinta.
 - Tuhojen lieventäminen ja tautien leviämisen estäminen.
 - Metsien rakenteen valmentaminen kestäväan olosuhteiden muutoksia.
-  Metsäsuunnittelu, metsänhoito, luonnonsuojelu ja maisemasuunnittelu. Sidosryhmät: urakoitsijat, yksityiset metsänomistajat, käyttäjät ja asukkaat.

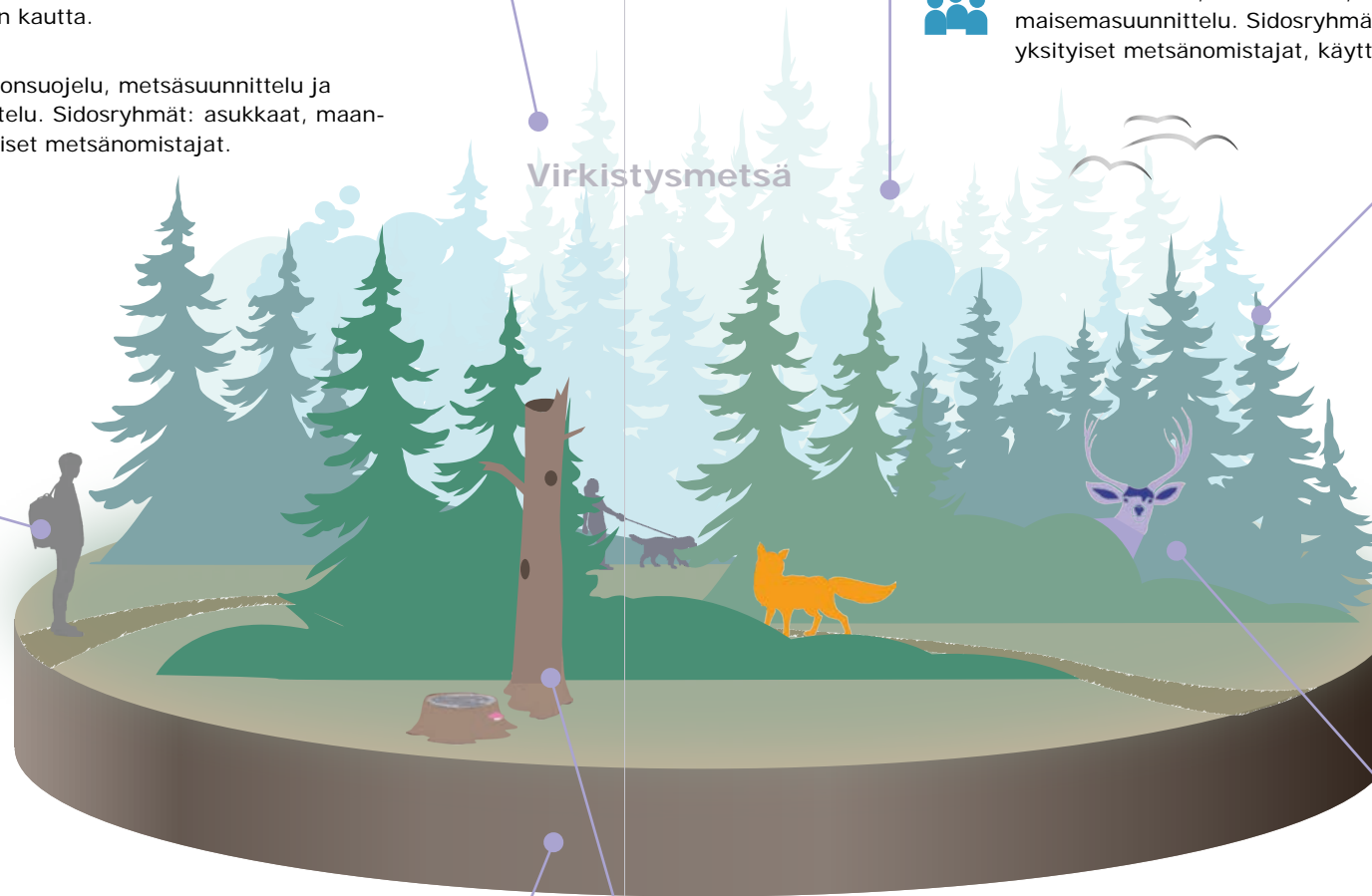
Kasvillisuus

-  Aluetaso ja paikkasidonnaisuus.
- 
 - Kasvillisuuden elinvoimaisuuden turvaaminen, suunnittelu ja ylläpito.
 - Metsien kasvillisuuden valmentaminen kestäväan olosuhteiden muutoksia, ennakoiva sopeutuminen.
 - Tuhojen ennaltaehkäisy lajivalinnoilla.
 - Puuston maisema-arvot.
 - Paikalliset kasvuolosuhteet.
-  Metsänhoito, maisemasuunnittelu, biologia, luonnonsuojelu ja kaavoitus. Sidosryhmät: asukkaat, yksityiset metsänomistajat ja maanomistajat.

Lajisto




-  Alueellinen ja paikallinen mittakaava.
- 
 - Elinympäristöjen vaihtelevuus ja määrä, sekä ekologisten yhteyksien säilyttäminen aluetasolla.
 - Elinympäristöjen monipuolistaminen, ennakoiva sopeutuminen.
-  Luonnonsuojelu, biologia, kaavoitus. Sidosryhmä: yksityiset metsänomistajat ja muut maanomistajat.

Virkistysmetsä






Kuva 71. Virkistysmetsien ilmastoviisauden toimenpidepaketit. P. Meskanen, 2022.




Maaperä

-  Alueellisen tason ohjausvaikutus ja paikalliset ratkaisut.
- 
 - Maankäytön suunnittelu maaperän säilyttämiseksi.
 - Metsänpohjan kulutuksenkeston ylläpito ja lisääminen.
 - Kulutuksen välttäminen ja reittien suunnittelu.
 - Metsänpohjaa säästävät metsänhoidon tavat.
-  Maankäytön suunnittelu, maisemasuunnittelu, luonnonsuojelu, metsänhoito. Sidosryhmä: metsäurakoitsijat, käyttäjät.

Vanhat metsät

-  Alueellinen ja paikallinen mittakaava.
- 
 - Vanhojen metsien säilyttäminen ja turvaaminen.
 - Metsien iän kasvattaminen.
 - Vanhojen metsien merkittävien sosio-ekologisten arvojen turvaaminen ja lisääminen: Ilmastoviisaus ja virkistyskäyttö.
 - Lahopuun säilyttäminen ja lisääminen.
-  Luonnonsuojelu, metsänhoito, biologia, maisemasuunnittelu ja kaavoitus.

Merkkien selitys

-  Suunnittelun mittakaavat.
-  Toimenpiteiden käyttö, luokittelun rajaukset.
-  Suunnittelualat ja sidosryhmät.

10.2 Toimenpiteiden hyödyntäminen

Lahden kaupungin metsien ilmastoviisautta voi parantaa huomioimalla työssä esitetyt toimenpiteet metsien hallinnoinnissa. Sosio-ekologisen alueanalyysin kautta toimenpiteitä voi kohdentaa alueille, joissa on:

1. Paljon olemassa olevia sosio-ekologisia arvoja, jolloin toimenpiteiden kautta arvoja voidaan turvata ja parantaa tai
2. heikot sosio-ekologiset arvot, jolloin toimenpiteillä tavoitellaan kokonaistilanteen parantamista ja sosio-ekologisten arvojen tai ilmastoviisauden parantamista.

Kuvassa 72 on havainnollistettu tarkastelualueen valintametodeita ja valintakriteereitä, joita voi hyödyntää anleeseen valinnassa. Kuva 73 havainnollistaa tarkastelumenetelmän valintaa ja tarkastelun kohdealueen valintaa. Kuvassa 74 on havainnollistettuna Kuvan 73 vieressä tässä työssä laaditun Pitkäkallionmäen konseptisuunnitelman alueen valintaa.

Tarkastelumetodeita

- Haavoittuvuus ilmastomuutokselle
- Riskit tuhoille
- Keskeinen sijainti
- Ekologiset yhteydet ja monimuotoisuuden solmukohdat
- Alueeseen kohdistuu paljon muospaineita
- Asutuksen läheisyys tai saavutettavuus
- Turvallisuus
- Erityiset maisema-, kulttuuri-, virkistys-, hiili- tai monimuotoisuusarvot, tai niiden solmukohdat



Tarkastelun kohdealueen valintakriteereitä

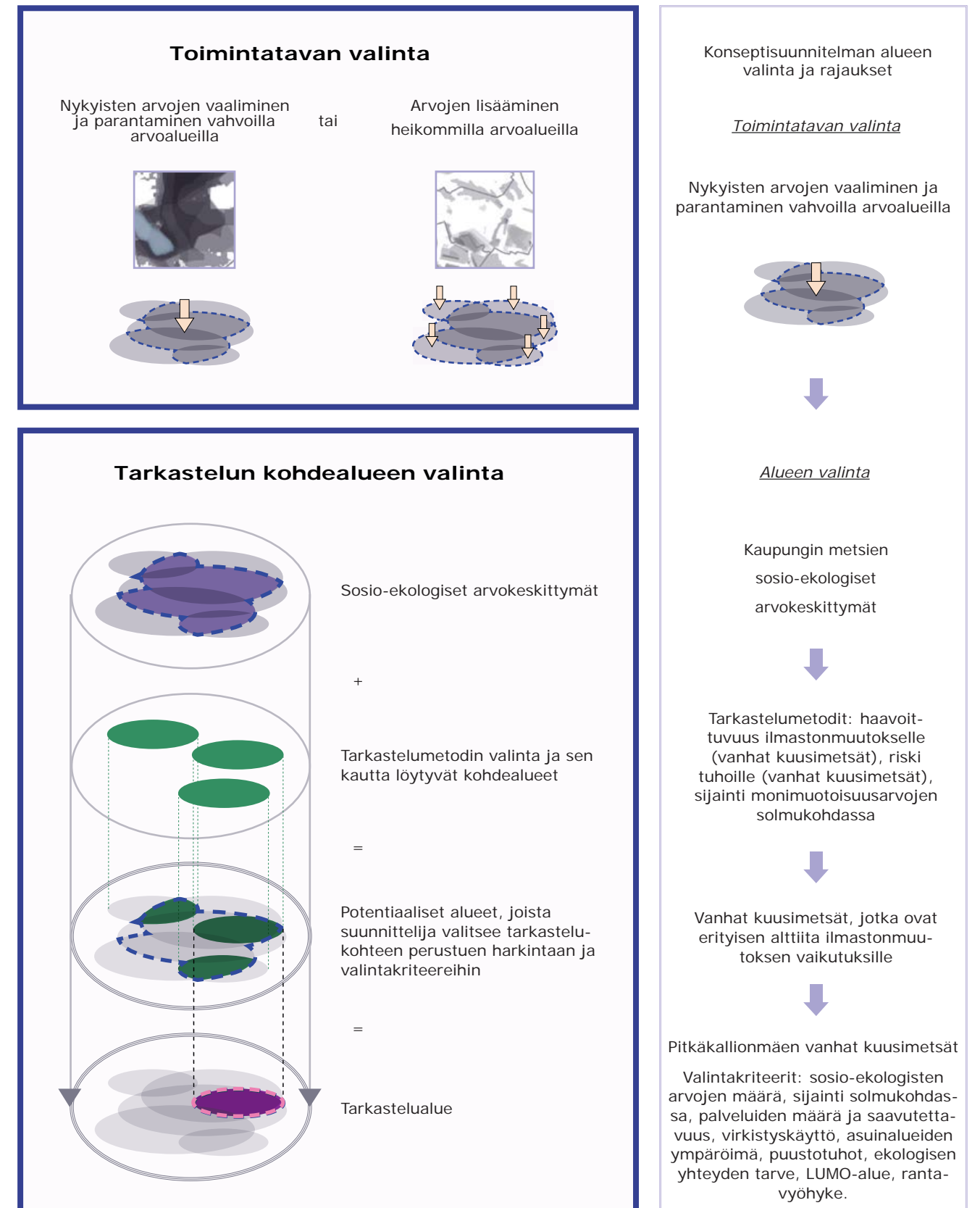
Suunnittelijan harkinta ja ratkaisut esimerkiksi seuraavien valintakriteerien kautta:

- Tarkasteltujen synergioiden määrä ja laatu
- Kaavoitustilanne
- Käyttötarkoitus
- Sijainti, asutuksen läheisyys, saavutettavuus
- Poissulkeva menetelmä
- Alueeseen kohdistuu paljon muospaineita
- Erityiset maisema-, kulttuuri-, virkistys-, hiili- tai monimuotoisuusarvot

Toimenpiteitä voi kohdentaa erilaisin metodein riippuen tavoitteesta. Tässä työssä esitetty konseptisuunnitelman kohde valittiin haavoittuvuuden (alittius ilmastomuutoksen vaikutuksille) mukaan ja haavoittuvuustarkastelun kautta löytyneistä alueista valikoitiin taajama-alueella sijaitseva yhtenäinen vanha kuusimetsä, jolla on paljon virkistyskäyttöä.

Kaupungin metsien ilmastoviisautta voi tarkastella monesta eri näkökulmasta valitsemalla tavoitteeseen soveltuvan tarkastelumethodin, jonka kautta ilmastoviisaista virkistysmetsistä voidaan tunnistaa tavoitteeseen soveltuvia kohdealueita. Yksityiskohtaisempaan, metsikkö- tai kuviotasoiseen suunnitteluun kohdealueen rajausta voi tarkentaa tarkoitukseen soveltuvilla valintakriteereillä. Esimerkkejä tarkastelumetodeista ja valintakriteereistä on esitetty alla.

Kuva 72. Esimerkkejä tarkastelumetodeista ja tarkastelualueen valintakriteereistä, joita voi soveltaa ilmastoviisaiden toimenpiteiden kohdentamisessa. P. Meskanen, 2022.



Kuva 73. Toimintatapa ilmastoviisauden parantamiseksi sosio-ekologisen verkoston ja toimenpiteiden avulla. P. Meskanen, 2022.

Kuva 74. Konseptisuunnitelman alueen valintatapa. P. Meskanen, 2022.

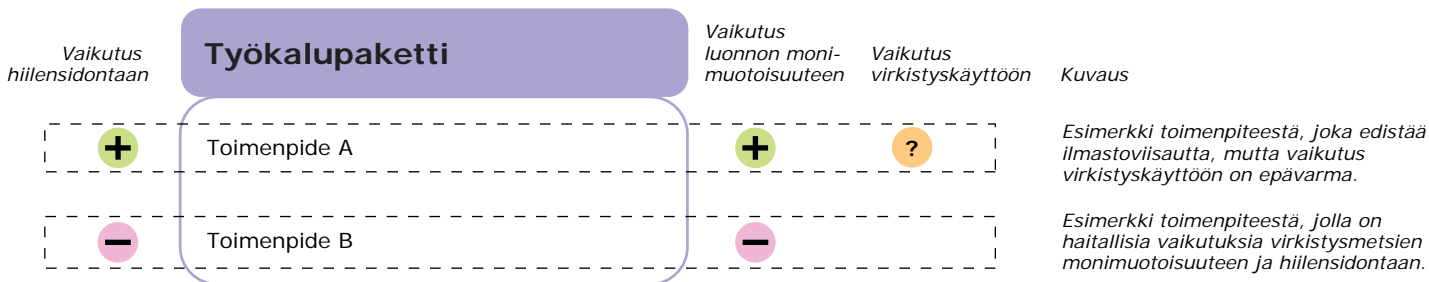
10.3 Työkaluvalikko

Seuraavaksi esitellään työssä koottu työkaluvalikko hiilensidonnasta ja luonnon monimuotoisuuden arvojen edistämiseksi viheralue-suunnittelussa.

Toimenpiteet on koottu työkalupaketteihin muun muassa niiden käytettävyyteen ja suunnitteluaan liittyen. Luokittelun rajaukset on esitetty tämän työn edellisissä luvuissa. Toimenpiteet on luokiteltu työkalupaketeiksi, joita käyttämällä on mahdollista parantaa ilmastoviisautta ja samalla vahvistaa alueen sosio-ekologisia arvoja. Ne on esitetty työkalupaketeissa listamaisena luettelona. Työkalupaketit ovat:

1. Metsien virkistyskäytön suunnittelu
2. Maankäytön suunnittelu ja kaavoitus
3. Maanmuokkaus
4. Metsänhoito
5. Vanhat metsät
6. Kasvillisuus
7. Lajit ja indikaattorit

- + Positiivinen vaikutus
- Negatiivinen vaikutus
- ? Epävarma vaikutus



Kuva 75. Työkalupaketin merkinnät. Työkalupaketti, toimenpiteet ja synergiat. Kuvaus toimenpiteiden tulkitsemisesta. P. Meskanen, 2022.

Vaikutus hiilensidontaan	Metsien virkistyskäytön suunnittelu	Vaikutus luonnon monimuotoisuuteen	Vaikutus virkistyskäyttöön	Kuvaus
+	Opastekyllit, infotaulut ja tiedon jakaminen ympäröivästä luonnosta	+	+	Tietoisuus ympäristön arvoista voi lisätä sitoutumista arvojen säilyttämiseen pitkällä aikavälillä.
?	Kulttuurimaisemien korostaminen (esim. näköalapaikat ja näkymien avaaminen)	?	+	Maiseman kokeminen kulttuurisesti arvokkaaksi voi lisätä sitoutumista maiseman muidenkin sosio-ekologisten arvojen säilyttämiseen pitkällä aikavälillä.
+	Kulkemisen ohjaus merkittäviä reittejä pitkin (esim. kyltit, polut ja kaiteet)	+	?	Maaperän ja kasvillisuuden säilyttäminen auttaa ylläpitämään hiilivarastoja ja monimuotoisuutta. Kaiteet ja kyltit voivat helpottaa metsässä kulkemista.
+	Rakenteet metsänpohjan suojaamiseksi, kulutuksenkeston suunnittelu (esim. pitkospuut ja maanpinnan tasosta korotetut reitit)	+	+	Maaperän ja kasvillisuuden säilyttäminen auttaa ylläpitämään hiilivarastoja ja monimuotoisuutta. Rakennetut reitit helpottavat metsässä kulkua.
+	Näköalapaikkojen maanpohjan suojaaminen (esim. terassirakenteet)	+	+	Maaperän säilyttäminen ylläpitää hiilivarastoa. Kiinteä rakenne lisää käytettävyyttä esimerkiksi sateella maanpohjan ollessa mutainen.
+	Kasvillisuuden kulutuksenkeston suunnittelu paikoissa, joissa on paljon kävijöitä tai toimintoja	+	+	Kasvillisuuden säilyttäminen ylläpitää maiseman kauneutta ja sitoo maaperää ylläpitäen hiilivarastoa.
+	Suurten elävien puiden säilyttäminen, maisemapuut	+	+	Vanhat puut ovat hyviä hiilivarastoja, tärkeitä monimuotoisuudelle ja lisäävät koettuja maisema-arvoja. Haaraisuus ja paksut oksat tärkeitä mm. suurempien lintujen, kuten kanahaukan pesille.
+	Suurten kuolleiden puiden säilyttäminen (kelopuut)	+	?	Hiiltä vapautuu hitaasti. Kelot toimivat pieninä hiilivarastoina vuosikymmeniä ja edistävät monimuotoisuutta. Vanhat kelottuneet puut voidaan kokea mielenkiintoisina, mutta ne voivat olla myös turvallisuusriski.
-	Suurten kuolleiden kaatuneiden puiden säilyttäminen (maatuvat)	+	?	Puu vapauttaa hiiltä maatuessaan, mutta ne ovat tärkeitä ravintolähteitä lajeille, kuten sammalille, hyönteisille ja sienille.
?	Toiminnallisuuden lisääminen ja palvelujen sijoittaminen metsien läheisyyteen (esim. metsäliikuntapaikat)	?	+	Metsien käytön lisääntyminen voi heikentää monimuotoisuutta ja hiilivarastoja. Toisaalta se, että metsäympäristöt koetaan tärkeiksi, voi auttaa ylläpitämään arvoja pitkällä aikavälillä.
-	Metsänhoidon ajoitus niin, ettei se oleellisesti rajoita virkistyskäyttöä tai rumenna metsämaisemaa	?	+	Metsänhoidolla on vähemmän vaikutusta maaperän hiilivarastoon, kun hoito tehdään maan ollessa roudassa. Metsissä, joissa ei ole hiihtolatuja, metsänhoito kannattaa ajoittaa talveen.
+	Moniaistisuuden suunnittelu ja metsän ominaisuuksien hyödyntäminen (esim. hiljaiset paikat, metsän tuoksut, kauneus, puiden luontainen varjostus ja suotuista pienilmasto)	+	+	Metsät tuovat monia ratkaisuja ilmastomuutokseen sopeutumiseksi ja tarjoavat pienilmastoltaan sopivia rauhallisia ja hiljaisia paikkoja.
-	Suunniteltujen reittien turvallisuus (esim. katkeavien oksien ja kaatumisvaarassa olevien puiden poisto)	-	+	Virkistysmetsien turvallisuus on tärkeää, mutta voi heikentää niiden ilmastoviisautta. Haittojen lieventämiseksi toimenpiteet kannattaa rajoittaa reittien ja asutuksen läheisyyteen.
+	Katkenneiden oksien ja tuulen kaatamien puiden jättäminen metsään	+	-	Risukkoinen metsä voidaan kokea rumaksi ja epäsiistiksi, mutta eloperäinen aines lisää monimuotoisuutta ja ylläpitää hiilivarastoa.
+	Monipuolisen ja rakenteeltaan vaihtelevan metsäkasvillisuuden suunnittelu ja säilyttäminen	+	+	Lisää metsän kykyä sopeutua muutoksiin. Vaihtelevat metsätyypit koetaan mielenkiintoisiksi ja voivat lisätä virkistyskäyttöä.

Kuva 76. Työkalupaketti: Metsien virkistyskäytön suunnittelu. Ilmastoviisaan viheraluesuunnittelun työkaluvalikko. P. Meskanen, 2022.

Vaikutus hiihensidontaan	Maankäytön suunnittelu ja kaavoitus	Vaikutus luonnon monimuotoisuuteen	Vaikutus virkistyskäyttöön	Kuvaus
+	Luonnonsuojelu	+	+	Luonnonsuojelu on yksi parhaista keinoista luonnon monimuotoisuuden, hiihensidontan ja virkistysarvojen säilyttämiseen pitkällä aikavälillä.
+	Sosio-ekologisen verkoston huomioiminen kaavoituksessa (säilyttäminen, vahvistaminen ja laajentaminen)	+	+	Sosio-ekologisten arvojen parantaminen lisää ilmasto- viisautta edistämällä hiihensidontaa, luonnon monimuotoisuutta ja lisäämällä luonnon ja ihmisten hyvinvointia.
+	Alueelliset luontonselvitykset. Esim. hiiliarvot, ekosysteemipalvelut, ekologiset käytävät ja luonnon monimuotoisuus	+	+	Sosio-ekologisten arvokeskittymien tarkentamiseksi uusien selvitysten teettäminen.
+	Alueellisen paikkatietoaineiston lisääminen etenkin luontoarvoista	+	+	Sosio-ekologisen verkoston analyysiä voi tarkentaa uusien aineistojen kautta.
+	Ilmastoviisauteen ohjaaminen viheralueiden luokittelun ja hoidon tavoitteiden keinoin	+	?	Kaupungin viheralueiden puustoisuuden lisääminen parantaa hiihensidontaa ja monimuotoisuutta. Rehevyyteen ja vähäiseen hoitoon ohjaaminen viheralueen hoidon suunnittelussa edesauttaa arvojen säilymistä.
+	Kaavoitusohjaus vähäpuustoisille kivennäismaille	?	?	Metsien säilyttäminen auttaa ylläpitämään hiilivarastoa ja hiihensidontakykyä, sekä luonnon monimuotoisuutta.
+	Metsittäminen ja puiden istuttaminen	?	+	Puut ovat tehokkaita hiilinieluja ja hyviä hiilivarastoja. Niillä on lukuisia monihyötyjä ja ne toimivat ilmastonmuutoksen sopeutumisen ratkaisuna, mutta metsien lisäksi muutkin biotoopit ovat monimuotoisuudelle tärkeitä.
-	Maankäytön muutokset	-	-	Maaperän muokkaaminen heikentää hiilivarastoja ja voi heikentää luonnontilaa ja vähentää monimuotoisuutta.
+	Viheralueiden yhtenäisyys ja kytkeytyvyys	+	+	Toimivat ekologiset yhteydet lisäävät monimuotoisuutta, lajien liikkumis- ja levähdysmahdollisuuksia. Ne voivat edistää hiilivarastojen säilymistä pitkällä aikavälillä mahdollistamalla kasvillisuuden luontaisen siirtymisen.
?	Metsien pirstaloituminen	-	?	Laajat metsäalueet ovat kestävämpiä ilmaston muuttumiselle ja voivat edesauttaa hiilivarastojen ja monimuotoisuuden säilymistä pitkällä aikavälillä.
+	Reunavaikutuksen huomiointi, rakennetun ja rakentamattoman ympäristön reunavyöhykkeen vahvistaminen ja kulutuksenkesto	+	+	Reunavyöhykkeen kulutuksenkeston varmistaminen ja riittävän reunavyöhykkeen säilyttäminen voi edesauttaa

Kuva 77. Työkalupaketti: Maankäytön suunnittelu ja kaavoitus. Ilmastoviisaan viheraluesuunnittelun työkaluvalikko. P. Meskanen, 2022.

Vaikutus hiihensidontaan	Maanmuokkaus	Vaikutus luonnon monimuotoisuuteen	Vaikutus virkistyskäyttöön	Kuvaus
+	Maaperän säilyttäminen ja muokkaamisen välttäminen	+	+	Maaperän muokkaaminen heikentää hiilivarastoja ja voi heikentää luonnontilaa ja vähentää monimuotoisuutta.
+	Metsänpohjan ja maanpinnan vedenläpäisevyyden säilyttäminen ja lisääminen	+	+	Maaperän hiilivarasto säilyy. Maaperä säätelee tulvia ja käsittelee hulevesiä luontaisesti ja toimii ilmastonmuutoksen sopeutumisen ratkaisuna tulvien yleistyessä.
+	Kasvuolosuhteiden ylläpito ja parantaminen	+	+	Maanmuokkaamisen yhteydessä alueen kasvuolosuhteiden säilyttäminen ja parantaminen voi nopeuttaa hiilinielun kasvamista maanmuokkauksen jälkeen.
?	Karikkeen määrä	?	?	Karikkeen määrällä voi olla vaikutusta hiihensidontaan ja monimuotoisuuteen, asia kaipaava tarkempaa perehtymistä.
?	Vesistöjen, soiden, kosteikkojen ja pienvesien, kuten purojen ja lähteiden säilyttäminen	+	+	Suot ja vesistöt tuovat vaihtelevuutta maisemaan ja ovat monimuotoisuudelle tärkeitä, mutta vaikutus hiihensidontaan on epäselvä.
-	Ojitus	-	-	

Kuva 78. Työkalupaketti: Maanmuokkaus. Ilmastoviisaan viheraluesuunnittelun työkaluvalikko. P. Meskanen, 2022.

Vaikutus hiihensidontaan	Metsänhoito	Vaikutus luonnon monimuotoisuuteen	Vaikutus virkistyskäyttöön	Kuvaus
?	Jatkuva kasvatus	?	+	Jatkuva kasvatus voi parantaa hiilinielua, mutta vaikutus hiilivarastoon ja luonnon monimuotoisuuteen on epävarma. Esimerkiksi monimuotoisuudelle tärkeää tukkipuuta ei synny.
?	Yksittäiset asiantuntijan harkintaan perustuvat korjaavat ja ylläpitävät toimenpiteet, jotka tehdään maastossa paikkakohtaisesti	?	+	Vaikutus on paikkasidonnainen ja siihen voivat vaikuttaa monet asiat, joten metsäasiantuntemus ja paikkatuntemus on tärkeää.
+	Suurten elävien puiden säilyttäminen, maisemapuut	+	+	Vanhat puut ovat hyviä hiilivarastoja, tärkeitä monimuotoisuudelle ja lisäävät koettuja maisema-arvoja. Haaraisuus ja paksut oksat tärkeitä muun muassa linnuille ja liito-oraville.
	Suurten kuolleiden puiden säilyttäminen (kelot)	+	?	Hiiltä vapautuu hitaasti. Kelot toimivat pieninä hiilivarastoina vuosikymmeniä.
-	Suurten kuolleiden kaatuneiden puiden säilyttäminen (maatuvat)	+	?	Puu vapauttaa hiiltä maatuessaan, mutta ne ovat tärkeitä ravinnonlähteitä ja elinympäristöjä lajeille, kuten sammalille, hyönteisille ja sienille.
-	Hakkuut	-	-	Hakkuut heikentävät luontotyyppien määrää ja laatua.
-	Hakkuujätteen poisto	-	+	Hakkuut heikentävät luontotyyppien määrää ja laatua.
	Tarkempien toimenpiteiden määrittely			Metsäalan asiantuntemus.

Kuva 79. Työkalupaketti: Metsänhoito. Ilmastoviisaan viheraluesuunnittelun työkaluvalikko. P. Meskanen, 2022.

Vaikutus hiihensidontaan	Vanhat metsät	Vaikutus luonnon monimuotoisuuteen	Vaikutus virkistyskäyttöön	Kuvaus
+	Puuston iän kasvattaminen	+	+	Vanhoissa metsissä on hyvä hiilivarasto ja ne ovat luonnon monimuotoisuudelle monella tapaa tärkeitä. Vanhat puut ja rosoinen kaarna tarjoavat eläimille ja eliöille pesäkolonia.
+	Vanhojen metsien määrän ja laadun parantaminen	+	+	Vanhat metsät koetaan miellyttäväksi virkistytymispaikoiksi. Ne tarjoavat elinympäristöjä ja ravintolähteitä metsälajeille ja ovat hyviä hiilivarastoja.
+	Vanhojen metsien säilyttäminen ja säilymisturvaamisen pitkäaikaisuus (esim. luonnonsuojelun kautta)	+	+	Metsäekosysteemit kehittyvät satojen vuosien aikana, joten metsien säilymisturvan varmistaminen pitkällä aikavälillä on tärkeää. Vanhat metsät ovat parantavat ilmasto- ja sosio-ekologisia arvoja.
-	Metsien lahoppupotentiaalin kasvattaminen	+	?	Lahoppuaines on luonnon monimuotoisuudelle tärkeää.
	Kelopuiden säilyttäminen ja lisääminen	+	?	Kelot toimivat pieninä hiilivarastoina vuosikymmeniä ja edistävät monimuotoisuutta. Vanhat kelotuneet puut voidaan kokea maisemassa mielenkiintoisina.
	Rakenteellisen vaihtelun lisääminen	+	+	Rakenteeltaan vaihtelevat metsät kestävät paremmin metsätuhoja ja sopeutuvat ilmaston lämpenemiseen ja kasvuolosuhteiden muuttumiseen. Vaihtelevat rakenteet lisäävät virkistytymisarvoja.

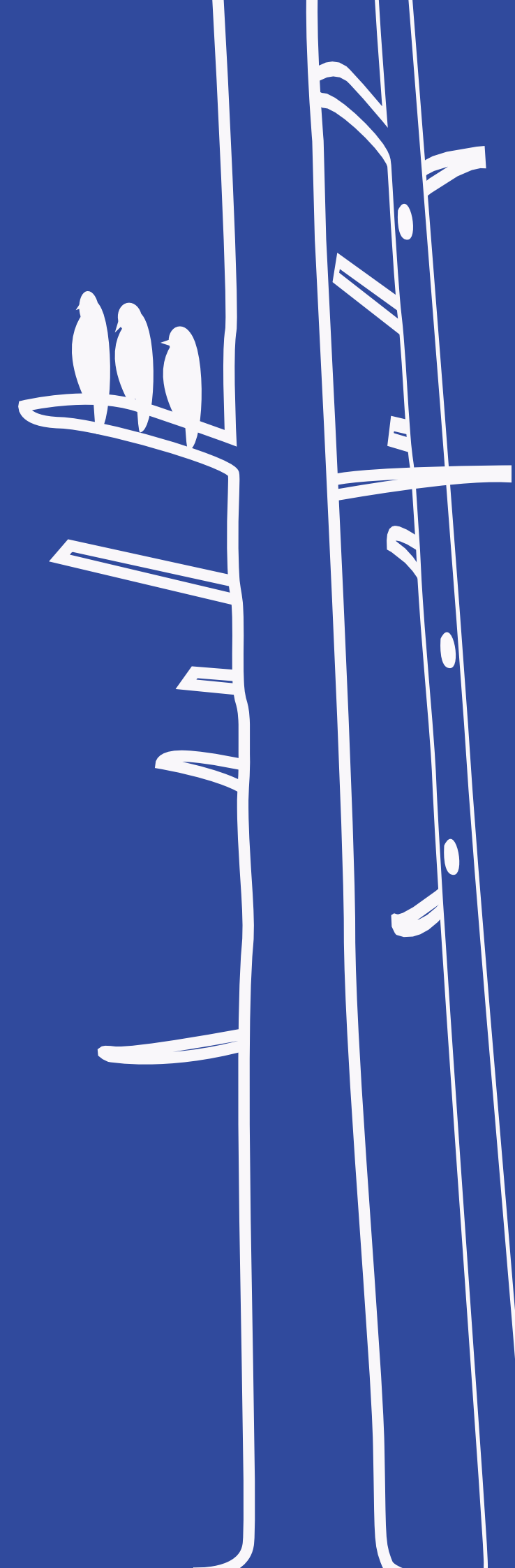
Kuva 80. Työkalupaketti: Vanhat metsät. Ilmastoviisaan viheraluesuunnittelun työkaluvalikko. P. Meskanen, 2022.

Vaikutus hiilensidontaan	Kasvillisuus	Vaikutus luonnon moni- muotoisuuteen	Vaikutus virkistys- käyttöön	Kuvaus
+	Indikaattorilajien seuranta	+		Lajien levinneisyyttä seuraamalla voidaan ennakoida muuttuviin ilmasto-olosuhteisiin. Metsien ja niiden hiilivarastojen säilymistä pitkällä aikavälillä auttaa muutosten tunnistaminen ja niihin mukautuminen.
+	Kokeilut, tulokaslajien sopeuttaminen	?	+	Kokeilemalla uusia lajeja ja niiden pärjäämistä paikallisesti voidaan parantaa metsien sopeutumiskykyä ja muuttaa niiden rakennetta hillitysti uusiin olosuhteisiin sopivaksi.
+	Puuston iän kasvattaminen	+	+	Vanhat puut ovat hyviä hiilivarastoja, tärkeitä monimuotoisuudelle ja lisäävät koettuja maisema-arvoja. Haaraisuus ja paksut oksat tärkeitä mm. suurempien lintujen, kuten kanahaukan pesille.
+	Kasvillisuuden lajien ja rakenteiden monipuolisuus ja vaihtelevuus	+	+	Vaihteleva kasvillisuus mahdollistaa monipuolisia elinympäristöjä ja ravintolähteitä. Monilajinen kasvillisuus parantaa metsän sopeutumiskykyä ilmasto- ja kasvillisuusolosuhteiden muuttumiseen.
+	Metsän rehevyys, puuston tiheys ja biomassan määrän lisääminen	+	?	Hiiltä on sitoutuneena kasvillisuuden biomassaan, joten biomassan kasvattaminen lisää sitoutuneen hiilen määrää. Rehevät ja risukkoiset metsät voivat olla vaikeakulkuisia ja heikentää virkistysarvoja.
+	Metsänpohjan kasvillisuuden kulutuksen-keston suunnittelu kulkureittien ja toimintojen läheisyydessä		+	Kasvillisuus sitoo maaperää ja auttaa ehkäisemään maaperän kulumista käytön seurauksena ja siten ylläpitää maaperän hiilivarastoa.
?	Vieraslajien torjunta ja ennakointi	+	+	Torjunta voi auttaa ehkäisemään tuhoja, joita haitalliset vieraslajit aiheuttavat. Vieraslajien torjunta on riskienhallintaa ja tehokasta etenkin paikoissa, joissa on paljon sosio-ekologisia arvoja (kuten luonnonsuojelualueet)
+	Kasvillisuustyyppien suojeleminen	+	+	Suojeleminen auttaa turvaamaan hiilivarastojen ja monimuotoisuuden säilymistä, sekä lisää virkistysarvoja.
+	Lajiyksilöiden suojeleminen	+	+	Hiili- ja monimuotoisuusarvojen säilymistä voi edesauttaa suojelemalla suuria ja vanhoja puita, kelo-puita ja lahoppuita. Suuret ja vanhat puut koetaan kauniiksi.

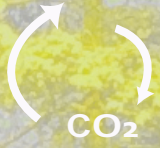
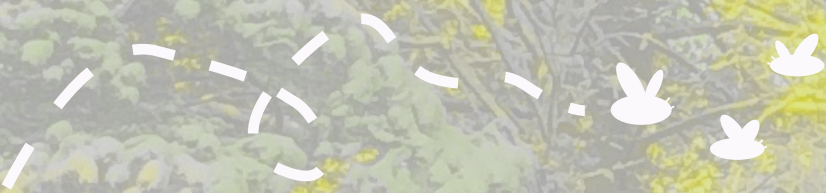
Kuva 81. Työkalupaketti: Kasvillisuus. Ilmastoviisaan viheraluesuunnittelun työkaluvalikko. P. Meskanen, 2022.

Vaikutus hiilensidontaan	Lajit ja indikaattorit	Vaikutus luonnon moni- muotoisuuteen	Vaikutus virkistys- käyttöön	Kuvaus
+	Indikaattorilajien ja uhanalaisten lajien seuranta	+		Lajien levinneisyyttä seuraamalla voidaan ennakoida ja reagoida elinympäristöjen siirtymiseen säilyttämällä ja lisäämällä etenkin uhanalaisten lajien elinympäristöjä.
+	Elinympäristöjen monipuolisuus ja vaihtelu	+	+	Rakenteeltaan ja kasvillisuudeltaan vaihteleva metsä tarjoaa monipuolisia elinympäristöjä ja ravintolähteitä. Monilajisuus parantaa metsän sopeutumiskykyä ja säilymistä pitkällä aikavälillä.
+	Elinympäristöjen turvaaminen ja suojeleminen	+	+	Suojeleminen on tehokas keino ympäristöjen tilan säilyttämiseen ja monimuotoisuus- ja hiiliarvojen turvaamiseksi. Erilaisten elinympäristöjen suojeleminen auttaa useampia lajeja.
?	Elinympäristöjen palauttaminen, ennallistaminen ja lisääminen	+	+	Lajien elinympäristöjen palauttaminen parantaa luonnon monimuotoisuutta ja voi auttaa kehittämään hiilivarastoa ja virkistyskäyttöarvoja, sillä viheralueet ovat tärkeitä virkistyspaikkoja kaupungeissa.
	Lajien keinotekoisien ja autettujen elinympäristöjen suunnittelu. Esim. linnun- ja lepakonpöntöt, hyönteishotellit	+	+	Elinympäristöjen lisääminen parantaa luonnon monimuotoisuutta. Monipuoliset viheralueet ovat kaupunkiympäristöissä tärkeitä virkistyspaikkoja.

Kuva 82. Työkalupaketti: Lajit ja indikaattorit. Ilmastoviisaan viheraluesuunnittelun työkaluvalikko. P. Meskanen, 2022.



OSA IV TULOKSET



11. Yhteenveto

11.1 Keskeiset tulokset

Tulokset

Tässä osassa kuvataan työn tuloksia, työprosessia sekä arvioidaan Lahden kaupungin vaikutusmahdollisuuksia alueen sosio-ekologisten arvojen parantamiseksi. Ensin esitellään työn keskeiset tulokset alla kuvatussa järjestyksessä. Työssä on luotu yleiskatsaus metsien ilmastoviisaasta hallinnoinnista, joka edellyttää usean alan erityisosaamista ja yhteistyötä. Kokonaiskuvan muodostaminen ja sen havainnollistaminen muodostuivat työn kantavaksi teemaksi. Ilmiöiden ja niiden yhteyksien ymmärtäminen koettiin tärkeäksi, jotta aiheita voi käsitellä yhdessä. Työn tuloksena syntyi:

1. **Synergiat.** Luonnon monimuotoisuuden, hiilensidonnin ja virkistyskäytön synergiat virkistysmetsissä sekä keinoja ja perusteluita ilmastoviisauden parantamiseksi.
2. **Toimintamalli ja toimenpiteet.** Ilmastoviisauden virkistysmetsien hallinnoinnin toimintamalli, toimintamallin kuvaus ja ilmastoviisaat toimenpiteet.
3. **Lahden sosio-ekologinen verkosto.** Tietoa Lahden sosio-ekologisesta verkostosta ja menetelmä sosio-ekologisten arvokeskittymien tunnistamiseen. Keinoja ja perusteluita verkoston säilyttämiseen, suojeluun ja parantamiseen.
4. **Menetelmä potentiaalisten suojelalueiden tunnistamiseen.** Menetelmä potentiaalisten suojelalueiden ja kehitettävien virkistysalueiden tunnistamiseen paikkatietoaineistojen avulla.
5. **Konsepti ilmastomuutoksen ja luontokadon yhteensovittamiseksi.** Työssä luotiin kokonaiskuvaa ilmastomuutoksen ja luontokadon yhteensovittamisesta, kehitettiin konsepti niiden yhdistämiseksi ja muodostettiin polku kokonaisheikentymättömyyteen.
6. **Kokonaisheikentymättömyys.** Ehdotus ja perusteet Lahden kaupungin kokonaisheikentymättömyyden tavoitteen asettamiseksi vuoteen 2050.

1. Synergiat

Kokonaiskuva ilmastomuutoksen ja luontokadon yhteyksistä vaikuttaa puuttuvan, vaikka molemmat vaikuttavat yhteisiin ympäristöihimme ja liittyvät niiden muuttumiseen. Molemmat aiheuttavat paineita kehittää uudenlaisia ratkaisuja ympäristöjen suunnitteluun. Kuten Dinerstain ja muut (2020) toteavat,

ilmastonmuutos ja luontokato on pitkään nähty erillisinä ilmiöinä, vaikka molempiin on ratkaisuna luonnon säilyttäminen ja suojelu.

Työ vastaa asetettuihin tutkimuskysymyksiin hiilensidonnin ja luonnon monimuotoisuuden synergioiden tunnistamiseksi. Työn tuloksena voidaan todeta, että luonnon monimuotoisuudella ja hiilensidonnalla on monia synergioita viheralueiden suunnittelussa. Lisäksi virkistyskäytöllä on synergioita hiilensidonnin ja monimuotoisuuden kanssa. Synergiat on kuvattu luvuissa 9 (s. 137–145).

Työssä on tehty havainto, että sosio-ekologisten arvojen parantaminen voi parantaa ilmastoviisautta. Vaikka virkistysarvot voidaan nähdä osittain ristiriitaisina luonnon monimuotoisuuden ja hiilensidonnin säilyttämisen kanssa, ihmisten arvostuksen ympäristöä ja maisemaa kohtaan on todettu vaikuttavan positiivisesti maiseman arvojen säilymiseen pitkällä aikavälillä (mm. Nassauer, 1995, 1997). Virkistysmetsät ovat kaupunkiympäristöjen tärkeitä lähiluontokohteita, joten sosiaalisten ja kulttuuristen arvojen huomioiminen niiden hoidon ja ylläpidon suunnittelussa on tärkeää, jotta arvojen säilyttämistä voidaan suunnitella pitkällä aikavälillä.

Maiseman mittakaavan on todettu olevan paras mittakaava metsien sosio-ekologisten arvojen suunnitteluun (Fischer, 2018), joten maisema-arkkitehtuurilla on paljon vaikutusmahdollisuuksia metsien käsittelyyn. Virkistysmetsien suunnitteluun liittyy maisema-arkkitehtuurin lisäksi metsänhoidon, luonnonsuojelun ja mui-

den suunnittelualojen erityisosaamista, joita tarvitaan tässä työssä esitettyjen näkemysten lisäksi.

2. Toimintamalli ja toimenpiteet

Työn tuloksena löytyi metsien hallinnoinnin toimenpiteitä, jotka parantavat hiilensidonnin, luonnon monimuotoisuutta ja virkistyskäyttöarvoja. Työssä kootut toimenpiteet on esitetty yleisellä ja mittakaavoiltaan vaihtelevilla tasoilla (luku 10, s. 147–159). Toimenpiteiden tunnistamisen ja vaikutusten arvioinnin yhtenä haastena on mittakaavojen laaja vaihtelu, mikä on tunnistettu myös alan aikaisemmissa tutkimuksissa haasteeksi (Jack et al., 2008; Potschin & Haines-Young, 2011; Fischer, 2018).

Mittakaavojen vaihtelu ja metsäekosysteemien monimutkaiset vuorovaikutussuhteet vaikeuttivat aiheen systemaattista lähestymistä. Tutkimuskirjallisuudesta ei löytynyt yleistasoista selvitystä siitä, mitkä kaikki metsien eri elementit tai toimenpiteet vaikuttavat metsien monimuotoisuuteen ja ilmastoviisauteen, minkä takia kirjallisuuskatsaus laajeni alkuperäistä suunnitelmaa laajemmaksi.

Mikä on haitallista ympäristölle, kasvaa ajassa. Mikä on haitallista ympäristölle, käynnistää tai kiihdyttää tuntemattomia vaikutuspolkuja. Mikä on hyödyllistä ympäristölle, loiventaa heikentymistä hitaasti. Hyödylliset vaikutukset hidastavat haitallisten vaikutusten kiihtymistä ja lopulta kääntävät ne. Polku nykyhetkestä parempaan tilanteeseen ei kulje lineaarisesti, vaan tulevaisuudessa on kohdattava jo kauan sitten tehdyt metsien hoidon tai hallinnoinnin päätökset, jotka heijastelevat niiden sosio-ekologisiin prosesseihin vielä kauan. Nykyhetkessä tekemämme toiminnan määrä ja laatu vaikuttavat siihen, miten pikaisesti voimme kääntää suunnan luonnon tervehtymistä kohti.

Virkistysmetsien monimuotoisuuden indikaattorit ovat samoja kuin muissakin metsissä, mutta niissä pitää lisäksi huomioida jotkin turvallisuuteen liittyvät seikat, kuten

katkenneiden tai lahoavien puiden tai oksien poisto kulkureittien varrelta. Taajama-alueilla sijaitsevilla virkistysmetsissä pitää välillä tehdä kompromisseja, jotka haittaavat luontoa ja mahdollistavat metsien virkistyskäytön. Met-sillä on monia tunnettuja terveyshyötyjä (mm. Hartig et al., 2014; Hamberg & Löfström, 2009), joten myös virkistyskäytön huomiointi on tärkeää.

Työssä tuotettu ilmastoviisaan suunnittelun toimintamalli pyrkii vastaamaan monialaisuuteen. Osaamisen hajaantuessa ja erityisosaamisen syventyessä on muistettava tieteenalojen välinen tiedonvaihto ja yhteistyö. Samoin yhteistyötä yksityisten metsänomistajien ja muiden sidosryhmien suuntaan olisi lisättävä ajankohtaisen tutkimukseen perustuvan tiedon välittämiseksi ja hyvien kokemusten jakamisesti.

Virkistysmetsien ilmastoviisauden edistämiseksi on tärkeää asettaa yhteiset päämäärät pitkälle aikavälille, pystyä mukautumaan nopeallakin aikataululla, toteuttaa monia ilmastoviisautta edistäviä toimenpiteitä samanaikaisesti, kokeilla uutta ja pysyä avoimena muutoksille.

3. Lahden sosio-ekologinen verkosto

Työssä kehitettiin menetelmä sosio-ekologisen verkoston arviointiin, minkä perusteella on mahdollista tunnistaa Lahden sosio-ekologiset arvokeskittymät. Arvokeskittymien tunnistaminen mahdollistaa ilmastoviisauden metsien hallinnoinnissa toimenpiteiden kohdentamisen kahdella tasolla (luvut 7.1 ja 7.2):

1. Toimenpiteiden kohdentaminen paikkoihin, joissa on jo paljon sosio-ekologisia arvoja olemassa olevien arvojen turvaamiseksi ja niiden parantamiseksi tai
2. heikkoja sosio-ekologisia arvoja omaavien paikkojen tunnistaminen ja toimenpiteiden kohdentaminen niihin kokonaistilanteen parantamiseksi.

Menetelmän kautta valikoitui työn konseptisuunnitelman alue Pitkäkallionmäki, jossa on

paljon sosio-ekologisia arvoja. Konseptisuunnitelma havainnollistaa menetelmän käyttöä ja osoittaa luonnosmaisen ehdotuksen alueen virkistymetsien ilmastoviisauden parantamiseksi.

Sosio-ekologisen arvoverkoston säilyttäminen, vahvistaminen ja kehittäminen edistää kaupungin ilmastoviisautta. Menetelmä on hyödynnettävissä jatkossakin kaupungin sosio-ekologisten arvokeskittymien tunnistamisessa esimerkiksi kaavoituksessa.

Analyysi on toteutettu GIS-ohjelmalla paikkatietoaineistoja hyödyntäen, joten sen tietoja on mahdollista tarkastella paikkakohtaisesti ja valitsemalla näkyviin ne tasot, joita halutaan tarkastella. Analyysiä varten muokatut karttatason ja niiden ryhmittely on koottu aineistopakettiksi, joka on toimitettu työn tilaajalle. Analyysiä on mahdollista päivittää sitä mukaa, kun uusia luonnon monimuotoisuuden, hiilensidontan ja virkistysarvojen paikkatietotasoa kehitetään.

Työn aikana tunnistetut ilmastoviisaat metsien hallinnoinnin toimenpiteet koottiin Excel-tiedostoon. Kullekin toimenpiteelle merkittiin sen vaikutus hiilensidontaan, luonnon monimuotoisuuteen ja virkistyskäyttöön, sekä lähde ja muita huomioita. Excel-tiedostosta rakentui runko työkalulle, jolla toimenpiteitä on mahdollista luokitella niiden sosio-ekologisten arvojen perusteella. Myöhemmin työn edetessä toimenpiteitä käsiteltiin taitto-ohjelmassa ja työkalua ei päivitetty systemaattisesti työn loppuun asti. Sen soveltaminen ilmastoviisaassa suunnittelussa edellyttää vielä toimenpiteiden ja luokittelujen läpikäyntiä ja täsmennyksiä. Työkalu voisi jatkossa toimia toimenpiteiden kokoamisen alustana ja sen kautta toimenpiteiden vaikuttavuutta sosio-ekologisiin arvoihin on mahdollista visualisoida ja perustella päätöksentekijöille.

4. Menetelmä uusien suojelueuiden määrittämiseksi

Työssä kehitettyä sosio-ekologisen verkoston arviointimenetelmää voi soveltaa uusien luonnonsuojelueuiden valinnassa. Menetelmän käyttö ja rajaukset on esitetty luvussa 9.2 Luonnonsuojelu ja kokonaisheikentymättömyys sivulla 140.

5. Konsepti ilmastonmuutoksen ja luontokadon yhteensovittamiseksi

Luontokato heikentää ja muuttaa metsäympäristöjä ja ilmastonmuutos korostaa metsien merkitystä monella tapaa, sillä ne tarjoavat ratkaisuja molempiin muutoksiin sopeutumiseksi ja tulevaisuuden kaupunkiympäristöjen elinvoimaisuuden ylläpitämiseksi. Rakennetun ja viherympäristön vaikutuksia ilmaston lämpenemiseen ja luontokatoon verrattiin työssä hiilijalanjäljen ja kokonaisheikentymättömyyden käsitteitä yhteensovittamalla. Vertailun tuloksena syntyi konsepti niiden yhdistämiseksi, joka on kuvattu tämän työn sivuilla 138–141.

6. Kokonaisheikentymättömyys

Työssä ilmastonmuutoksen ja luontokadon yhteensovittamiseksi muodostettiin polku kokonaisheikentymättömyyteen ja metsien roolia kuvattiin vaiheittain (s. 141).

Ehdotus on, että työn tuloksena Lahden kaupungin päämääräksi asetetaan kokonaisheikentymättömyys vuoteen 2050 mennessä, joka on EU:n (2020) tavoite luonnontilan palauttamiseksi. Kokonaisheikentymättömyys jatkaa kaupungin hiilineutraaliuden tavoitteen ja huomioi aiheutettujen päästöjen lisäksi luonnontilan heikentymisen ihmisen toiminnan seurauksena. Kokonaisheikentymättömyyttä on kuvattu tarkemmin työssä luvuissa 4.1, 9.1 ja 9.2.

11.2 Työprosessi

Aiheen valinta

Työn aihe, sisältö ja viitekehys muodostuivat useiden keskustelun pohjalta, joita herättelin vuoden 2020 loppupuolella. Halusin yhdistää diplomityössä maisema-arkkitehtuuria ilmastonmuutoksen hillintään ja sopeutumiseen, sillä työn kautta kertynyt kokemus rakennetun ympäristön hiilijalanjälkilaskennasta oli herättänyt huomioni viheralan vastaavien menetelmien puutteesta.

Pohdin luontopohjaisten ratkaisujen yhdistämistä laskennalliseen hiilijalanjälkeen sekä maisema-arkkitehdin roolia ilmastonmuutokseen sopeutumisessa. Aihe rajautui koskemaan virkistymetsiä, jotta synergioiden tunnistamisessa ja konkreettisisissa toimenpiteissä pääsisi riittävän syvälliselle tarkastelun tasolle. Aihe oli haastava, mutta työn edistymistä auttoi onnistunut rajaus, kiinnostava aihe ja aikaisempi kokemus rakennetun ympäristön hiilijalanjäljen laskennasta ja ilmastonmuutoksen sopeutumisen ratkaisuista.

Rajaus

Koen, että kokonaisuudessaan työn sisältö on rajauksen ja aiheen mukainen ja vastaa asetettuihin tutkimuskysymyksiin. Työprosessi on ollut hyvin opettavainen. Työssä lähtökohtana oli tarkastella Lahden kaupungin alueen metsiä ja tarkastelua rajattiin työn edetessä koskemaan Lahden kaupungin omistamia metsiä, sillä niiden metsänhoidon tavoitteet poikkeavat talousmetsistä. Lisäksi perusteena on se, että työn tilaajana Lahden kaupungilla on mahdollisuuksia vaikuttaa omistamiensa metsien hallintoihin.

Viime aikaisten tutkimusten huomioiden tarpeesta tarkastella metsiä niiden hallinnoinnin kautta ja ymmärtää omistajuuden ja tavoitteiden merkityksiä metsien sosio-ekologisille ominaisuuksille korostavat aiheen ajankohtaisuutta ja rajauksen osuvuuden. Lahden kaupungin

omistamien metsien tarkastelu soveltui hyvin tutkimuskohteeksi ja tarkastelun rajaus osoitettiin toimivaksi.

Huomasin, että luonnon monimuotoisuuden ja hiilensidontan synergioiden tunnistamiseksi on selvitettävä, mitkä toimenpiteet vaikuttavat metsiin ja minkälaisia vaikutuksia niillä. Se sai perehtymään syvällisemmin metsiin konseptuaalisella tasolla, jota kautta löytyi Fischerin (2018) malli metsistä sosio-ekologisina systeemeinä. Työn painopiste on selkeästi kokonaiskuvan ja ilmastoviisaan viherrakentamisen tilannekatsauksen luomisessa sekä toimenpiteiden synergioiden tunnistamisessa konseptisuunnitelman jäädessä pienempään osaan. Konseptisuunnitelma on esitetty viitteellisessä tasolla. Sen jatkokehittäminen metsänhoidon toimenpiteiden osalta vaatii toisaalta myös lisää yhteistyötä metsänhoidon, luonnonsuojelun ja biologian ammattilaisten kanssa.

Ihmisen ja luonnon yhteensovittamisen voisi ajatella vyöhykeajattelun kautta, jossa luonnon ja ihmisen välissä on ikään kuin vaihtumisvyöhyke. Toisaalta menetelmä on vajavainen, sillä kaupunkiympäristöissä luonto ja ihminen ovat pikemminkin päällekkäisiä, kuin osittain toisiaan koskettavia. Luonnon yhteyksien jatkuvuus rakennettujen alueiden läpi tulee taata elintärkeiden viherverkostojen turvaamiseksi. Tarkastelussa voidaan käyttää päällekkäisyysanalyysiä, jossa tarkastellaan arvokertymien päällekkäisyyttä. Sen avulla voidaan tunnistaa alueita, joilla on tärkeitä arvoesiintymiä, joita voidaan huomioida eri mitataavan suunnittelussa.

Työn etenemisen kuvaus

Työ alkoi vuoden 2021 syksyllä, jolloin muodostettiin työn aihe ja runko. Työskentely käynnistyi vauhdilla vuoden 2022 tammikuussa, jolloin aloitin työskentelyn Lahden kaupungin ympäristökehityksen tiimissä. Työ eteni pääosin suunnitelman mukaan. Alussa kokonaisisuuden ymmärtämiseen ja käsittelytavan

löytämiseen kului enemmän aikaa kuin osasin odottaa. Myös käsiteltävien metsien raja-
us tuotti haasteita, sillä aineistoa oli saatavilla
erilaisissa muodoissa ja erilaisin rajauksin. Lo-
pulta, kun metsien raja-
us paikkatietoaineiston
perusteella valikoitui, analyysien teko käynnisty-
tyi vauhdilla. Kehitin sosio-ekologisen verkos-
ton analysointimenetelmää samalla, kun tein
teoriaosuuden tutkimuskatsausta ja kokosin
ilmastoviisaita toimenpiteitä. Keräsin samalla
kartta-aineistoja ja kokosin QGIS-sovelluk-
seen kartta-analyysin runkoa. Huomasin, että
sosio-ekologisen verkoston analyysi onnistuu
hyvin päällekkäisyysanalyysinä.

Analyysivaiheessa konseptisuunnitelman koh-
de ei ollut vielä selvillä ja ajatuksena oli, että
suunnitelma voisi olla koko Lahden alueen ta-
soinen ja toimenpiteet voisi kohdentaa tiettyyn
metsätyppiin. Sosio-ekologisen verkoston
analyysin perusteella löytyi kuitenkin luonte-
vasti kiinnostavia tarkastelualueita. Konsepti-
suunnitelman alue valikoitui sosio-ekologisen
arvokeskittymäkartan perusteella ja lisäksi sen
valintaperusteena oli harkinta keskeisen si-
jainnin, alueen monien virkistyskäyttöarvojen
ja palveluiden saavutettavuuteen perusteella.
Lisäksi alueella on paljon ikääntyviä kuusimet-
siä, jotka ovat alttiita ilmastonmuutoksen tu-
hoille ja siten alue on haavoittuvainen ilmaston
muuttumiselle.

Konseptisuunnitelman rooli jäi työssä koko-
naisuudessaan pieneksi johtuen osittain siitä,
että alue löytyi vasta muiden analyysien val-
mistuttua. Jos aikaa olisi enemmän, suunni-
telmaa voisi kehittää tarkemmaksi ja alueelle
voisi laatia maisemasuunnitelman hyödyntäen
tässä työssä esitettyä idealuonteista konsepti-
suunnitelmaa.

Työn aikana huomasin, että on järkevää kirjata
ylös ajatuspolkua, jota olen kulkenut löytääk-
seni teemojen linkejä toisiinsa ja tutkiessani
asioiden kytkeytymistä toisiinsa ja kokonai-
suuteen. Käynnissä olevien muutosten koko-
naisvaltainen hahmottaminen on vaikeaa, ja
huomasin aiheiden laajuuden hahmottuvan it-
selleni pienissä palasissa.

Kun tutkin kestävästä metsänkäyttöä ja met-
sänhoidon nykytilannetta Suomessa, törmä-
sin blogikirjoituksiin ja uutisiin aiheesta eri

sidosryhmien edustajien kautta. Tätä kautta
vahvistui näkemykseni taloudellisten ja ekolo-
gisten arvojen välisestä kuilusta ja siitä, ettei
tasapuolista vuoropuhelua käydä. Tutkailtuani
asiaa huomasin, että eri teemoja on tutkittu
paljon ja tietoa on löydettävissä pirstaleina.
Mielestäni aiheesta puuttuu kokonaisvaltainen
ja yhteensovittava keskustelu sekä vastuutaho
tällaisen monia näkökulmia huomioivan kes-
kustelun käymiselle.

Kun etsin tietoa luonnon monimuotoisuutta
edistävistä toimenpiteistä, huomasin, että eri
toimijoilla on omia ohjeistuksia. Ei tuntunut
löytyvän "alkuperäisohjeistusta" tai yhteistä
tietopohjaa sille, mistä toimenpiteet on koot-
tu. Hyviä käytäntöjä siis on jo, mutta tietoa on
saatavilla hajanaisesti. Lähdin syventymään
asiaan paikallisen tason toimenpiteistä, joiden
lähteitä seuraten päädyin kansalliselle tasolle
ja kansainväliselle tasolle EU-sääntelyyn. Tä-
män päättelyn seurauksena syntyi huomio,
että monimuotoisuusteemojen tutkimiseksi ja
kestävien metsänhoitotoimien osoittamiseksi
tarvitaan vielä mittareita monimuotoisuudelle.
Monimuotoisuus nähdään usein pehmeämpä-
nä arvoja, joten indikaattorien kehittäminen ja
etsiminen tässä työssä esittämieni toimenpi-
teiden tueksi olisi tärkeää.

Työssä ilmenneet haasteet

Metsien sosio-ekologiset prosessit ovat moni-
mutkaisia ja niiden vuorovaikutussuhteet ovat
vaikeasti arvioitavia, mikä on tuonut haasteita
ratkaisujen etsimisessä. On vaikeaa tunnistaa
minkälaisia suoria tai välillisiä, ajallisia tai tilal-
lisiä vaikutuksia metsänhoidon toimenpiteillä
tulee olemaan haluttujen vaikutusten lisäksi.
Siksi luonnon systeemeitä muokatessa on tär-
keää muistaa ratkaisujen joustavuus ja muun-
tuvuus.

Vaikutusten seuraaminen on olennaista, jotta
saavutetut vaikutukset, niin ennakoitujen po-
siitiiviset ja negatiiviset, kuin ennalta arvaa-
mattomat voidaan tunnistaa (Fischer, 2018).
Muuttuneisiin tilanteisiin voidaan reagoida toi-
mintatapoja muuttamalla uuden tiedon valos-
sa, mutta vain, jos vaikutuksia on seurattu ja
tunnistettu. Näitä haasteita pyrittiin tunnistaa

maan työssä tuotetussa toimintamallissa.

Metsien hallinnointia voidaan kuvata eräänlai-
sena luovana kaaoksena. Lahden kaupungin
virkistysmetsiin vaikuttavat luonnonprosessien
lisäksi virkistyskäyttö, rakennetut alueet ja nii-
den toiminnot. Niihin vaikuttavat hoidolle eri
tasoilla asetetut tavoitteet, kaavoitus, maan-
käytön muutokset, ilmastonmuutos, luonto-
kato ja olosuhteiden muuttuminen, maan-
omistajuus, rakentaminen ja hakkuut, sekä
paikalliset yksityisten ja julkisten toimijoiden
tekemät ratkaisut.

Vaikutuksia ilmenee monien eri tasojen kautta
ja viiveellä, joten metsien ajantasainen tilan-
ne muuttuu jatkuvasti. Lisäksi vaikutuksilla on
useita toisiin sosio-ekologisiin prosesseihin vai-
kuttavia vuorovaikutussuhteita, jotka ilmene-
vät suoraan tai välillisesti, heti tai pitkän ajan
kuluttua. Esimerkiksi metsäkuvioiden paikka-
tietoaineistojen ajantasaisena pitäminen siten,
että tilanne vastaisi kulloinkin vallitsevaa ny-
kytilannetta on lähes mahdotonta.

Metsien hallinnoinnissa on jätettävä riittävästi
mahdollisuuksia paikkakohtaiselle päätöksen-
teolle, mutta toisaalta selkeät päämäärät ovat
edellytys haluttujen tulosten saavuttamiseksi.
Liian tarkat ja yksityiskohtaiset metsien
hoito-ohjeet eivät välttämättä edesauta vir-
kistysmetsien hiilensidonnan ja monimuotoi-
suusarvojen edistämistä, sillä usein toteutet-
tavuuteen vaikuttavat paikalliset olosuhteet.
Päätökset tehdään loppukädessä asiantuntijan
tai suunnittelijan harkinnalla maastossa. Sen
sijaan ilmastoviisaiden toimenpiteiden yhteen-
kokoaminen ja prioriteettitilastukset voivat olla
hyödyllisiä, sillä niistä saatavia tietoja voidaan
hyödyntää eri mittakaavoissa suunnittelun ta-
son ja paikan mukaan.

Pohdintaa virkistysarvoista

Metsien hallinnoinnin ajallinen ulottuvuus ja
viiveellä ilmenevät vaikutukset vaikuttavat
luonnon ja ilmaston toiminnan lisäksi visuaa-
lisuuteen ja metsissä havaittuihin aistiko-
muksiin, joita ei tässä työssä juurikaan käsi-
tellä. Minkälaisena ympäristö koetaan, kun
luonto vanhenee ja ilmastoviisaus paranee?

Metsien ikääntyessä puut kasvavat kooltaan
suuremmiksi, mikä voidaan kokea visuaalisesti
kiinnostavana maisemassa ja se voi houkuttaa
virkistyskäyttöön (esim. Hamberg & Löfström,
2009).

Luonnon monimuotoisuutta edistävät piirteet
voivat myös vaikuttaa epäsiisteiltä. Esimerkik-
si vanhojen kuusien alemmat roikkuvat oksat
ja maahan karisseet kuolleet oksat voivat met-
sässä kulkijan silmään näyttää roskaiselta ja
vähentää vanhan metsän koettua visuaalista
arvoa. Missä vaiheessa metsän vanhenemi-
sestä tarvitaan metsänhoidon interventio tie-
tynlaisen siisteyden illuusion ylläpitämiseksi?
Miten vahvistetaan virkistysmetsien käyttäjien
luontokokemusta säilyttämällä luontoarvot ja
samalla suunnittelemalla turvallisia ja saavu-
tettavia ympäristöjä?

Yhtenä ratkaisuna voi olla tämän työn konse-
ptisuunnitelmassa esitetty ilmastoluontopolku,
joka antaa tietoa metsän prosesseista ja ke-
hottaa vuorovaikutukseen ilmastoviisaan met-
säympäristön kanssa kestäväällä tavalla. Infor-
maation jakamisen kautta voi välittää tietoa
käyttäjille ja opastaa kaupunkilaisia metsien
luonto- ja ilmastoviisaudesta.

11.3 Arvio vaikutusmahdollisuuksista

Mitä kaupunki voi tehdä?

Kaupunki voi osaltaan edistää metsien ilmastoviisautta kehittämällä ja toteuttamalla toimenpiteitä, edistämällä alan tutkimusta ja kartuttamalla kokemusta hyväksi koetuista käytännöistä. Sen lisäksi, että kaupunki toteuttaa toimenpiteitä omistamillaan alueilla, tärkeää on toimenpiteistä viestiminen ja hyvien kokemusten jakaminen yksityisille metsänomistajille.

Tärkeää on sopia yhteisistä päämääristä, asettaa pitkän aikavälin tavoitteet ja varmistaa työn jatkuvuus pitkällä aikavälillä.

Tässä työssä on laadittu ilmastoviisaiden metsien hallinnon toimintamalli, jota käytämällä Lahden kaupunki voi edistää omistamiensa metsien ja muiden viheralueiden ilmastoviisautta. Toimintamallin ja työssä kehitetyn päällekkäisyysanalyysimenetelmän kautta voidaan perustella esimerkiksi suojelualueiden perustamista sosio-ekologisiin arvoihin perustuen. Mallia voi käyttää virkistymetsien sosio-ekologisten arvojen säilyttämisen, vahvistamisen ja lisäämisen perusteena.

Työssä kehitetty toimintamalli tukee kokonaisheikentämättömyyden periaatetta. Työssä on esitetty polku kokonaisheikentämättömyyteen sekä arvioitu Lahden virkistymetsien roolia siinä. Kokonaisheikentämättömyyteen vaadittavat ekologiset kompensatiot voitaisiin kenties kohdistaa kaupungin sosio-ekologisen verkoston vahvistamiseen, mikä kiihdyttää arvojen parantamista ja synnyttää monia hyvinvointia edistäviä sosiaalisia ja ekologisia hyötyjä.

Ilmastoviisaus osaksi kaikkea toimintaa

Työssä esitettyjen määrittelyiden ja kuvauksen perusteella ilmastoviisaus voidaan ottaa laajemmin osaksi kaupungin toimintaa, mikä parantaisi ja vahvistaisi Lahden sosio-ekologisia arvoja. Ilmastoviisauden voisi liittää kuntastrategiaan, sillä ilmastoviisauden lisääminen parantaa sosiaalista ja ekologista kestävyttä ja tuottaa hyvinvointia työssä esitetyn toimintamallin osoittamalla tavalla.

Työssä laadittu karkean tason konseptisuunnitelma Pitkäkallionmäelle voidaan toteuttaa kaupungin sosio-ekologisia arvoja parantavana kehitysprojektina. Ilmastoviisauden tilannetta alueella voidaan seurata toteutettujen toimenpiteiden jälkeen ja alueesta voisi muodostaa Lahden ilmastoviisauden pioneerialueen. Ilmastoviisaan suunnittelun periaatteet on laadittu virkistymetsille, mutta niiden käyttöä on mahdollista soveltaa muillakin viheralueilla.

Tulosten hyödyntäminen

Toimintamallin käyttöönottoa kaupungin metsissä voi edistää huomioimalla ne kirjoitushetkellä käynnissä olevan metsien käyttö- ja hoitoperiaatteet -raportin päivituskierroksella. Kaupunki ei voi velvoittaa, mutta voi esimerkiksi osoittaa uudenlaisia kestävästä luonnon virkistyskäyttöä, hiilensidontaa ja monimuotoisuutta edistäviä hoitoperiaatteita myös yksityisessä omistuksessa oleville metsille. Yhteydenpito ja läpinäkyvä viestintä kaupungin tavoitteista ja kaupungin metsissä käytössä olevista toimintatavoista edistää tieteellisen tiedon ja kokemusten jakamista.

Viestiä olisi mielestäni tärkeää viedä eteenpäin niin, että hiilivarastojen kasvattaminen on ensisijaista, koska vanhan metsän biotoopit ovat elintärkeitä monimuotoisuudelle ja toimivat tärkeinä hiilivarastoina. Hiilinielut ovat tavallaan lisäarvona. Hiilinielujen tehtäviä ovat met-

sän hiilivarastojen luontainen uusiutuminen ja turvaaminen, monimuotoisuuden turvaaminen ja metsätalouden tuottavuus sekä sitoutuneen hiilen määrän turvaaminen tulevaisuudessa. Hiilivarastojen heikentämistä ei voi perustella hiilinielujen kasvattamisella.

Työssä esiin nousseita hiilensidontaa ja monimuotoisuutta edistäviä toimenpiteitä voi huomioida kaupungin virkistymetsien suunnittelussa ja päivituskierroksella olevassa metsien hoito-oppaassa.

Vaikuttavuutta yhteistyön kautta

Lahden kaupungilla on monia mahdollisuuksia yhteistyön edistämiseksi organisaation sisällä toimialojen välistä yhteistyötä kehittämällä ja ulkoisesti osallistamalla keskusteluun yksityisiä metsänomistajia. Yksityiset metsänomistajat omistavat noin 75 % Lahden alueen metsistä. Tiedon kulkeutumisen kannalta on tärkeää edistää sidosryhmäyhteistyötä kaupungin ja yksityisten metsänomistajien kesken. Kaupunki voi esimerkiksi osoittaa hyviä käytäntöjä metsien hoitoon ja edistää tutkimusta metsänhoidon ekologisten ja taloudellisten näkökulmien yhteensovittamisesta, mikä on mielestäni tärkeää keskustelun edistämiseksi.

Kaupunki voi ottaa työssä roolin yhteistyön käynnistäjänä ja tieteellisen tiedon välittäjänä sekä tarjota yhteiselle kehittämiselle alustaa. Yhteistyössä voisi hyödyntää esimerkiksi metsien hallinnon paikkatieto-ohjelmaa (Tapio Oy, 2022), josta metsien hiiliarvot on saatavilla tarkasti. Tärkeää on avoin keskusteluyhteys ja tutkimustietoon perustuva viestintä, sekä kokemusten jakaminen.

Yhteistyössä maanomistajien kanssa voisi hyödyntää yritys yhteistyön periaatteita. Tuusulan kunnalle toteutetussa kyselyssä kartoitettiin kunnan yritysten ilmastotavoitteiden ja toimenpiteiden nykytilannetta sekä toiveita yhteistyölle kuntaorganisaation kanssa (Tschokkinen et al., 2021). 75 % kyselyyn vastanneista yrityksistä toivoi Tuusulassa yhteistyötä kunnan kanssa ilmastotoimenpiteiden edistämiseksi, joista tiivistä yhteistyötä toivoi neljäsosa ja 75 % yhteistyön kannalla olleis-

ta toivoi verkostomaista yhteistyötä (Tschokkinen et al., 2021). Kaupunki voisi aloittaa yhteistyön esimerkiksi laatimalla alueen metsänomistajille suunnatun kyselyn ja kartoittaa halukkuutta yhteistyöhön.

Kyselyllä voisi kartoittaa yhteistyön tapoja, koota metsänomistajien tarpeita ja toiveita, toimenpiteiden nykytilannetta sekä tarjota apua ja osaamista metsien hallinnon suunnitteluun huomioiden metsien taloudelliset, ekologiset ja sosiaaliset arvot. Lisäksi kaupunki voi läpinäkyvällä tiedottamisella viestiä kaupungin omistamien virkistymetsien ilmastotavoitteiden tilasta ja toteutumisesta. Aktiivisella tiedottamisella kaupunki voisi ottaa proaktiivista vastuuta alueensa metsien ilmastovastuullisuudesta. Kaupunki hyötyisi kaikkien maantieteellisellä alueella sijaitsevien metsien ilmastokestävästä hoidosta, sillä metsät kattavat yli puolet Lahden pinta-alasta ja ovat tärkein hiilivarasto ja niissä on luonnon monimuotoisuudelle tärkeitä elinympäristöjä.

Yksityisten omistamien metsien ilmastoviisaassa metsänhoidossa on huomioitava se tosiasia, että metsät ovat Suomen kansantaloudelle tärkeä tulonlähde, vientituote ja työllistäjä. Keskustelua ei voida käydä ilman vuoropuhelua ja siihen tulisi kannustaa yhä enemmän. Kunnilla on asiassa nähdäkseen merkittävä mahdollisuus luoda tasa-arvoista vuoropuhelua ja tuoda keskusteluun tutkimustaustaa. Kunnilla on mahdollisuuksia myös ohjata metsien kestävään hoitoon esimerkiksi taloudellisin kannustein. Tärkeintä on kuitenkin viestiä ajankohtaisista asioista ja esimerkiksi EU:n biodiversiteettitavoitteen vaikutuksista metsien hallintoihin. Kaupungilla on monia mahdollisuuksia parantaa alueen ilmastoviisautta ja sosio-ekologisia arvoja kokonaisvaltaisesti.

Lähteet

Lähteet

Kirjalliset julkaisut

- Alhola, K., Judl, J., Norris, G., & Seppälä, J. (2015). Carbon Game is On! Companies on the move to be carbon neutral. Final Report 06/2015. Finnish Environment Institute (SYKE), Helsinki. Saatavissa <https://www.syke.fi/>
- Behm, K., Husgafvel, R., Hohenthal, C., Pihkola, H., & Vatanen, S. (2016). Carbon handprint – Communicating the good we do. VTT Technical Research Centre of Finland, VTT-R-00452, 16. Saatavissa <https://www.sitra.fi/en/publications/carbon-handprint/>
- Bowditch, E., Santopuoli, G., Binder, F., Del Rio, M., La Porta, N., Kluvankova, T., ... & Tognetti, R. (2020). What is Climate-Smart Forestry? A definition from a multinational collaborative process focused on mountain regions of Europe. *Ecosystem Services*, 43, 101113.
- Bradshaw, C.J.A. & Warkentin, I.G. 2015: Global estimates of boreal forest carbon stocks and flux. *Global and Planetary Change* 128: 24-30.
- Díaz, S., Hector, A., & Wardle, D. A. (2009). Biodiversity in forest carbon sequestration initiatives: not just a side benefit. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 1(1), 55-60.
- Dinerstein, E., Joshi, A. R., Vynne, C., Lee, A. T. L., Pharrand-Deschênes, F., França, M., ... & Olson, D. (2020). A "Global Safety Net" to reverse biodiversity loss and stabilize Earth's climate. *Science advances*, 6(36), eabb2824.
- Euroopan komissio. (2020). EU Biodiversity Strategy for 2030: Bringing nature back into our lives. Directorate-General for Environment. Luxembourg: European Union. doi:10.10.2779/677548.
- Failing, L., & Gregory, R. (2003). Ten common mistakes in designing biodiversity indicators for forest policy. *Journal of environmental management*, 68(2), 121-132.
- FCG. (2019). Lahden alueen hiilinielut ja -varastot. Lahden kaupunki. Julkaistu 10.4.2019. Saatavissa <https://www.lahti.fi/tiedostot/lahden-alueen-hiilinielut-ja-varastot/>
- FCG. (2021). Kanta-Hämeen ja Päijät-Hämeen maankäytön hiilinielut ja -varastot. HÄMEEN JA PÄIJÄT-HÄMEEN LIITOT. FCG Finnish Consulting Group Oy. Julkaistu 27.5.2021. Saatavissa <https://pajjat-hame.fi/ilmastotiekartta/materiaalipankki/>
- Fischer, A. P. (2018). Forest landscapes as social-ecological systems and implications for management. *Landscape and Urban Planning*.
- Folke, C., Biggs, R., Norström, A. V., Reyers, B., & Rockström, J. (2016). Social-ecological resilience and biosphere-based sustainability science. *Ecology and Society*, 21(3).
- Gibbs, D., Resende, T. C., Harris, N., & Osipova, E. (2021). World Heritage forests: Carbon sinks under pressure. UNESCO, WRI & IUCN. ISBN: 978-92-3-100480-3.
- Guo, L. B. & Gifford, R. M. (2002). Soil carbon stocks and land use change: a meta analysis. *Global Change Biology*, Volume 8, Issue 4, April 2002, p. 345-360
- Hamberg, L. & Löfström, I. (2009). Monimuotoisuuden ja metsän eri käyttömuotojen yhteensovittaminen kunti-

en virkistysmetsissä ja valtion retkeilyalueilla. Vantaan toimintayksikkö / TUK-tutkimusohjelma. Metlan työraportteja 113. ISBN 978-951-40-2153-4. Saatavissa <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2009/mwp113.htm>

- Hansen, R. & Pauleit, S. (2014). From multifunctionality to multiple ecosystem services? A conceptual framework for multifunctionality in green infrastructure planning for urban areas. *Ambio*, 43(4), 516-529.
- Haverinen, R., Mattila, K., Neuvonen, A., Saramäki, R., & Sillanaukee, O. (2021). Ihminen osana elonkirjoa: Luontosuhteet, luontokäsitykset ja sivistys kestävyyskriisin aikakaudella. 12.9.2021. (O. Sillanaukee, Ed.) Sitra. Saatavissa <https://www.sitra.fi/julkaisut/>
- Heinonsalo, J. (2020). Hiiliopas. Katsaus maaperän hiilen ja hiiliviljelyn perusteisiin. Carbon Action & BSAG. Saatavissa <https://carbonaction.org/wp-content/uploads/2020/01/BSAG-hiiliopas-1.-painos-2020.pdf>
- Hyvärinen, E., Juslén, A., Kemppainen, E., Uddström, A. & Liukko, U-M. (toim.). (2019). Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2019. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus. ISBN 978-952-11-4974-0. Saatavissa <http://hdl.handle.net/10138/299501>
- IPCC. (2022). Summary for Policymakers. Julkaisussa: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegria, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.
- IPCC. (2019). Summary for Policymakers. Julkaisussa: Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems [P.R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, J. Malley, (eds.)].
- IUCN. (2019). Protected areas and climate change. Briefing Paper [tiivistelmä]. Joulukuu 2019. Saatavilla [iucn.org/sites](https://www.iucn.org/sites)
- IUCN. (2021). Forests and climate change. Issues Brief [julkaisun tiivistelmä]. Helmikuu 2021. Saatavilla <https://www.iucn.org/resources/issues-briefs/forests-and-climate-change>
- Jack, B. K., Kousky, C., & Sims, K. R. (2008). Designing payments for ecosystem services: Lessons from previous experience with incentive-based mechanisms. *Proceedings of the national Academy of Sciences*, 105(28), 9465-9470.
- Kartimo, K. & Palomäki, J. (2017). Lahden suunta - Tavoitteena elinvoima. Yleiskaava ja kestävän kaupunki-liikkumisen ohjelma 2017-2020. Tavoitteet ja indikaattorit 2017. Lahden kaupunki. KYMP.
- Keeley, A. T., Ackerly, D. D., Cameron, D. R., Heller, N. E., Huber, P. R., Schloss, C. A., ... & Merenlender, A. M. (2018). New concepts, models, and assessments of climate-wise connectivity. *Environmental Research Letters*, 13(7), 073002.
- Korpela, K. (2001). Luonnonympäristöjen elvyttävät

vaikutukset. Metsän eri käyttömuotojen arvottaminen ja yhteensovittaminen, s. 169–174, luku 4.2. (toim. Kangas, J., & Kokko, A). Metsäntutkimuslaitos, Muhoksen Tutkimusasema. Saatavissa <http://urn.fi/URN:ISBN:951-40-1770-6>

- Kuittinen, M., Hautamäki, R., Tuhkanen, E.-M., Riikonen, A. & Ariluoma, M. (2021). Environmental Product Declarations for plants and soils: how to quantify carbon uptake in landscape design and construction? 8.6.2021. Saatavissa <https://link.springer.com/article/10.1007/s11367-021-01926-w>
- Kuuluvainen, T., Saaristo, L., Keto-Tokoi, P., Kostamo, J., Kuuluvainen, J., Kuusinen, M., ... & Salpakivi-Salomaa, P. (2004). Metsän kätöksissä Suomen metsäluonnon monimuotoisuus. FIBRE/Edita Publishing Oy. Helsinki.
- Lindenmayer, D. B., Margules, C. R., & Botkin, D. B. (2001). Indicators of biodiversity for ecologically sustainable forest management. *Conservation biology*, 14(4), 941-950.
- Liski, J., & Westman, C. J. (1997). Carbon storage in forest soil of Finland. 2. Size and regional pattern. *Biogeochemistry*, 36(3), s. 265–267.
- Lumiario, R. (2022). Kuntien lähiluonto -esitys. Esitys kuntien lähiluonnosta luonto ja biodiversiteettitavoitteet ja mittarit työpajassa. Suomen ympäristökeskus.
- Malmivaara, M., Löfström, I. & Vanha-Majamaa, I. (2002). Anthropogenic effects of understorey vegetation in Myrtillus type urban forests in southern Finland. *Silva Fennica*, 36: 367–381. Saatavissa <https://jukuri.luke.fi/>
- Miettinen, S. (2014). Lahden kaupungin omistamien metsien hoito- ja käyttöperiaatteet - Lahden viheralueohjelma 2013–2025. Viheralueohjelman seurantaryhmä. Lahden kaupunki. Saatavissa <https://www.lahti.fi/tiedostot/metsien-hoito-ja-kayttoperiaatteet/>
- Moilanen, A. & Kotiaho, J. S. (2017). Ekologisen kompensoinnin määrittämisen tärkeitä operatiiviset päätökset. Ympäristöministeriö. ISBN:978-952-11-4754-8. Saatavissa <http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/160211>
- Mäkinen, H., Hynynen, J., Siitonen, J. & Sievänen, R. (2006). Predicting the decomposition of scots pine, Norway spruce, and birch stems in Finland. *Ecological Applications* 16(5): 1865–1879.
- Nassauer, J. I. (1995). Culture and changing landscape structure. *Landscape ecology*, 10(4), 229-237.
- Nassauer, J. I. (1997). Cultural sustainability: aligning aesthetics and ecology. Island Press.
- Ojala, E. & Rosber, E. (2020). Lahden seudun ympäristökatsaus 2019. Sarja 16/2019. Konsernipalvelut. ISSN-L 1798-310X. Saatavissa <https://www.lahti.fi/tiedostot/lahden-seudun-ymparistokatsaus-2019/>
- Pekkonen, M., Ryttylä, T., Belinskij, A., Koljonen, S., Mykrä, H., Kostamo, K. & Ahlroth, P. (2020). Tietotaso ja kokemukset ekologisesta kompensatiosta Suomessa. Ympäristöministeriö.
- Perälä, T., Nerg, S., Rope, A-M., Tikkala, J. & Helminen, H. (2010). Lahden kaupunki. Tekninen- ja ympäristötoimiala. Maankäyttö. Heinäkuu 2010. Saatavissa <https://www.lahti.fi/tiedostot/lahden-maisemarakenne-ja-viheralueet/>
- Potschin, M. B. & Haines-Young, R. H. (2011). Ecosystem

services: Exploring a geographical perspective. *Progress in physical geography*, 35(5), 575–594.

- RAKLI Ry (toim.). (2012). KIINTEISTÖLIKETOIMINNAN SANASTO, 2. LAITOS. Sanastokeskus TSK ry. ISBN 978-952-9794-33-1. Helsinki.
- Ricketts, T. H., Soares-Filho, B., da Fonseca, G. A. B., Nepstad, D., Pfaff, A., Petsonk, A., Anderson, A. & Boucher, D. (2010). Indigenous lands, protected areas, and slowing climate change. *PLoS Biology*. 8:e1000331. DOI 10.1371. Saatavissa <https://journal.pbio.1000331>
- Routa, J. & Huuskonen, S. (toim.). (2022). Jatkuvaiteinen metsänkasvatusta : Synteesiraportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 40/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki. s. 9–10, 80–95. ISBN 978-952-380-427-2.
- Rosberg, E. & Sieppi, P. (2020). Lahden hiilinielu- ja kompensatiosuunnitelma - tavoitteena hiilineutraalisuus 2025. KH. Lahti: Lahden kaupunki.
- Smolander, A. & Lindroos A. (2019). Maan ravinneta- lous ja hiilitase kivennäismailla. Julkaisussa: Laine, T., Luoranen, J. & Ilvesniemi, H. (toim.). Metsämaan muokkaus: kirjallisuuskatsaus maanmuokkauksen vaikutuksista metsänuudistamiseen, vesistöihin sekä ekologiseen ja sosiaaliseen kestävyys. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 58/2019. Luonnonvarakeskus. Helsinki.
- Soimakallio, S., Tikkakoski, P., Niemistö, J., Savolahti, M., Rehunen, A., Seppälä, J. & Hildén, M. (2021). Hiilineutraali Suomi 2035: Ilmasto- ja energiapolitiikan toimien ympäristövaikutusten arviointi. s. 8–10.
- Tajakka, H. (toim.). (2020). Viheralueiden kunnossapito- luokitus RAMS. Helsinki: Viherympäristöliitto. ISBN 978-952-5225-79-2
- Tilastokeskus. (2020). Suomen virallinen tilasto (SVT): Kasvihuonekaasut. doi:ISSN=1797-6049
- Tilastokeskus. (2021, 9 30). Suomen virallinen tilasto (SVT): Ilmastopäästöt toimialoittain. doi:ISSN=2323-7589
- Tilastokeskus, Tulli. (2021, kesäkuu 9). Suomi lukuina 2021: Tuonti ja vienti tuoteluokittain. Retrieved from Tilastokeskuksen verkkosivut: <https://www.stat.fi/tup-suoluk/index.html>
- Tyrväinen, L., Lanki, T., Sipilä, R., & Komulainen, J. (2018). Mitä tiedetään metsän terveyshyödyistä? Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim. 2018; 134(13):1397-403. Saatavissa <https://www.duodecimlehti.fi/lehti/2018/13/duo14421>
- Tyrväinen, L., Nissilä, T. & Silvennoinen, H. (2005). Kaupunkiviheralueiden sosiaaliset arvot ja merkitykset Espoossa. Espoon keskus ja Kauklahti. Ympäristöministeriö.
- Uuttera, J. & Kangas, J. (1995). Pohjoisen havumetsävyöhykkeen metsäluonnon monimuotoisuuden kvantifiointi alueellisen metsäsuunnittelun tarpeisiin. s. 305–310. *Folia Forestalia* 4, 1995. Tieteentori. Saatavissa <https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/524135/5899.pdf?sequence=1>
- Vanhatalo, K. (toim.). (2020). Metsänhoidon suosituksat – Metsien kestävän hoidon ja käytön perusteet. Tapion julkaisuja. Maa- ja metsätalousministeriö. ISBN 978-952-5632-95-8. Saatavissa <https://tapio.fi/>

Virapongse, A., Brooks, S., Metcalf, E. C., Zedalis, M., Gosz, J., Kliskey, A. & Alessa, L. (2016). A social-ecological systems approach for environmental management. *Journal of Environmental Management*, 178, 83-91.

Wahlgren, I., Söderman, T., Saarela, S-R., Kopperoinen, L., Yli-Pelkonen, V., Valli, R., Oinonen, K., Väre, S., Shemeikka, P., Niemelä, J., Eerola, K. & Parviainen, S. (2011). Ekologiset kriteerit ja mittarit. Julkaisussa T. Söderman, & S-R. Saarela (toim.). *Kestävät kaupunkiseudut: Kriteereitä ja mittareita suunnittelun työvälineiksi* (s. 39–95). Finnish Environment Institute SYKE. Suomen ympäristö, No. 25/2011. Saatavissa <http://hdl.handle.net/10138/37038>

Verkkolähteet ja julkaisut

Berkeley Earth. (2022). Warming in Finland. Observations from Berkeley Earth. Paikalliset ennusteet SSP1-2.6, SSP2-4.5 ja SSP3-7.0. Viitattu 20.3.2022. Saatavissa <http://berkeleyearth.org/>

Espoon kaupunki. (n.d.). Espoon tarina, Espoon strategia. Espoon kaupungin verkkosivut. Viitattu 11.4.2022. Saatavissa <https://www.espoo.fi/fi/espoo-kaupunki/espoo-tarina>

Euroopan komissio. (n.d.). Hiilineutraalisuustavoite. Euroopan komission verkkosivut. Viitattu 4.2.2022. Saatavissa <https://ec.europa.eu/>

Euroopan parlamentti. (2019). Mitä hiilineutraalius tarkoittaa ja miten se saavutetaan 2050 mennessä? Julkaistu 4.10.2019. Viite: 20190926STO62270. Viitattu 7.4.2022. Saatavissa <https://www.europarl.europa.eu/news/fi/>

Hayden, A. (2019). EF, ecological footprint. *Encyclopedia Britannica, ecology*. Viitattu 22.4.2022. Saatavissa <https://www.britannica.com/science/ecological-footprint>

Hukkinen, J., Forsius, M., Mäkipää, R., Berninger, K., Kuu-sela, S. & Järvensivu, P. (2019). Miksi hiilinielut ovat yhteiskuntapolitiikkaa?. [Blogikirjoitus]. SOMPA-tutkimushanke. Viitattu 4.5.2022. Saatavissa <https://projects.luke.fi/sompa/2019/02/05/blogi-miksi-hiilinielut-ovat-yhteiskuntapolitiikkaa-2/>

IATE. (2009). European Union terminology. 12.4.2009. Viitattu 27.1.2022. IATE (Interactive Terminology for Europe). Saatavissa <https://iate.europa.eu/home>

Ilmasto-opas.fi. (2022). Ilmasto-opas –verkkosivut. Ilmastojärjestelmä mukautuu pakotteisiin, Ilmastonmuutos ilmionä. [SYKE, Aalto yliopisto, YTK & Ilmatieteen laitos.] Viitattu 13.4.2022. Saatavissa https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/ilmio/-/artikkeli/Obd69fe2-6220-417d-b8e2-a8736592bafc/ilmastotarjonta-mukautuu-pakotteisiin.html#h_Hitaita_muutos_tekij_it_

Ilmatieteen laitos. (n.d.). Suomen ilmastovyöhykkeet. Ilmatieteenlaitoksen verkkosivut. Viitattu 18.3.2022. Saatavissa <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/suomen-ilmastovyohykkeet>

Kotiaho, J. S. (2021). Kokonaisheikentymättömyys ja ekologinen kompensatio. Janne Kotiaho: Kokonaisheikentymättömyys ja ekologisen kompensatian perusteet. [Verkkoluento]. Viitattu 5.4.2022. Saatavissa Jyväskylän yliopiston verkkosivuilla <https://m3.jyu.fi/>

jyumv/

Kotiaho, J. S. & Niikonen, K. (2018). Ekologinen kompensatio ja mahdollinen sääntely Suomessa. Ympäristöministeriö. Ympäristövaliokunta, Pikkuparlamentti, 11.9.2018. [Esitysdiat]. Viitattu 5.4.2022. Saatavissa <https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/JulkaistuMetatieto/Documents/EDK-2018-AK-203009.pdf>

Lahden kaupunki. (2022a). Lahden kaupungin metsätiedot. Tilastoja kaupungin metsäomaisuudesta. Lahden tunnusluvut. [Excel, ei julkaistu]. Viitattu 31.1.2022. Saatavissa Lahden kaupungin Rakennus- ja ympäristövalvonnan metsätoimelta.

Lahden kaupunki. (2022b). Lahden kaupungin metsäsuunnitelmien laatimisolje - yleissuunnitelmat. Viitattu 31.1.2022. Saatavissa Lahden kaupunki, metsätoimi.

Lahden kaupunki. (2022c). Lahden kaupungin verkkosivut: Luonnonsuojelu. Viitattu 4.2.2022. Saatavissa <https://www.lahti.fi/asuminen-ja-ymparisto/ympariston-tila/luonnonsuojelu/>

Lahden kaupunki. (2022d). Lahden kaupungin strategia 2030 - Tehty kestäväksi. 14.3.2022. Viitattu 5.4.2022. Saatavissa <https://www.lahti.fi/kaupunki-ja-paatoksen-teko/kaupungin-strategia/>

Lahden kaupunki. (2021a). Metsät. Lahden kaupungin verkkosivut. Viitattu 23.2.2022. Saatavissa <https://www.lahti.fi/vapaa-aika/luonto-ja-aktiiviteetit/metsat/>

Lahden kaupunki. (2021b, maaliskuu 9). Blogi: Virkisty Lahden hoidetuissa metsissä. Julkaistu 9.3.2021. [Blogikirjoitus]. Viitattu 17.3.2022. Saatavissa <https://www.lahti.fi/blogi/virkisty-lahden-hoidetuissa-metsissa/>

Lahden kaupunki. (2021c). Uutiset: Lahden ensilumenlatu avataan perjantaina 26.11. klo 16. Julkaisu 18.11.2021. [Uutinen verkkosivuilla]. Viitattu 17.3.2022. Saatavissa <https://www.lahti.fi/uutiset/lahden-ensilumenlatu-avataan-perjantaina-26-11-klo-16/>

Lahden kaupunki. (2021d). Lahden seudun ympäristökatsaus. Viitattu 23.2.2022. Saatavissa <https://www.lahti.fi/asuminen-ja-ymparisto/ympariston-tila/lahden-seudun-ymparistokatsaus/>

Lahden kaupunki. (2020a). Ympäristövahti. Viitattu 23.2.2022. Saatavissa <https://lahdenymparistovahti.fi/>

Lahden kaupunki. (2020b). Lahden kestävän energian ja ilmastonmuutoksen toimenpideohjelma vuodelle 2030 (SECAP). Viitattu 23.2.2022. Saatavissa <https://www.lahti.fi/tiedostot/lahden-kestavan-energian-ja-ilmastonmuutoksen-toimenpidesuunnitelma-2030-secap/>

Lahden kaupunki. (2018). Lahden ympäristöohjelma 2018 pitää sisällään resurssiviisauden tiekartan vuoteen 2050. Hyväksytty 18.6.2018. Viitattu 23.2.2022. Saatavissa <https://www.lahti.fi/kaupunki-ja-paatoksen-teko/strategia-ja-kehittaminen/lahden-suunta/>

Lahden kaupunki & ympäristöministeriö. (2021). Lahti - Euroopan ympäristöpääkaupunki 2021. Green Lahti -verkkosivut. Viitattu 28.4.2022. Saatavissa <https://greenlahti.fi/>

Lamberg, A. & Laakso, T. (2021). Lipas data 10/2021. V. 20.10.2021. Viitattu 7.3.2022. Saatavissa <https://doi.org/10.17011/jyx/dataset/78294>

Luonnonvarakeskus. (2021). Metsävarakartat ja kuntatilastot: Kuntatilastot 2019. Viitattu 2.2.2022. Saatavissa <https://www.luke.fi/tietoa-luonnonvaroista/metsa/metsavarat-ja-metsasuunnittelu/metsavarakar->

tat-ja-kuntatilastot/

Maa- ja metsätalousministeriö, MMM. (2022). Metsänhoidon suositukset, Yleistä metsien hoidosta ja käytöstä. Tapio Oy. Viitattu 28.1.2022. Saatavissa <https://metsanhoidonsuosituks.fi/>

Maa- ja metsätalousministeriö, MMM. (n.d.). Metsänhoidon suositukset. Verkkosivusto. Viitattu 31.3.2022. Saatavissa <https://metsanhoidonsuosituks.fi/fi>

Maanmittauslaitos, MML. (2022). Tilastotietoa Lahden kaupungista. 1.1.2022. Saatavissa <https://www.maanmittauslaitos.fi/tietoa-maanmittauslaitoksesta/organisaatio/tilastot>

Mattila, A. (n.d.). Lahden seudun luonto. Lapakisto on retkikohteena erittäin suosittu. Viitattu 10.4.2022. Saatavissa <https://www.lahdenseudunluonto.fi/lapakisto/>

Pukkala, T. (2021). Kyllä meillä osataan [blogikirjoitus]. 8.11.2021. Viitattu 2.2.2022. Saatavissa <https://blogs.uef.fi/forest-issues/2021/11/08/meilla-kylla-osataan/>

Päijät-Sote. (2022). Luontoaskel terveyteen. Päijät-Soten verkkosivusto. Viitattu 5.4.2022. Saatavissa <https://paijat-sote.fi/yhtyma/hankkeet/luontoaskel-terveyteen/>

Selin, N. E. (2020). Carbon footprint. *Encyclopedia Britannica, ecology and conservation*. Viitattu 22.4.2022. Saatavissa <https://www.britannica.com/science/ecological-footprint>

Tapio Oy. (2022a). Metsänhoidon suositukset. Tapion verkkosivut. Viitattu 31.3.2022. Haettu osoitteesta <https://tapio.fi/projektit/metsanhoidon-suositukset/>

Tapio Oy. (2022b). Tietoa Tapiosta. Tapion verkkosivut. Viitattu 31.3.2022. Haettu osoitteesta <https://tapio.fi/tietoa-tapiosta/>

Tieteen termipankki. (2022). Hiilinielu. 2.2.2022. Biologia: hiilinielu. Viitattu 20.2.2022. Saatavissa <https://termipankki.fi/tepa/fi/haku/hiilinielu>

Tilastokeskus. (2020). Väestön määrä kunnittain. Lahden väkiluku 2020. Viitattu 15.3.2022. Saatavissa <https://liiteri.ymparisto.fi/>

TNC 96 (1994). Skogsordlista. Tieteen termipankki, TEPA. Viitattu 14.4.2022. Saatavissa <https://termipankki.fi/tepa/fi/haku/lumenmurto>

Torniainen, T. (n.d.). Metsien hiilinielut. Maa- ja metsätalousministeriö. Viitattu 9.4.2022. Saatavilla Maa- ja metsätalousministeriön verkkosivuilla <https://mmm.fi/metsat/metsatalous/metsat-ja-ilmastonmuutos/metsien-hiilinielut>

TSK. (1998). Ympäristösanasto. Tekniikan sanastokeskus, TSK 27. Gummerus Kustannus Oy. ISBN 952-9794-10-X tai 951-20-5288-1. Viitattu 27.1.2022. Saatavissa <https://termipankki.fi/tepa/fi/>

TSK. (2021). TEPA-termipankki. Erikoisalojen sanastojen ja sanakirjojen kokoelma - Sanastokeskus TSK. Kiekkonen Ltd., Sanastokeskus. Viitattu 27.1.2022. Saatavissa <https://termipankki.fi/tepa/fi/>

Tschokkinen, J., Tikkanen-Lindström, T., Meskanen, P. & Laitila, E. (2021). Tuusulan kunnan ilmastojohtamisen toimintamalli. Viitattu 2.2.2022. Saatavissa <https://www.tuusula.fi/>

UCAR. (2022). History of Climate Science Research. UCAR tiedekoulutuksen keskuksen verkkosivut. Viitattu 22.4.2022. Saatavissa <https://scied.ucar.edu/learning-zone/how-climate-works/history-climate-science-research>

Lait ja asetukset

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetukset (EU) 2018/841. Annettu 30 päivänä toukokuuta 2018. Saatavissa <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:32018R0841&from=EN>

Tiedonannot

Hattunen, K. (28.1.2022). Puhelinkeskustelu.

Hattunen, K. (14.2.2022). Puhelinkeskustelu.

Hattunen, K. (30.3.2022). Puhelinkeskustelu.

Hattunen, K. (28.4.2022). Sähköpostiviesti.

Honkanen, M. (24.2.2022). Puhelinkeskustelu.

Honkanen, M. (12.5.2022). Sähköpostiviesti.

Kulonen, A. (16.3.2022). Puhelinkeskustelu.

Silvast, M. (22.3.2022). Teams-kokous.

Kirjalliset tiedonannot saatavissa tekijältä.

Kartat

SYKE. (2021). Kartta-aineistot. Corine -maanpeite. Saatavissa <https://liiteri.ymparisto.fi/>

Lahden kaupunki. (2022). Lahden kaupungin paikkatietoaineistot [ei julkaistu]. Saatavissa M. Silvast ja K. Hattunen [metsäkuvioiden paikkatietoaineistot].

Lahden kaupunki. (2021). Ilmakuva. Saatavissa <https://kartta.lahti.fi>

Lamberg, A. & Laakso, T. (2021). Lipas data 10/2021. V. 20.10.2021. Viitattu 7.3.2022. Saatavissa <https://doi.org/10.17011/jyx/dataset/78294>

Luonnonvarakeskus. (2021). Metsävarakartat, kuntatilastot, MVMI: Kuntatilastot 2019. Viitattu 2.2.2022. Saatavissa <https://www.luke.fi/tietoa-luonnonvaroista/metsa/metsavarat-ja-metsasuunnittelu/metsavarakar-tat-ja-kuntatilastot/>

MML. (2021). Peruskartta-aineistot ja korkeusmalli. Maanmittauslaitoksen avoin aineisto. Saatavissa <https://www.maanmittauslaitos.fi/asioi-verkossa/avoimien-aineistojen-tiedostopalvelu>

Työssä tuotetut Lahden kartat saatavissa tekijältä. Karttatason lähteet on merkitty kuvatekstissä.

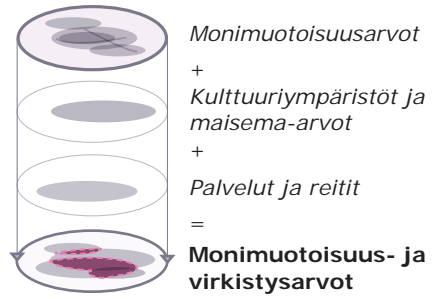
Liitteet

Liite 1. Monimuotoisuus ja -virkestysalueet. [kartta]. Meskanen, 2022.

Liite 2. Monimuotoisuuden ja hiiliarvojen synergiat kaupungin virkestysmetsissä. [kartta]. Meskanen, 2022.

LIITE 1

Monimuotoisuus- ja virkistysarvot

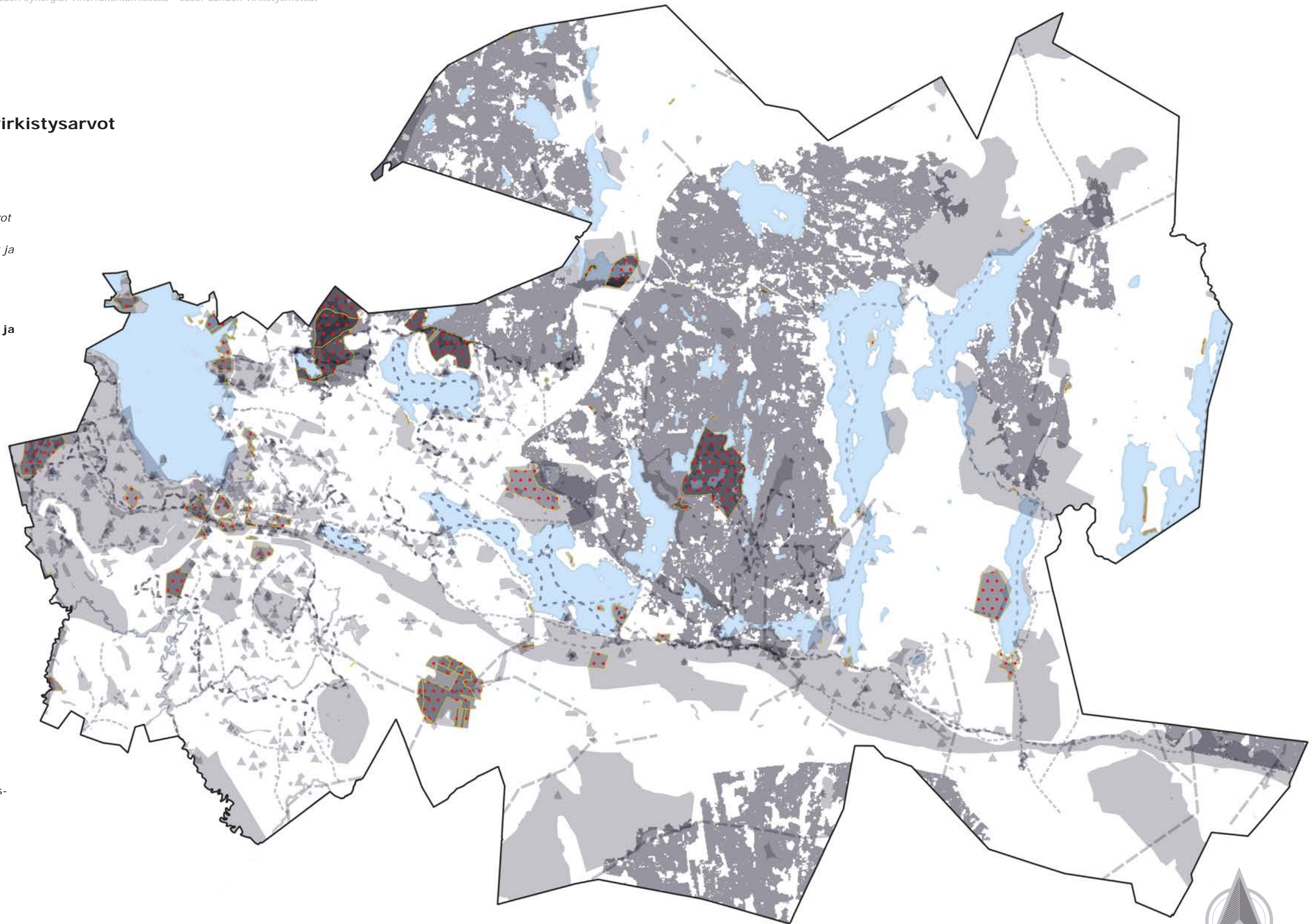


Merkkien selitys

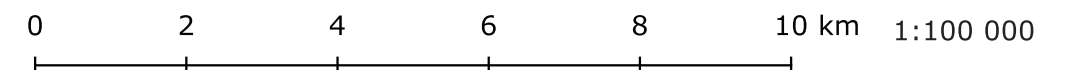
- Suojelualueet ja -kohteet
- Monimuotoisuus ja virkistysarvojen solmukohtat
- Kaupunginosat
- Vesistöt

Monimuotoisuuden ja virkistyskäytön arvokeskittymät

- Paljon arvoja
- Vähemmän arvoja

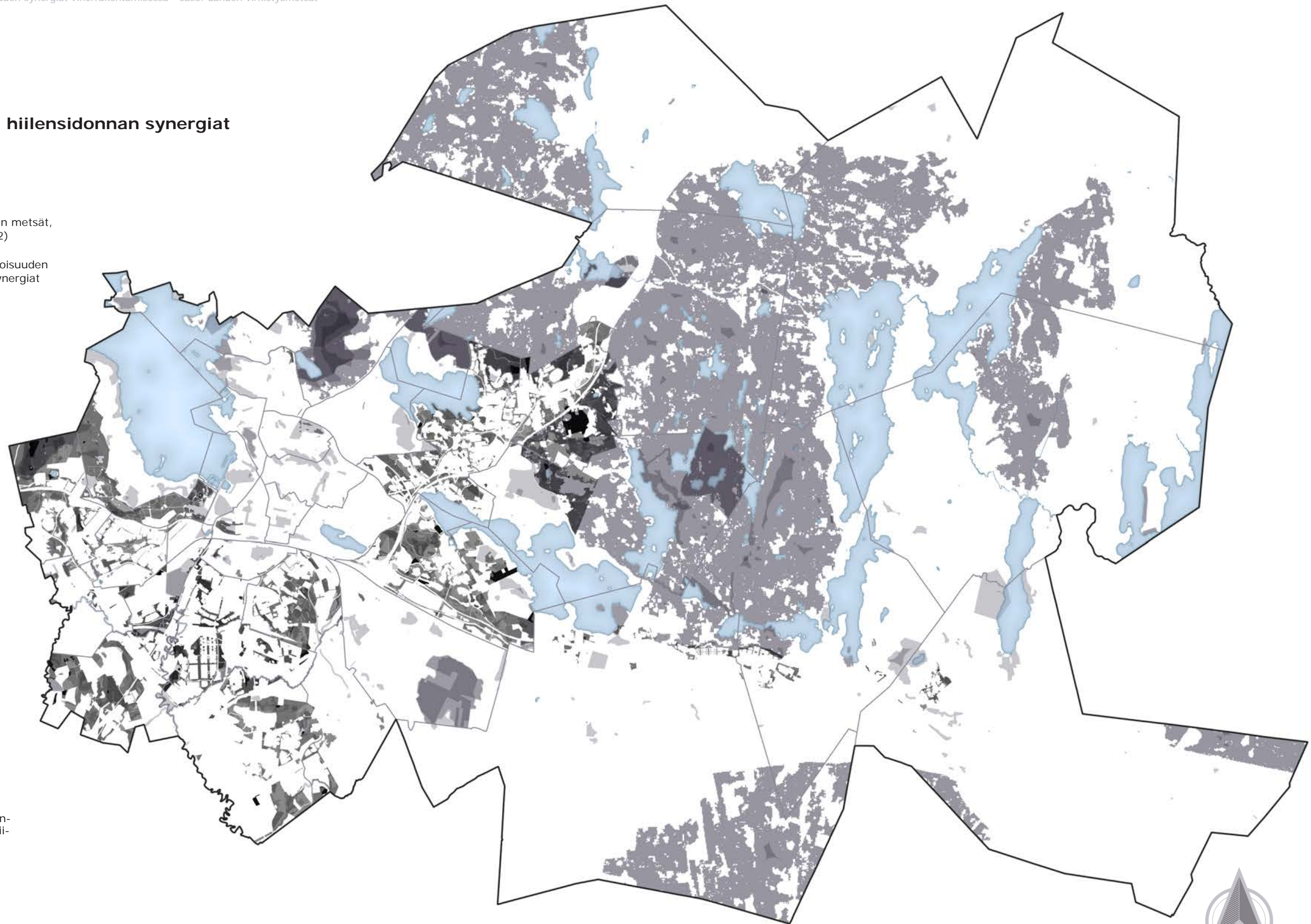
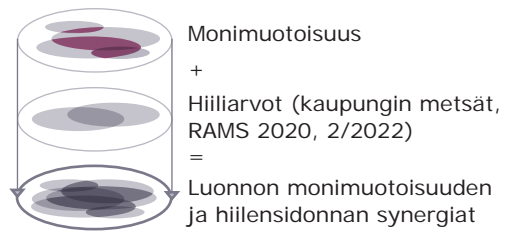


Kartta monimuotoisuus- ja virkistysarvojen arvokeskittymistä. Kartalla näkyvissä myös luonnonsuojelulain nojalla suojellut alueet (mukaillen Lahden kaupunki, 2022). P. Meskanen, 2022.



LIITE 2

Monimuotoisuuden ja hiilensidonnann synergiat



Merkkien selitys

Luonnon monimuotoisuuden ja hiilensidonnann arvokeskittymät, ilmastovii-saus



Hiilensidonnann ja luonnon monimuotoisuuden synergiat Lahden kaupungin virkistysmetsissä, jotka on päivitetty RAMS 2020 -luokitukseen vuoden 2022 alkuun mennessä. Päällekkäisyysanalyysillä tuotettu kartta sisältää Lahden alueen luonnon monimuotoisuusarvot ja kaupungin virkistysmetsien hiilensidonnann (puuston hiilivarasto ja -nielu, sekä maaperän hiilivarasto)työssä esitetyin rajauksin (mukaiillen Lahden kaupunki, 2022). P. Meskanen, 2022.



Hiilensidonnan ja luonnon monimuotoisuuden
synergiat viherrakentamisessa - case: Lahden
virkistysmetsät

Pirita Meskanen
Diplomityö
Maisema-arkkitehtuuri
05/2022



Aalto-yliopisto
Taiteiden ja suunnittelun
korkeakoulu

