

SÄÄSTÖPUUTYÖKALU LEIMIKONSUUNNITTELUN APUVÄLINEENÄ

Testaaminen eri kehitysluokan metsikkökuvioilla

Järviluoma Anna-Kaisa

Opinnäytetyö

Metsätalous
Metsätalousinsinööri (AMK)

2023

Metsätalouden koulutusohjelma
Metsätalousinsinööri (AMK)

Tekijä	Anna-Kaisa Järviluoma	2023
Ohjaaja	Kari Pasanen	
Toimeksiantaja	Suomen metsäkeskus	
Työn nimi	Säästöpuutyökalu leimikonsuunnittelun apuvälineenä	
Sivu- ja liitesivumäärä	47 + 14	

Kestävä metsänkäyttö ja talousmetsien luonnonhoito ovat nykyään ajankohtaisia teemoja metsäalalla. Vaatimuksia ja ohjeistuksia asetetaan niin EU:n tasolla kuin valtakunnallisesti. Maailmanlaajuiset sertifiointijärjestelmät PEFC ja FSC asettavat omat kriteerinsä puupohjaisten tuotteiden alkuperälle.

Metsäluonnon monimuotoisuuden säilyttäminen on tavoitteena kaikessa metsänkäsittelyssä. Leimikkotasolla se tarkoittaa metsäluonnon arvokkaiden elinympäristöjen turvaamista, lahoppuujatkumosta huolehtimista, säästöpuuryhmien ja riistatiheikköjen jättämistä, vesiensuojelusta huolehtimista ja talousmetsien monikäyttömahdollisuuksien edistämistä.

Suomen metsäkeskus on kehittänyt avointa paikkatietoaineistoa hyödyntävän Säästöpuutyökalun (versio 1.0), jonka avulla voidaan kartoittaa laadukkaita säästöpuuryhmien sijainteja leimikonsuunnittelun yhteydessä. Tässä tutkimuksessa kerätään tietoa Säästöpuutyökalun toiminnasta eri kehitysluokan metsikkökuviolla ja etsitään kehitysideoita Säästöpuutyökalun jatkokehitystä varten.

Tutkimusaineistona on yhdeksän metsikkökuviota, jotka jakautuvat tasaisesti kehitysluokkiin 02, 03 ja 04. Jokaiselle metsikkökuviolle tehdään erikseen maastoehdotus säästöpuuryhmien sijainnista. Ehdotus pohjautuu teoriaosiossa esitettyyn taustatietoon talousmetsien luonnonhoidon, lahoppuujatkumon ja sertifikaattien osalta. Maastoehdotusta vertaillaan Säästöpuutyökalun samalle kuviolle tekemään ehdotukseen. Tuloksia analysoidaan ja vertaillaan laadullisesti.

Tutkimustulosten mukaan eri kehitysluokkien välillä ei ole havaittavissa selkeitä eroja Säästöpuutyökalun toimivuuden eli laadukkaiden säästöpuuryhmien sijainnin löytämisen suhteen. Tulokset osoittavat, että vesistökohteen sijainti kuviolla yhdessä rehevän kasvupaikan kanssa lisää Säästöpuutyökalun toimivuutta.

Säästöpuutyökalun kehittämisen tueksi ehdotetaan latvusmallin (CHM) aiempaa tarkempaa analysointia sekä kehittyvän laserkeilausaineiston yksityiskohtaisempaa hyödyntämistä. Lahoppuun tunnistavan laserkeilausdatan käyttö osana Säästöpuutyökalua lisäisi työkalun käyttömahdollisuutta myös leimikonsuunnittelussa.

Avainsanat lahoppu, leimikonsuunnittelu, luonnonhoito, kestävä metsätalous, Säästöpuutyökalu, säästöpuu

Forestry
Forestry Engineer

Author	Anna-Kaisa Järviluoma	2023
Supervisor	Kari Pasanen	
Commissioned by	The Finnish Forest Centre	
Subject of thesis	Retention tree tool for use in stand marked for cutting	
Number of pages	47 + 14	

Sustainable forestry and nature management are big issues in forestry discourse nowadays. For example, the European Union, Finnish government and certification systems PEFC and FSC are setting requirements and directives to forestry.

To maintain forest diversity is the goal in all forest processing in Finland. While stand marking it means to secure valuable habitats in forest nature, to take care of rotten wood continuum, to place retention tree groups and to take care of water conservation.

The Finnish Forest Centre has developed the retention tree tool, which is based on Remote Sensing (RS) and Airborne Laser Scanning (ALS) data. The retention tree tool recommends locations of retention tree groups in the case of a marked stand. This study gathers information of the success of the retention tree tool on wood grades in the forest.

Research material included nine compartments of wood grades 02, 03 and 04. At first a student made a recommendation for each compartment in the forest. After that the retention tree tool made a recommendation for retention tree group locations. Recommendations were analyzed and compared qualitatively.

According to the research results there is no difference between wood grades. But the retention tree tool works better with compartments including minor water bodies and high nutritious habitats.

Recommendation for retention tree tool development could be to make use of Canopy Height Model (CHM) more specifically and analytically than before. Also new Airborne Laser Scanning (ALS) systems which can identify rotten wood could be useful in retention tree tool development.

Key words marked stand, nature management, retention tree, retention tree tool, rotten wood, sustainable forestry

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	TALOUSMETSIIEN LUONNONHOITO	6
2.1	Luonnonhoidon toimenpiteet.....	6
2.2	Leimikonsuunnittelu	7
2.3	Lahopuu ja lahopuujatkumo.....	9
2.4	Säästöpuut.....	10
2.5	PEFC- ja FSC-sertifiointin vaatimukset.....	11
3	SÄÄSTÖPUUTYÖKALU	14
3.1	Paikkatietotekniikka	14
3.2	Säästöpuutyökalan toimintaperiaate	15
4	TUTKIMUKSEN TOTEUTUS.....	19
4.1	Koealajärjestelyt	19
4.2	Tutkimusmenetelmät.....	20
5	TULOKSET.....	22
5.1	Kuviokohtaiset tulokset	22
5.1.1	Kehitysluokan 02 kuviot.....	22
5.1.2	Kehitysluokan 03 kuviot.....	27
5.1.3	Kehitysluokan 04 kuviot.....	32
5.2	Tulosten tarkastelu	37
5.3	Johtopäätökset ja kehitysehdotukset	40
6	POHDINTA.....	43
	LÄHTEET	45
	LIITTEET	48

1 JOHDANTO

Talousmetsien luonnonhoidon merkitys on korostunut viimeisten vuosikymmenten aikana. Kestävän metsänkäytön periaatteiden mukaisesti leimikonsuunnittelussa tulee ottaa aina huomioon luonnon monimuotoisuuden turvaaminen. Met-
sissä se tarkoittaa metsäluonnon arvokkaiden elinympäristöjen turvaamista, la-
hopuujatkumosta huolehtimista, säästöpuuryhmien ja riistatiheikköjen jättämistä,
vesiensuojelusta huolehtimista ja talousmetsien monikäyttömahdollisuuksien
edistämistä.

Metsäsertifikaatit määrittävät luonnon monimuotoisuuden turvaamiseen liittyvien
toimenpiteiden minimitason metsänkäsitelyyn yhteydessä. Opinnäytetyön tilaa-
jana toimii Suomen metsäkeskus (myöh. Metsäkeskus), joka on kehitellyt avoi-
men paikkatietoaineiston pohjalta toimivaa Säästöpuutyökalua helpottamaan lei-
mikonsuunnittelua. Laadukkaiden säästöpuuryhmien ja yksittäisten säästöpuu-
iden jättäminen leimikoille on lahopuujatkumon kannalta ehkä merkittävin yksittäi-
nen luonnonhoidon toimenpide metsänkäsitelyssä. Tästä syystä säästöpuihin on
kiinnitetty viime vuosina yhä enemmän huomiota, ja myös Säästöpuutyökalu on
kehitelty vastaamaan työelämän tarpeisiin.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on testata Säästöpuutyökalun toimivuutta eri
kehitysluokan metsikkökuvioilla. Tavoitteena on tutkia Säästöpuutyökalun suun-
nitelmia maastossa ja analysoida niiden onnistumista ja mahdollisia puutteita.
Tutkimusaineisto koostuu yhdeksästä metsikkökuvioista, jotka edustavat tasai-
sesti kehitysluokkia 02, 03 ja 04. Tutkimuksessa vertaillaan opiskelijan tekemää
maastoehdotusta ja Säästöpuutyökalun ehdotusta säästöpuuryhmien paikoista.
Ehdotusten laadullinen arviointi tehdään teoretiedon ja maastokäynnin perus-
teella. Toinen lähtökohta työlle on tuottaa Metsäkeskukselle tutkimustietoa ja
nostaa esille kehitysideoita Säästöpuutyökalun jatkokehittämisen tueksi.

Tutkimusongelmat voidaan kiteyttää kahteen kysymykseen:

- Onnistutaanko Säästöpuutyökalulla löytämään laadukkaita ehdotuksia säästöpuuryhmien sijainnille?
- Onko suunnittelussa eroa eri kehitysluokkien välillä?

2 TALOUSMETSIIEN LUONNONHOITO

2.1 Luonnonhoidon toimenpiteet

Luonnon monimuotoisuuden turvaamisessa talousmetsien luonnonhoito on yksi tärkeimmistä työkaluista. Siihen on kiinnitetty yhä enenevässä määrin huomiota 1990-luvun alusta lähtien. Talousmetsien luonnonhoidon tärkein tavoite on monipuolisen lajiston, lahoppuujatkumon, puhtaiden vesistöjen sekä ekosysteemipalveluiden turvaaminen. (Saaristo & Vanhatalo 2019, 8.)

Luonnonhoito on nykyään normaali ja luonnollinen osa metsätaloutta. Se perustuu metsä- ja ympäristölainsäädännön lisäksi tutkimustietoon ja metsäsertifioinnin määräyksiin. Metsäammattilaisilta vaaditaan laajaa käytännön osaamista ja luonnonhoidon perusteiden tuntemista. (Saaristo, Kuusinen & Nieminen 2009, 11.)

Yleisimmät metsänkäsittelyssä sovellettavat luonnonhoidon toimenpiteet ovat verrattain yksinkertaisia ja aiheuttavat vain vähäistä taloudellista haittaa metsänomistajalle (Kuvio 1). Käytetyimpiä menetelmiä ovat sekapuustoisuuden suosiminen, säästöpuuryhmien jättäminen, suojakaistojen rajaaminen vesistöjen rannoille sekä luontokohteiden rajaaminen metsänkäsittelyn ulkopuolelle. Muita mahdollisia toimenpiteitä on esitetty kaaviossa. (Saaristo & Vanhatalo 2019, 14.)



Kuvio 1. Yleisimpiä metsänkäsittelyssä sovellettavia luonnonhoidon toimenpiteitä

2.2 Leimikonsuunnittelu

Leimikonsuunnittelu on termi, jolla kuvataan niitä toimenpiteitä, joilla kerätään tietoa sekä puukauppaa että korjuuta varten. Leimikolla tarkoitetaan rajattua puukaupan kohdetta, joka voi koostua yhdestä tai useammasta metsätalouskuviosta. Leimikonsuunnittelussa huomioitavat asiat on esitetty taulukkomuodossa Tapion julkaisussa Metsänhoidon suositukset puukauppakohteen laadintaan (Liite 1). (Kontinen, Kotiharju & Vanhatalo 2019, 5–6, 28.)

Puukaupan valmistelu alkaa aina metsänomistajan eli puun myyjän tarpeesta tai halusta tehdä puukauppaa. Sekä puun myyjällä että ostajalla on omat tavoitteet, vastuut ja velvollisuudet, jotka selvitetään ja joista sovitaan leimikonsuunnittelun yhteydessä. Metsänomistajan erityistoiveet, esimerkiksi riistan elinolojen turvaaminen, tulee myös huomioida leimikonsuunnittelun yhteydessä. (Linnakoski & Kontinen 2014, 10.)

Myyjän tulee ilmaista selkeästi omat toiveensa jo puukaupan suunnittelun alkuvaiheessa. Lisäksi myyjä vastaa siitä, että hänellä on yleensä omistukseen perustuva oikeus tehdä puukauppaa. Yhteisomistuksessa olevilla tiloilla kaikkien osakkaiden tulee olla suostuvaisia kaupantekoon. (Kontinen ym. 2019, 25.)

Leimikko- ja korjuusuunnitelmat laatii yleensä ostajan tai hakkuuoikeuden haltijan edustaja. Metsälain 7§ määrittää hakkaajan ja suunnittelijan vastuita. Suunnittelijan vastuulla on tarkistaa aluksi sekä myyjän että kiinteistön perustiedot. Seuraavaksi määritellään puukaupan kohteena olevan alueen hakkuutarve ja hakkuussa käsiteltävät kuviot. Myös kauppatapa (pystykauppa, hankintakauppa vai käteiskauppa) ja metsänkäsittelyilmoituksen tekijä kirjataan sopimukseen. (Kontinen ym. 2019, 7–10.)

Jos metsänomistajalla on ajantasainen metsäsuunnitelma, sen tietoja voidaan käyttää leimikonsuunnittelun lähtökohtana (Metsäteho Oy 2022a). Myös Metsään.fi-palvelusta löytyvä avoin metsävaratieto on käyttökelpoinen aineisto tarkempia hakkuusuunnitelmia tehtäessä (Kontinen ym. 2019, 23–24). Metsikkökuvioiden hakkuutarpeen ja harvennushakkuiden voimakkuuden määrittämisessä Tapio Oy Metsänhoidon suositukset on hyvä perusta (Äijälä, Koistinen, Sved, Vanhatalo & Väisänen 2019).

Leimikonsuunnittelussa määritellään hakattavien kuvioiden tarkat rajat ja pinta-
alat ja niistä koostetaan kartat. Käsittelyalueen puustosta kerätään perustiedot
(kasvupaikka, puulajit, kehitysluokka, puuston tilavuus, keskiläpimitta, keskipi-
tuus ja keskijäreys), joita voidaan tarvittaessa täydentää maastomittauksilla.
Puustotietojen avulla määritetään odotusarvot hakkuukertymille puutavaralajeit-
tain. Myös mahdollinen energiapuun korjuu (hakkuutähteet ja/tai kannot) uudis-
tushakkuiden yhteydessä suunnitellaan etukäteen. Tarkempi hakkuumenetelmä
sovitaan yhdessä metsänomistajan tavoitteiden ja leimikon puuston tilan perus-
teella. Sekä uudistus- että harvennushakkuilla on käytössä useita eri menetelmiä,
joista valitaan kohteeseen parhaiten soveltuva vaihtoehto. Luonnonhoitotoimet
(sästöpuut, riistatiheiköt, suojakaistaleet jne.) kirjataan myös leimikkosuunnitel-
maan. Jos leimikko sijaitsee kaava-alueella, kaavamääräykset on huomioitava ja
tarvittaessa on haettava hakkuuta varten erillinen maisematyölupa. (Kontinen
ym. 2019, 10, 19.)

Puun korjuuseen liittyvä suunnittelu on myös osa leimikonsuunnittelua. Hakkui-
den ajankohta ja niiden toteutus pyritään suunnittelemaan niin, että niistä aiheu-
tuisi mahdollisimman vähän haittaa maaperälle, vesistöille ja jäävälle puustolle.
Tästä johtuen esimerkiksi harvennushakkuista valtaosa tehdään talvella, maan
ollessa jäässä. Maaperän kantavuus määrittää pitkälle korjuuajankohtaa. Ajoura-
verkoston suunnittelussa otetaan myös huomioon maaperän kantavuusominais-
suudet. Myös oikealla korjuu- ja ajokaluston valinnalla voidaan vähentää korjuu-
vaurioiden syntymistä ja parantaa kaluston kantavuutta. (Metsäteho Oy 2022b.)

Sopivan korjuuajankohdan suunnittelussa voidaan käyttää apuna Metsäkeskuk-
sen Korjuukelpoisuuskartta-aineistoa (Metsäkeskus 2022a). Korjuukelpoisuus-
luokituksessa leimikot jaetaan kolmeen luokkaan: talvi-, kesä- ja kelirikkoleimikoi-
hin. Maaston korjuukelpoisuuden lisäksi hakkuun ajankohdan valintaan vaikuttaa
myös tiestön kunto. Samaa talvi-, kesä- ja kelirikkoajan luokitusta käytetään myös
kuljetuskelpoisuuden määrittelyssä, kun mietitään, mihin vuodenaikaan puuta-
vara-auto pääsee hakemaan puut varastopaikalta. (Kontinen ym. 2019, 12.)

Leimikon suunnittelija vastaa myös puutavaran väliaikaisen varastopaikan suun-
nittelusta. Jos varastopaikkaa ei pystytä järjestämään myyjän omistamalle

maalle, sovitaan siitä, kuka vastaa lupa-asioiden selvittelystä ja mahdollisista li-
säkustannuksista. Sama pätee myös tienkäyttöoikeuksien selvittämisessä ja
mahdollisissa lisämaksuissa yksityistien käytöstä puunkuljetukseen. (Kontinen
ym. 2019, 16, 18.)

Työturvallisuusohjeet ja erityisesti huomioitavat kohteet tulee kirjata leimikko-
suunnitelmaan. Kirjallisten ohjeiden lisäksi erityistä huomiota vaativista kohteista
on hyvä olla kartta. Sähkö- ja puhelinlinjojen läheisyydessä tapahtuvilla hakkuilla
tulee noudattaa suojaetäisyyksiä. Myös pohjavesialueilla, vesijohto- ja maaka-
pelilinjojen sekä maakaasuputkien läheisyydessä toimiessa tulee noudattaa eri-
tyistä varovaisuutta. (Metsäteho Oy 2022c.)

Tässä opinnäytetyössä testattava Säästöpuutyökalu on tuotettu avuksi leimikon-
suunnittelun yhteydessä tehtävään luonnonhoitotoimien suunnitteluun. Erityisesti
säästöpuuryhmien optimaalinen sijoittelu ja yksittäisten, arvokkaiden säästöpuu-
den tunnistaminen ovat Säästöpuutyökalan toiminnallisia tavoitteita. Käytän-
nössä nykyään säästöpuuryhmät merkitään toisinaan leimikkosuunnitelmiin,
mutta aika usein niiden sijoittelu jää hakkuukoneen kuljettajan tehtäväksi.

2.3 Lahopuu ja lahopuujatkumo

Suomen metsissä elää noin 20 000 eliölajia, joista jopa neljäsosa eli 4 000–5 000
lajia tarvitsee elääkseen lahopuuta (Ahlroth, Lehesvirta & Kostamo 2004, 271.)
Kaikista metsäluonnon eliölajeista noin neljä prosenttia on määritelty uhanalai-
siksi, ja niistä suurin osa on riippuvaisia lahopuusta (Äijälä ym. 2019, 32). Laho-
puuston määrässä on suuria eroja luonnonmetsien ja talousmetsien välillä, mutta
myös metsän maantieteellinen sijainti, kasvupaikka, ikä ja häiriöhistoria vaikutta-
vat eliöiden käytössä olevan lahopuun määrään (Lilja-Rothsten 2020, 306).

Tyypillisimpiä lahopuuta hyödyntäviä eliölajeja ovat hyönteiset, kovakuoriaiset,
sienet, käävät, sammalet ja linnuista kolopesijät. Eliöiden kannalta tärkeintä on,
että metsissä säilyy lahopuujatkumo. Sillä tarkoitetaan tilannetta, jossa metsissä
on useissa eri lahoamisvaiheissa olevaa puustoa, pystylahopuuta, keloja, pökke-
löitä, maalahopuuta sekä läpimitaltaan eri järeysluokissa olevaa lahopuustoa. Jä-
reät lahopuut ja erityisesti lehtilahopuu ovat monille uhanalaisille eliölajeille tär-
keimpiä elinympäristöjä. (Ahlroth ym. 2004, 271–272.)

Valtakunnallisen metsien inventoinnin mukaan Suomen talousmetsissä on lahoppuuta keskimäärin 5,8 kuutiometriä hehtaarilla. Pohjois-Suomessa lahoppuukeskisarvo on 7,5 ja Etelä-Suomessa vain 4,5 kuutiometriä hehtaaria kohden. (Luke 2019.) Vastaavat luvut vanhoissa luonnontilaisissa metsissä voivat nousta jopa 50–120 kuutiometriin hehtaarilla (Lilja-Rothsten 2020, 306). Näihin tutkimustuloksiin viitaten on siis täysin selvää, että talousmetsissä tehtävät luonnonhoitotoimet ovat avainasemassa luonnon monimuotoisuutta turvaavan lahoppuun syntymisen ja lahoppuujatkumon säilymisen kannalta.

2.4 Säästöpuut

Säästöpuilla tarkoitetaan eläviä puita, jotka päätetään hakkuiden yhteydessä jättää pysyvästi koskematta. Näin ne saavat rauhassa kasvaa, kuolla ja aikanaan elinkaarensa lopussa lahota takaisin osaksi luonnon kiertokulkua. Säästöpuiden jättämisestä ei säädetä laissa, vaan niiden jättäminen on metsänomistajan vapaaehtoinen panostus luonnonhoidon hyväksi. Metsäsertifikaatit tosin edellyttävät säästöpuiden jättämistä, ja sitä kautta niistä on tullut osa tavanomaisia metsänkäsittelytoimia. Säästöpuut ovat olennainen osa lahoppuujatkumon ja sitä kautta lukuisten eliöiden elinympäristöjen säilymisessä. (Lilja-Rothsten 2020, 305.)

Säästöpuiden valinnassa on muutamia peruseriaatteita. Talousmetsissä haetaan usein kustannustehokkainta ratkaisua, niin myös säästöpuiden yhteydessä. Tutkimusten mukaan säästöpuiden jättäminen ei vaadi metsänomistajalta suurta rahallista panostusta, jos säästöpuiksi valitaan taloudellisesti vähämerkityksellisiä puita ja säästöpuuryhmät sijoitetaan jonkin toisen erityiskohteen yhteyteen (Äijälä ym. 2019, 172–174).

Taloudellisesti vähämerkityksellisiä puita ovat esimerkiksi vanhat lehtipuut tai viialliset ja vaurioituneet havupuut, kolo- ja palokoroiset puut, järeät katajat ja tervalepät. Luonnon monimuotoisuuden edistäjinä nämä kaikki ovat erinomaisia puuysilöitä. Erityiskohteita, joiden yhteyteen säästöpuuryhmiä kannattaa sijoittaa, ovat esimerkiksi luontokohteet, vesistöjen suojavyöhykkeet, kivikot ja kalliot tai kosteat painanteet. Kyseessä on siis kohteita, joissa metsänkäsittelytoimet on kielletty tai niitä on vaikeaa ja kallista tehdä. (Äijälä ym. 2019, 173–174.)

Jos eri luonnonhoitotoimia pystytään keskittämään samalle alueelle, niiden vaikuttavuus lisääntyy. Säästöpuuryhmien sijoittelu kannattaa suunnitella hyvin ja kohteet merkitä myös metsäsuunnitelmiin ja digitaalisiin aineistoihin. Näin turvataan säästöpuuryhmien säilyminen myös myöhempien metsänkäsittely- ja hoitotöiden yhteydessä.

Edellä kuvattujen periaatteiden mukaiset hyvän säästöpuuryhmän kriteerit on esitelty tarkemmin Liitteessä 2. Säästöpuiden määrä sekä säästöpuuryhmän rakenne ja sijoittelu. Tätä määritelmää käytetään hyväksi myös tutkimuksen maastotyöosuudessa (Liite 2).

2.5 PEFC- ja FSC-sertifiointin vaatimukset

Metsäsertifiointin tavoitteena on edistää ekologisesti, taloudellisesti, sosiaalisesti ja kulttuurillisesti kestävä metsätaloutta. Kansainvälisesti kaksi suurinta sertifiointijärjestelmää ovat PEFC (Programme for the Endorsement of the Forest Certification schemes) ja FSC (Forest Stewardship Council). Suomen metsistä noin 90 prosenttia on PEFC-sertifioituja ja noin kymmenen prosenttia FSC-sertifikaatin piirissä. Suurin osa yksityismetsänomistajista on mukana sertifiointissa ryhmäsertifikaatin kautta, esimerkiksi metsänhoitoyhdistyksen tai metsäorganisaation jäsenyyden avulla. (Metsäkeskus 2022b.)

PEFC-sertifikaattia päivitetään viiden vuoden välein. Suomen järjestelmä on ollut mukana kansainvälisessä PEFC-järjestelmässä vuodesta 2000 alkaen. Viimeisin tarkistustyö on tehty 2019–2022 ja uudistetut vaatimukset tulevat voimaan arvioinnin valmistuessa syksyllä 2022. Tässä työssä käytetään uusimman sertifiointiluonnoksen määräyksiä. (PEFC Suomi 2022a.)

Uudistettu PEFC-sertifiointimääräys tuo lisäyksiä myös talousmetsien luonnonhoitoon ja säästöpuihin liittyen. Vaikka monet luonnonhoitotoimet ovat metsänomistajalle vapaaehtoisia, sertifiointimääräykset asettavat niille kuitenkin minimivaatimukset. Koska Suomen metsistä yli 90 prosenttia on sertifiointijärjestelmien piirissä, määräykset koskevat lähes kaikkia metsiköitä. (PEFC Suomi 2022a.)

Säästöpuihin ja niihin kytkeytyviin luonnonhoitotoimiin liittyvät uudistukset lisäävät säästöpuiden määrää, millä tavoitellaan lahopuujatkumon syntymistä. Tästä

määrää PEFC-kriteeri 14: ”Metsätalouden toimenpiteissä jätetään eläviä säästöpuita, kuollutta puuta sekä säästetään sekapuustoa ja tiheikköjä.” Aiemmasta poiketen uudet määräykset velvoittavat jättämään elävien säästöpuiden (vähintään 10 kpl/ha) lisäksi myös kuolleita puuta vähintään kymmenen kappaletta hehtaarille. (PEFC Suomi 2022b, 18.)

Säästöpuiksi suositellaan jätettävän petolintujen pesäpuut, järeät katajat, vanhat palokoroiset puut, aiemman puusukupolven järeät puuyksilöt, muodoltaan poikkeukselliset puuyksilöt, jalot lehtipuut, kookkaat haavat, puumaiset raidat, tuomet ja pihlajat, tervalepät, kolopuut ja metson havaitut hakomispuut. Jos näitä ei ole, voidaan jättää tavanomaisia, metsikkökuviolla kasvavia säästöpuita. Kuolleeksi puustoksi luokitellaan rinnankorkeuslähimitaltaan vähintään 20 senttimetriä paksut kelot, kuolleet pystypuut, maapuut ja pökkelöt. Jos kuollutta puuta ei ole tarpeeksi, tehdään mieluiten lehtipuista vähintään 2–5 tekopökkelöä hehtaarille. Sekä tavanomaisten säästöpuiden että tekopökkelöiden tulee olla rinnankorkeuslähimitaltaan vähintään 15 senttimetriä paksuja. (PEFC Suomi 2022b, 18–19.)

PEFC-kriteerit velvoittavat jättämään pysyviä säästöpuita kasvatus- ja uudistushakkuissa sekä energiapuun korjuukohteilla. Säästöpuut suositellaan sijoitettavaksi ryhmiin tai arvokkaiden elinympäristöjen läheisyyteen. Uutena määräyksenä on säästää kaikissa metsänkäsittelyn vaiheissa riistatiheikköjä (minimikoko 10 m²) ja sekapuustoisuutta. Myös säästöpuuryhmien maanpinta tulee säästää koskemattomana, eikä niiden alustoja saa raivata. (PEFC Suomi 2022b, 18–20.)

Vesistöjen suojakaistoja koskevat määräykset liittyvät kiinteästi myös säästöpuihin. PEFC velvoittaa jättämään keskimäärin vähintään kymmenen metrin levyisen suojakaistan vesistöjen ja pienvesien, kuten lähteiden, välittömään läheisyyteen. Suojakaistoilla voidaan sallia pienimuotoisia poimintahakkuita, mutta suojakaistoille jäävät, riittävän järeät säästöpuut lasketaan mukaan kuvion säästöpuiden määrään. (PEFC Suomi 2022b, 21–22.)

Myös FSC-sertifiointi on uudistumassa vuosien 2022–2023 aikana. Uudet standardit julkaistaan loppuvuodesta 2022, ja ne tulevat voimaan helmikuussa 2023 (FSC Suomi 2022). FSC-sertifioinnin määräykset ovat PEFC-sertifiointia tiukemmat. Uusi FSC määrää uudistushakkuukohteilla jätettäväksi järeitä säästöpuita (rinnankorkeuslähimitta vähintään 20 cm, Pohjois-Suomessa 15 cm) vähintään

kymmenen kappaletta hehtaarille ja sen lisäksi pienempiläpimittaisia (vähintään 10 cm) säästöpuita saman verran, vähintään kymmenen kappaletta hehtaarille. Uudessa standardissa kaikki kuollut puusto säästetään aina. FSC:n mukaan kaikissa metsänkäsittelytoimissa tulee säästää vähintään kymmenen prosentin lehtipuuosuus puuston runkoluvusta. (Hohteri 2021.)

FSC-kriteerit kiinnittävät harvennushakkuilla päähuomion riittävän lehtipuuosuu- den säästämiseen varsinaisten säästöpuiden sijasta. Säästöpuiden jättämisestä FSC ohjeistaa tarkemmin uudistushakkuukohteilla. PEFC-sertifiointiin verrattuna FSC asettaa tiukemmat kriteerit myös vesistöjen suojakaistoille ja niille jääville säästöpuille. FSC-sertifiointi määrittää vesistöstä riippuen suojakaistan levey- deksi 10–20 metriä ja suojakaistalla olevia, säästöpuukriteerit täyttäviä puita ei lasketa mukaan kuvion säästöpuiden määrään. Suojakaistat jätetään myös ko- konaan kaikkien käsittelyiden ulkopuolelle. (UPM-Metsä 2022.)

Vaikka talousmetsien luonnonhoitotoimet ovat lainsäädännöllisesti metsänomis- tajille vapaaehtoisia, niihin velvoittavat voimakkaimmin sertifiointijärjestelmien määräykset. Kestävän metsätalouden kannalta tämä on ehdottomasti hyvä asia, eikä tiukentuvista määräyksistä aiheudu metsänomistajille ylitsepääsemätöntä taloudellista haittaa, kun metsänhoitotoimet suunnitellaan hyvin.

3 SÄÄSTÖPUUTYÖKALU

Metsäkeskus on kehittänyt Säästöpuutyökalun (versio 1.0), joka hyödyntää avoimia paikkatietoaineistoja ja moderneja laskentamenetelmiä säästöpuuryhmien paikkojen suunnitteluun. Työkalun kehittämisessä Metsäkeskus on tehnyt yhteistyötä Itä-Suomen ja Helsingin yliopistojen kanssa. Säästöpuutyökalua voidaan käyttää apuna leimikon suunnittelussa, sillä se tekee ehdotuksia säästöpuuryhmien sijainnista eri metsänkäsittelyratkaisujen yhteydessä. Metsäkeskuksen toiveesta tässä opinnäytetyössä toteutettiin Säästöpuutyökalun testaamista ja työkalulla suunniteltujen säästöpuuryhmien laadullista arviointia maastossa. Työn tavoitteena on hankkia käytännön kokemuksia ja tietoa Metsäkeskuksen kehittämän Säästöpuutyökalun toimivuudesta sekä tuottaa tutkimustietoa tukemaan työkalun jatkokehittämistä.

3.1 Paikkatietotekniikka

Säästöpuutyökalun pohjalla on Metsäkeskuksen tuottama avoin metsä- ja luontotieto sekä muu avoin ympäristötieto. Puukarttaa luodessaan työkalu hyödyntää Metsäkeskuksen laserkeilattua hila-aineistoa ja latvusmalleja (CHM). Kohteen monimuotoisuusindeksin laskennassa käytetään niin sanottua Simpsonin menetelmää (<https://geographyfieldwork.com/Simpson'sDiversityIndex.htm>), joka indikoii kohteen puuston vaihtelevuutta. Siinä huomioidaan sekä puiden että puulajien määrä, joten korkeimman monimuotoisuusindeksin saavat runsaasti seka puustoiset alueet. (Metsäkeskus 2021.)

Puulajeista pystytään nykykaukokartoitusmenetelmillä tunnistamaan vain havupuut sekä hies- ja rauduskoivu. Kaikki muut lehtipuut luokittevat yhden määritteen, muu lehtipuu, alle. Tämä on työkalun kannalta puute, sillä esimerkiksi tieto haavoista parantaisi säästöpuutyökalun tulosten luotettavuutta. (Metsäkeskus 2021.)

Kohteen lahoppupotentiaalin määrittäminen perustuu Mikkonen ym. (2018) julkaisemiin lahoppupotentiaalifunktioihin. Muuttuja ilmentää elävän puuston lahoomisenergiaa. Siinä huomioidaan puulaji, läpimitta ja kasvupaikkaluokka.

Säästöpuutyökalun heikkoutena vielä tässä vaiheessa on, että se ei pysty huomioimaan mahdollista kuviolla jo olemassa olevaa kuollutta puuta. (Metsäkeskus 2021.)

Maaperän kosteuden määrittämisessä hyödynnetään kohteen DTW-arvoa. SYKE on tuottanut DTW-kosteusindeksikartat (Depth-to-Water), jotka pohjautuvat Maanmittauslaitoksen kahden metrin korkeusmalliin. Karttoja voidaan hyödyntää suojavyöhykkeiden rajojen määrittämisessä, muuta ympäristöä kosteampien alueiden tunnistamisessa ja metsänkäsittelyn suunnittelussa. (Salmivaara 2020, 1.)

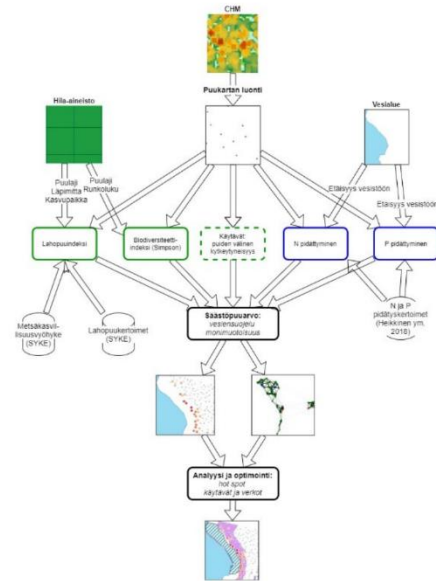
Vesistövaikutuksiin liittyvän fosforin pidättymisen Säästöpuutyökalu huomioi Heikkinen ym. (2018) tieteellisessä artikkelissa julkaistujen pidätyskerrointen avulla. Suurin merkitsevä tekijä pidätyskerroimessa on kohteen etäisyys vesistöön, jolloin kohteen merkitys ravinteen pidättäjänä kasvaa vesistön läheisyydessä. (Metsäkeskus 2021.)

3.2 Säästöpuutyökalun toimintaperiaate

Säästöpuutyökalua on kehitelty ”Matikkaa metsään” -periaatteella, ja se yhdistelee sujuvasti edellä esiteltyjä paikkatietoaineistoja ja -tekniikoita. Säästöpuiden ja säästöpuuryhmien määrittämisessä käytetään lineaarista mallia (Kuvio 2), jossa huomioidaan monimuotoisuusindeksi (Simpsonin indeksi), lahoppuupotentiaali, maaperän kosteusindeksi (DTW) ja fosforin pidätyskyky. Työkalun avulla pystytään huomioimaan ja painottamaan myös eri ympäristötekijöitä metsänomistajan omien tavoitteiden mukaisesti. (Metsäkeskus 2021.)

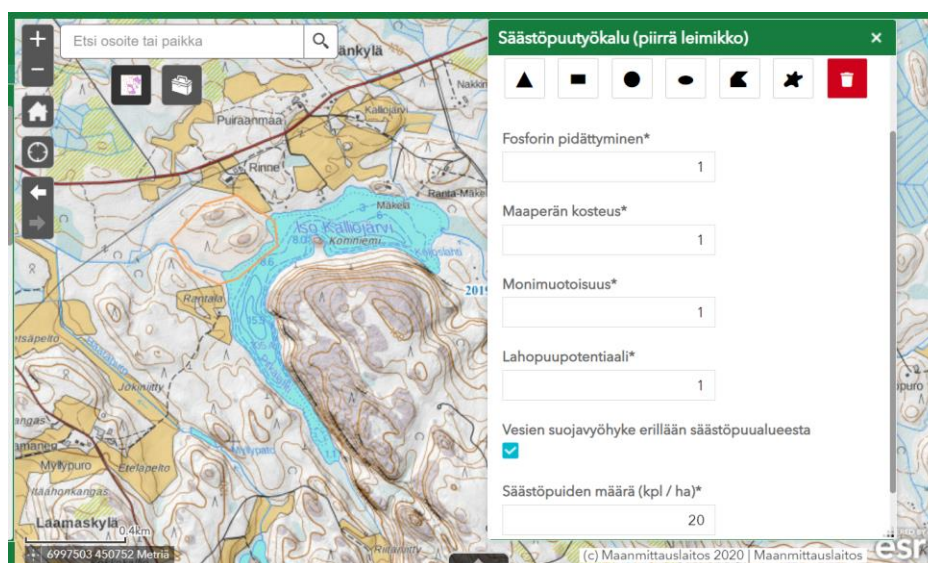
Paikkatietokäsittely

1. Puukartan luonti
2. Tausta-aineiston haku
3. Spatiaalinen liitos
4. Säästöpuuarvon laskeminen
5. Hot Spot -analyysi
6. Vesiensuojavyöhykkeen tekeminen
7. Säästöpuuryhmien muodostaminen
8. Säästöpuuryhmien hyvyyden arviointi



Kuvio 2. Säästöpuutyökalun toimintaperiaate (Metsäkeskus 2021)

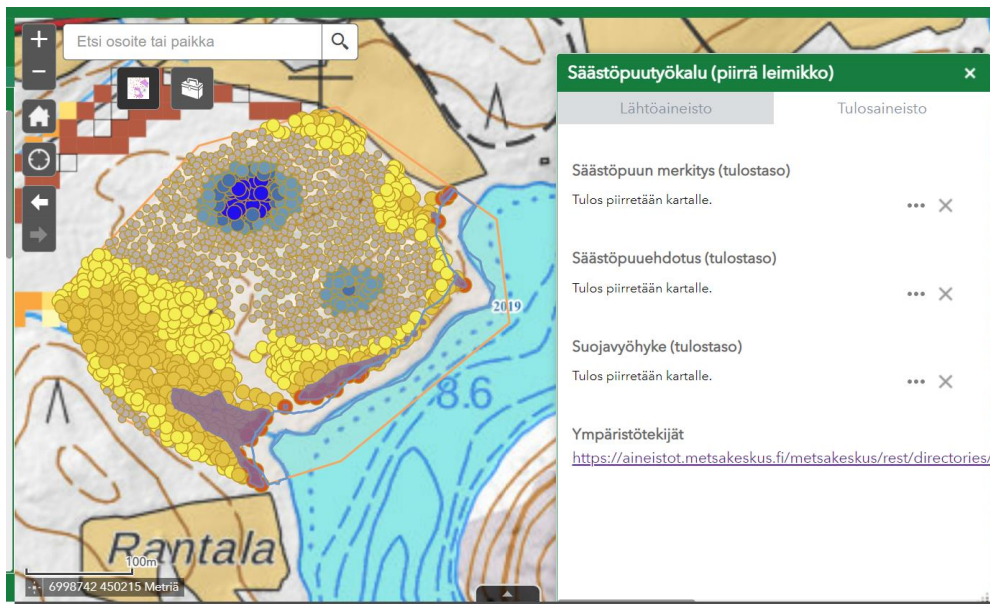
Säästöpuutyökalun käyttö alkaa leimikon rajojen piirtämisellä. Se onnistuu helposti työkalulla, jossa haluttu kuvio piirretään kartalle polygonipisteiden avulla. Työkaluun on myös mahdollista tuoda ennalta tuotettu leimikkorajaus. Seuraavaksi määritellään ympäristötekijöiden painotuskertoimet metsänomistajan tavoitteiden ja sertifikaattien määräysten perusteella (Kuvio 3). Painokertoimen voi määrittää välille 0–3. Suurempi kerroin painottaa tätä muuttujaa enemmän suhteessa muihin. (Metsäkeskus 2020.)



Kuvio 3. Leimikon piirtäminen ja painotuskerrointen määrittely (Metsäkeskus 2020)

Painotusten määrittämisen jälkeen suoritetaan ajo, jonka aikana Säästöpuutyökalu laskee eri paikkatietoaineistoja yhdistelemällä suunnitellun leimikkorajauksen puille säästöpuuarvot. Työkalun tuottama arvotus on suhteellinen ja perustuu aina leimikkorajauksen sisällä olevien puiden keskinäiseen hyvyyteen. Pienikin muutos leimikkorajauksessa voi vaikuttaa puiden säästöpuuarvoon merkittävästi. (Kesälä & Masalin 2022.)

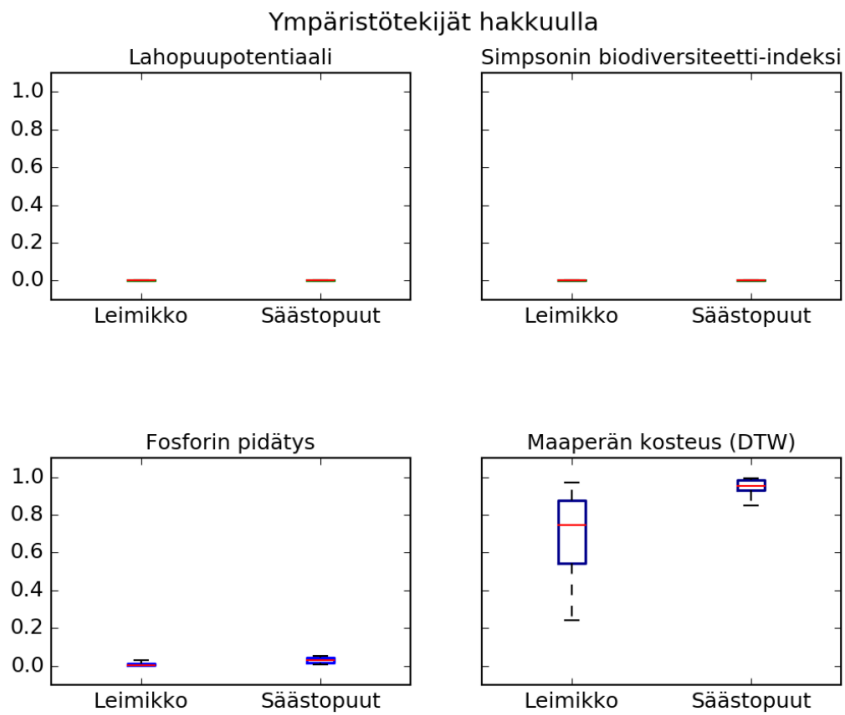
Korkeimman säästöpuuarvon puut näkyvät kartalla punaisina ja sitä heikomman arvon saavat puut ruskeina ja keltaisina. Harmaaksi piirtyvillä puilla ei ole merkittävää säästöpuuarvoa, kun taas kaikista heikoimman arvon saaneet puut kuvaan sinisellä. Hot Spot -analyysi koostaa tämän jälkeen yksittäisistä puista säästöpuuryhmäehdotuksia (Kuvio 4) ottaen huomioon puiden säästöpuuarvojen keskinäisen kytkeytyneisyyden. (Metsäkeskus 2021.)



Kuvio 4. Säästöpuuryhmäehdotukset ja suojavyöhyke (Metsäkeskus 2020)

Säästöpuuryhmien laatua suhteessa muuhun leimikkoalueen puustoon pystytään arvioimaan ympäristötekijöitä määrittävän laskurin avulla. Säästöpuutyökalu koostaa ajon yhteydessä myös kuvaajat, joissa vertaillaan laskennassa käytettyjä indeksejä leimikkotasolla ja säästöpuuryhmissä (Kuvio 5). Kuvaajat on esitetty laatikko-janakuvioina (boxplot), joissa punaiset janat kertovat tekijän keskiarvon leimikolla ja säästöpuuryhmässä. Sininen laatikko taas esittää tekijän vaihteluväliä. Boxplot-kuvioiden tulkinnessa vertaillaan tulosten eroavaisuuksia leimikon ja

säästöpuuryhmien välillä. Mitä lähempänä arvo on 1.0:aa, sen laadukkaampi ratkaisu on. (Kesälä & Masalin 2022.)



Kuvio 5. Ympäristötekijöiden vertailu (Metsäkeskus 2020)

4 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

Tutkimus suoritettiin vuoden 2022 aikana ja viimeisteltiin alkuvuodesta 2023. Tutkimussuunnitelma valmistui toukokuussa 2022, teoriaosio kirjoitettiin syyskuussa ja maastotyöt tehtiin lokakuussa 2022. Tutkimustulosten analysointi ja vertailu sekä työn viimeistely saatiin valmiiksi tammikuussa 2023. Tutkimuksessa analysoitiin Säästöpuutyökalun toimivuutta eri kehitysluokan metsikkökuvioilla. Tutkimusaineisto valittiin esimerkkimetsänomistajan metsäkiinteistöiltä niin, että tutkitavat kuviot edustivat kattavasti eri kehitysluokkia ja kasvupaikkoja. Tutkimus toteutettiin simuloimalla Säästöpuutyökalun avulla kaikille tutkittaville metsikkökuvioille erikseen säästöpuuryhmien paikkoja.

Ennen simulointia tehtiin maastokartoitus, jonka aikana opiskelija teki paikan päällä maastossa oman ehdotuksen säästöpuuryhmien paikoiksi. Ehdotuksen pohjana käytettiin teoriaosassa määriteltyjä hyvän säästöpuuryhmän kriteerejä (Liite 2). Ehdotukset tallennettiin kuviokartoille ja esitettiin teemakarttojen avulla. Lopuksi vertailtiin opiskelijan maastoehdotusta ja Säästöpuutyökalun ehdotusta sekä analysoitiin, onko työkalu onnistunut löytämään laadukkaita ehdotuksia säästöpuuryhmien sijoittelulle.

4.1 Koealajärjestelyt

Tutkimusaineistoksi valittiin yhdeksän metsikkökuvioita esimerkkimetsänomistajan metsätilalta. Kuviot valikoitiin niin, että ne edustivat kattavasti kolmea varttuneinta metsiköiden kehitysluokkaa (02, 03 ja 04) sekä eri kasvupaikkoja. Kuvioille sattui sopivasti myös useampi luontokohde (puronvarsi, lähde ja vesistön suojavyöhyke), joita voitiin myös hyödyntää säästöpuuryhmien määrittelyssä.

Kuvionumerointi muodostettiin kiinteistön nimen ensimmäisestä kirjaimesta ja käytössä olevasta kuvionumerosta. Tutkimuksessa oli mukana kuvioita kolmelta eri kiinteistöltä, mistä syystä myös kuvionumeroinnissa käytetään kolmea eri kirjainkoodia (Taulukko 1). Kuvioiden sijainti on esitetty tarkemmin karttaliitteessä (Liite 3).

Tutkittavat kuviot jakautuivat seuraavasti:

- 02, nuori kasvatusmetsikkö: kuviot A6, A7 ja All14
- 03, varttunut kasvatusmetsikkö: kuviot All4, LU1 ja LU32
- 04, uudistuskypsä metsikkö: kuviot LU15, LU9 ja All7

Taulukko 1. Tutkimuskuviot

Kehitys- luokka	Kuvio- numero	Pinta-ala (ha)	Kasvu- paikka	Lisä- tietoja
02	A6	3,3	Lehtomainen kangas	Vesistön rannassa, Lehtikuusi
02	A7	1,4	Lehtomainen kangas	Kuusi
02	All14	3,7	Kuivahko kangas	Rinne, Mänty, RIISTA
03	All4	1,7	Kuivahko kangas	Kivinen, Mänty
03	LU1	2,8	Tuore kangas	Mänty
03	LU32	4,3	Tuore kangas	Puronvarsi, LSA rajalla, Mänty
04	LU15	0,6	Puolukkaturvekangas	Lähde, Mänty
04	LU9	1,1	Puolukkaturvekangas	Mänty, Koivu
04	All7	6,6	Kuivahko kangas	Mänty, RIISTA

4.2 Tutkimusmenetelmät

Tutkimusosion aluksi opiskelija koosti jokaisesta tutkimuksessa mukana olevasta metsikkökuvioista kuviokartan Metsään.fi-palvelusta saatavan avoimen metsäva-ratiedon pohjalta. Maastossa tehtävä säästöpuuryhmien määrittäminen tehtiin ku-

viokarttojen ja liitteenä (Liite 2) esitettyjen hyvän säästöpuuryhmän kriteerien perusteella. Myös esimerkkimetsänomistajan erityistoiveet ja painotukset huomioitiin sekä maasto-osiossa että Säästöpuutyökalulla määrittäessä. Huomioitavia tekijöitä oli yhteensä viidellä kuviolla: kuvioilla AII/14 ja AII/7 riistan huomioiminen, kuviolla A6 kuvion rajoittuminen vesistöön, kuviolla LU32 oleva puronvarsi ja viereinen luonnonsuojelualue sekä kuviolta LU15 löytyvä lähde. Opiskelijan tekemät maastoehdotukset koostettiin teemakartoiksi kuvioittain.

Tutkimuksen toisessa osiossa tehtiin Säästöpuutyökalun avulla ehdotus säästöpuuryhmien paikoista kaikille tutkimuksessa mukana oleville kuvioille erikseen. Säästöpuutyökalun laskentaa määritettiin ennakkoon niin, että vesistöjen suojavyöhykkeet rajattiin erilleen säästöpuualueesta. Työkalun ehdotukset tallennettiin ja ne koostettiin QGIS-ohjelmistolla esitysmuotoon, jossa oli helppo vertailla opiskelijan maastoehdotusta ja Säästöpuutyökalulla simuloitua ehdotusta.

Jos Säästöpuutyökalun tekemä ehdotus ja opiskelijan aiemmin määritettyjen kriteerien perusteella maastossa tekemä, laadukkaiden säästöpuuryhmien paikan määrittäminen olivat yhtenevät, ei muuta maastotarkastelua suoritettu. Jos taas Säästöpuutyökalun ehdottama ja opiskelijan tekemä säästöpuuryhmien paikan määrittely poikkesivat selvästi toisistaan, tehtiin tarkentava analyysi ja laadullinen maastotarkastelu. Tarkentavan maastokäynnin avulla pyrittiin löytämään syitä sille, miksi paikkatietoaineistoon pohjautuva Säästöpuutyökalu ei tällä kohteella onnistunut löytämään optimaalista paikkaa säästöpuuryhmälle. Lisäksi tutkittiin sitä, miten Säästöpuutyökalu toimii eri kehitysluokan metsikkökuvioilla.

5 TULOKSET

Tutkimustulosten esittelyssä vertaillaan ja arvioidaan opiskelijan tekemää maastoehdotusta ja Säästöpuutyökalun tekemää ehdotusta säästöpuuryhmien paikoista tutkittavilla koealoilla. Vertailussa pyritään löytämään tekijöitä, jotka Säästöpuutyökalu tunnistaa jo hyvin ja tekijöitä, joita se ei vielä pysty tunnistamaan laadukkaiden säästöpuuryhmien paikkojen määrittelyssä.

Tulokset esitetään kuviokarttoina, joihin on piirretty opiskelijan maastoehdotus ja Säästöpuutyökalun ehdotus QGIS-ohjelmistolla. Kuviotiedot on siirretty ETapio-ohjelmistosta. Taustakarttana kaikissa tulososion kartoissa on käytetty Maanmittauslaitoksen avointa peruskarttarasteriaineistoa vuodelta 2022 (Maanmittauslaitos 2022). Alkuperäiset säästöpuutyökalun ehdotukset on esitetty liitteinä (Liitteet 4–12).

Jokaisesta tutkimuksessa mukana olleesta kuviosta esitetään oma kuviokartta ja Säästöpuutyökalun toimintaa analysoidaan kuvioittain. Eri kehitysluokkien metsikkökuviot käsitellään omina ryhminään. Lopuksi esitetään tulosten yhteenveto ja ehdotukset Säästöpuutyökalun kehittämiseksi.

5.1 Kuviokohtaiset tulokset

5.1.1 Kehitysluokan 02 kuviot

Kehitysluokan 02 kuvioita oli tutkimuksessa mukana kolme. Kaksi kuvioista on kasvupaikaltaan lehtomaista kangasta (A6 ja A7) ja yksi kuvioista kuivahkoa kangasta (A114).

Kuvio A6 sijaitsee järven rannassa. Metsikkö on vanhalle pellolle istutettua lehtikuusta ja kasvupaikkana on lehtomainen kangas. Säästöpuuryhmät on järkevää sijoittaa vesistön rantaan jätettävän suojavyöhykkeen yhteyteen tai jatkeeksi (Kuvio 6).



Kuvio 6. Säästöpuuryhmäehdotukset kuviolle A6 (mukailien Maanmittauslaitos 2022)

Kuvion itäreunassa maastoehdotus ja Säästöpuutyökalan ehdotus ovat yhteneväiset. Kohde erottuu maastossa selkeästi ja siinä kasvaa runsaasti harmaaleppää ja alikasvoskuusia. Kosteassa painanteessa menestyy myös heinäkasveja ympäröivää metsää runsaammin (Kuvio 7).



Kuvio 7. Kuvion A6 maastoehdotus säästöpuuryhmälle

Kuviokarttaan on piirretty keltaisena maastoehdotuksena myös suojavyöhykkeen sijainti. Tällä kohteella säästöpuut, säästöpuuryhmät ja suojavyöhyke lomittuvat luontevasti toisiinsa ja lisäävät samalla toistensa vaikuttavuutta. Toinen isomman säästöpuuryhmän paikka on kuvion pohjoisosassa, järvestä laskevan ison ojan mutkassa. Myös Säästöpuutyökalu on löytänyt tämän kohteen, jossa kasvaa koi-vua, pihlajaa, männyn taimia ja kaksi isoa kuusta.

Kuvio A6 on pinta-alaltaan 3,3 hehtaaria, joten suositusten mukaan sille tulisi jättää vähintään 33 säästöpuuta ja ne tulisi sijoittaa 2–3 ryhmään (PEFC Suomi 2022b, 18–19). Tällä kohteella säästöpuut ja niiden paikat on helppo löytää ja valita. Säästöpuutyökalu näyttää toimivan hyvin kohteella, jossa on maaperässä kosteusvaihtelua ja myös puustossa on vaihtelua.

Kuvio A7 on vanhaa metsitettyä peltoa, joka on kasvupaikaltaan lehtomaista kangasta. Tasaiset kuusirivit ovat kasvaneet jo tiheäksi metsiköksi ja kuvion eteläreunoilla kiemurtelee iso oja, joka tuo lisää kosteutta ympäristöön. Selkein säästöpuuryhmän paikka on kuvion itäreunassa, ojan lähistöllä. Säästöpuutyökalu ehdottaa säästöpuuryhmän kokoa pienemmäksi kuin maastoehdotus, mutta tämä johtuu siitä, että kohde sijaitsee kahden kuvion rajalla (Kuvio 8). Tässä kohteessa olisi mahdollista yhdistää molempien kuvioiden säästöpuuryhmät.



Kuvio 8. Säästöpuuryhmäehdotukset kuviolle A7 (mukaillen Maanmittauslaitos 2022)

Säästöpuuryhmäksi sopivassa kohteessa kasvaa muuta ympäristöä selvästi runsaammin lehtipuita, joista osa on jo lahoamisvaiheessa. Isot koivut, raidat ja pihlajat ja komea kuusi (läpimitta 46 cm) muodostavat monikerroksellisen säästöpuuryhmän (Kuvio 9). Maaperä on ympäristöään kosteampaa ja kenttäkerros muodostuu heinistä.



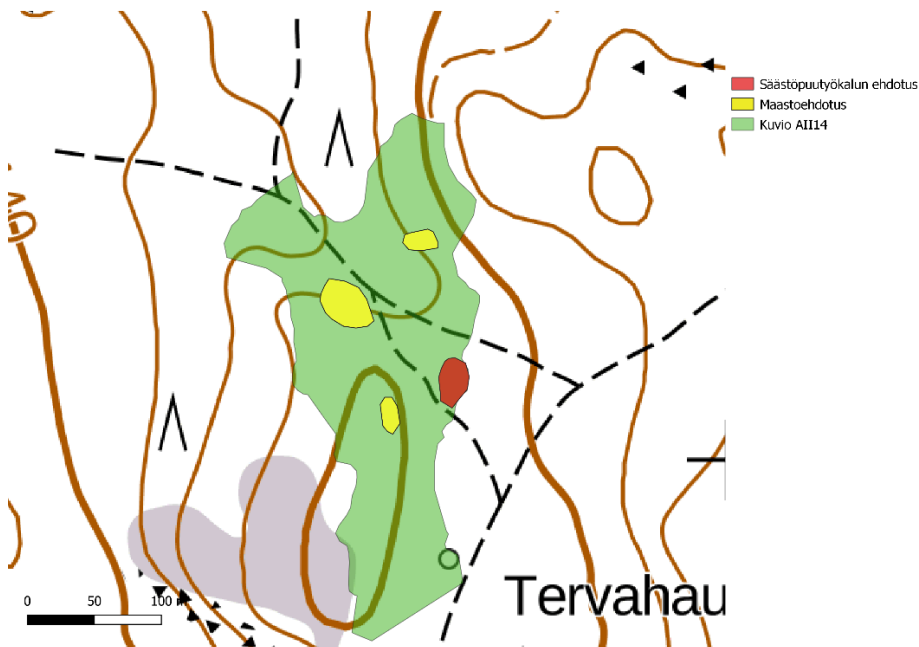
Kuvio 9. Kuvion A7 yhdistetty ehdotus säästöpuuryhmälle polun ja ojan välissä

Toinen selkeä säästöpuuryhmän paikka on ison ojan varressa, kuvion eteläosassa. Ojan varteen on kasvanut alikasvoskuusten lisäksi koivua ja pihlajaa. Kuvio A7 on kauttaaltaan hyvin homogeenista kuusikkoa, jossa lehtipuustoa kasvaa pääasiassa vain kuvion reunoilla. Latvusto on sulkeutunutta, joten alikasvosta on hyvin vähän. Ainoa poikkeus löytyy kuvion pohjoisosasta, johon on tehty maastoehdotus säästöpuuryhmälle. Lähellä pellon reunaa on alue, jossa kasvaa koivusta, männystä, kuusesta ja pihlajasta koostuva sekapuusto. Tätä kohdetta Säästöpuutyökalu ei tunnistanut. Syynä on todennäköisesti se, että työkalu ei pysty vielä erottamaan lehtipuustoa tiheänä kasvavan havupuuston alta.

Kuvio A7 on pinta-alaltaan 1,4 hehtaaria, joten suositusten mukaan sille tulisi jättää vähintään 14 säästöpuuta ja ne tulisi sijoittaa 1–2 ryhmään (PEFC Suomi 2022b, 18–19). Lähellä polkua sijaitseva säästöpuuryhmä olisi suositusten mu-

kaan riittävä, mutta luonnon monimuotoisuuden ja kuvion tasapainoisen kehityksen kannalta toisen säästöpuuryhmän jättäminen kuvion pohjoisosaan olisi järkevää.

Kuvio AII14 on kuivahkon kankaan männikkö. Tällä kuviolla maastoehdotus ja Säästöpuutyökalun ehdotus erosivat merkittävästi toisistaan (Kuvio 10). Maaston kuivuuden ja puuston tasaisuuden vuoksi selkeitä, ympäristöstä eroavia kohteita oli vähän. Säästöpuutyökalun ehdottamalla alueella kasvaa männyn taimia ja viisi koivua, joiden keskiläpimitta on alle kymmenen senttimetriä. Alue ei erotu selkeästi ympäristöstä.



Kuvio 10. Säästöpuuryhmäehdotukset kuviolle AII14 (mukaillen Maanmittauslaitos 2022)

Polkujen risteyksessä, pienessä rinteessä on pinta-alaltaan suurin maastoehdotettu säästöpuuryhmän paikka. Kohde on kivikkoinen, ja siihen on jätetty edellisessä hakkuussa isoja koivuja (keskiläpimitta 35 cm). Männyn taimet tuovat kohteelle monikerroksellisuutta (Kuvio 11). Myös kaksi pienempää maastoehdotettua säästöpuuryhmää sijaitsevat muuta ympäristöä kivikkoisemmassa kohdassa rinteellä. Niissä molemmissa kasvaa männyn taimien lisäksi muutama iso mänty ja koivu.



Kuvio 11. Kuvion All14 maastoehdotus säästöpuuryhmälle

Kuvio All14 on pinta-alaltaan 3,7 hehtaaria, joten suositusten mukaan sille tulisi jättää vähintään 37 säästöpuuta ja ne tulisi sijoittaa 2–3 ryhmään (PEFC Suomi 2022b, 18–19). Vanha säästöpuuryhmä on ensisijainen valinta myös jatkossa, mutta sitä olisi hyvä täydentää pienemmillä, sekapuustoisilla ryhmillä. Metsänomistajan toiveena tälle kuviolle oli myös riistan huomioiminen. Sen kannalta myös Säästöpuutyökalan ehdotus voisi olla käyttökelpoinen, koska sillä kohteella puusto on tiheää ja riistan suojapaikaksi sopivaa, vaikkei ympäristöstä selkeästi erotukaan.

Säästöpuutyökalan toiminnassa tällä kuviolla oli haasteita. Säästöpuutyökalan ehdotus oli maaperältään maastoehdotuksia hieman kosteampaa, joten voidaan olettaa, että työkalun toiminta on perustunut eniten kosteusindeksin hyödyntämiseen. Hila- ja latvusmallit eivät ole pystyneet erottamaan puustoltaan erottuvia kohteita, jotka ovat maastossa ihmissilmällä hyvin havaittavissa.

5.1.2 Kehitysluokan 03 kuvat

Kehitysluokan 03 kuvioita oli tutkimuksessa mukana kolme. Yksi kuvioista on kasvupaikaltaan kuivahkoa kangasta (All4) ja kaksi kuvioista tuoretta kangasta (LU1 ja LU32).

Kuvio AII4 on kuivahkon kankaan männikkö. Puusto on hyvin tasaikäistä, ja aluskasvillisuutta on niukasti. Kuviolta erottuu kartassakin näkyvä louhikko tien varressa, kuvion kaakkoiskulmassa. Säästöpuutyökalun ehdotus sijaitsee kuvion korkeimmalla kohdalla (Kuvio 12), jossa puusto on hieman ympäristöä harvempaa ja kohteessa on kuvion suurimmat männyt (keskiläpimitta 26 cm).



Kuvio 12. Säästöpuuryhmäehdotukset kuviolle AII4 (mukaihen Maanmittauslaitos 2022)

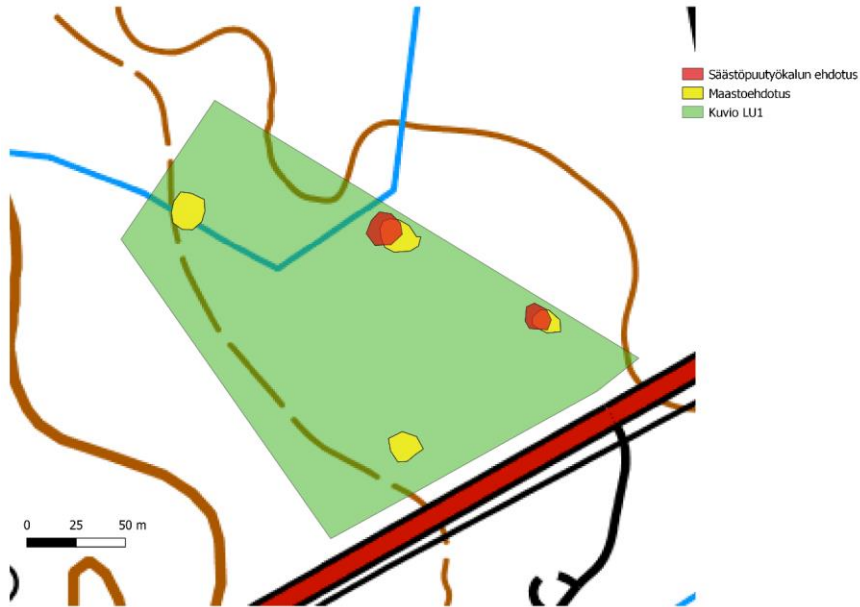
Maastoehdotettu säästöpuuryhmän paikka sijaitsee louhikossa (Kuvio 13), koska siinä kasvaa mäntyjen lisäksi kuvion ainoat isommat koivut (keskiläpimitta 10 cm). Ehdotusten eroavaisuudet johtuvat todennäköisesti siitä, että Säästöpuutyökalu ei ole tunnistanut louhikkoa eikä ison havupuuston alla kasvavia, yksittäisiä lehtipuita.



Kuvio 13. Kuvion All4 maastoehdotus säästöpuuryhmälle

Kuvio All4 on pinta-alaltaan 1,7 hehtaaria, joten suositusten mukaan sille tulisi jättää vähintään 17 säästöpuuta ja ne tulisi sijoittaa 1–2 ryhmään (PEFC Suomi 2022b, 18–19). Tällä kuviolla laadukkaita säästöpuuryhmän paikkoja on vain yksi, johon säästöpuut tulee sijoittaa.

Kuviolla LU1 kasvaa tuoreen kankaan männikkö. Maastoehdotukset ja Säästöpuutyökalun ehdotukset ovat yhtenevät kahdella kohteella, jotka sijaitsevat kuvion koillisrajalla, viereisen taimikon laidassa (Kuvio 14). Näistä ryhmistä pienempi sijaitsee hieman kivikkoisemmassa maaston kohdassa ja puusto koostuu koivuista ja muutamasta isommasta männystä.



Kuvio 14. Säästöpuuryhmäehdotukset kuviolle LU1 (mukailien Maanmittauslaitos 2022)

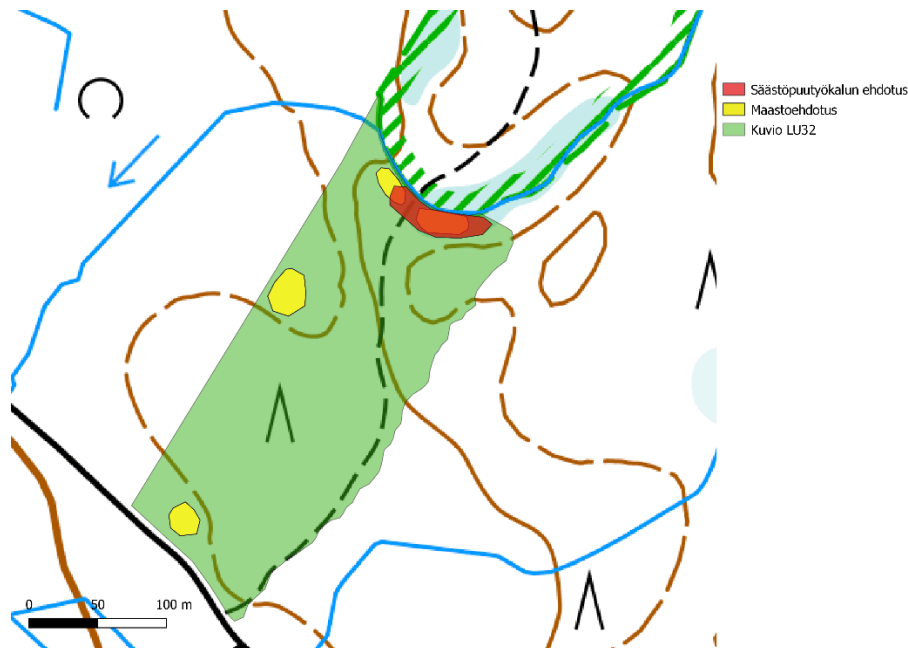
Isompi säästöpuuryhmä ojan varressa on selvästi ympäristöä kosteammassa kohdassa (Kuvio 15). Se on koivuryhmä männikössä, josta löytyy myös raitoja ja erikokoisia kuusentaimia. Maastoehdotettuja säästöpuuryhmän paikkoja löytyi kuviolta neljä. Kuvion luoteisosassa, ojan varressa on alue, jossa on sekapuus-
toa. Alikasvoskuusia kasvaa tiheästi ja niiden lisäksi koivua ja muutama iso mänty. Kohde on monikerroksinen. Kuvion eteläosan maastoehdotus koostuu kuusentainten lisäksi isoista koivuista ja kuvion ainoista haavoista.



Kuvio 15. Kuvion LU1 yhdistetty ehdotus säästöpuuryhmälle lähellä ojan vartta

Kuvio LU1 on pinta-alaltaan 2,8 hehtaaria, joten suositusten mukaan sille tulisi jättää vähintään 28 säästöpuuta ja ne tulisi sijoittaa 1–2 ryhmään (PEFC Suomi 2022b, 18–19). Lehtipuuta kasvaa kuviolla vain paikoittain, joten ne tulisi säästää säästöpuuryhmiin. Ojan varressa maasto on kosteampaa ja puulajisuhteet sitä myötä monipuolisemmat.

Kuvio LU32 on tuoretta kangasta ja sen pohjoisrajalta alkaa yksityinen, pieni luonnonsuojelualue ja rajalla virtaa puro. Lähtökohtaisesti ideaali säästöpuuryhmä voisi muodostaa suojavyöhykkeen luonnonsuojelualueen rajalle ja puron varteen. Sekä maastoehdotus että Säästöpuutyökalun ehdotus osoittavat, että tällä kohteella juuri tuo alue on paras säästöpuuryhmän paikka sekä puuston rakenteen että muiden indikaattoreiden perusteella (Kuvio 16).



Kuvio 16. Säästöpuuryhmäehdotukset kuviolle LU32 (mukaillen Maanmittauslaitos 2022)

Kuvion pääpuulaji on mänty, mutta puron varressa kasvaa isojen mäntyjen lisäksi myös koivua, haapoja ja erikokoisia kuusia (Kuvio 17). Kuviolla on jo valmiiksi jonkin verran keloja. Maastoehdotuksen ja Säästöpuutyökalun yhtenevän ehdotuksen lisäksi pinta-alaltaan suurelle kuviolle olisi hyvä löytää useampia laadukkaita säästöpuuryhmän paikkoja. Kuvion luoteislaidalla on maastoehdotettu säästöpuuryhmän paikka ympäristöä hieman kosteammassa painanteessa,

jossa kuusialikasvoksen lisäksi kasvaa koivua. Lisäksi tienvarressa on koivu-ryhmä, joka poikkeaa ympäröivästä puustosta.



Kuvio 17. Kuvion LU32 yhdistetty ehdotus säästöpuuryhmälle puron varressa

Kuvio LU32 on pinta-alaltaan 4,3 hehtaaria, joten suositusten mukaan sille tulisi jättää vähintään 43 säästöpuuta ja ne tulisi sijoittaa 2–3 ryhmään (PEFC Suomi 2022b, 18–19). Tarvittava säästöpuiden määrä täyttyy puron varteen jätettävässä ryhmässä, mutta kuvion pitkulainen muoto ja luonnon monimuotoisuus huomioiden, on säästöpuuryhmiä hyvä jättää tälle kuviolle useampia.

5.1.3 Kehitysluokan 04 kuviot

Kehitysluokan 04 kuvioita oli tutkimuksessa mukana kolme. Kaksi kuvioista on kasvupaikaltaan puolukkaturvekangasta (LU15 ja LU9) ja yksi kuvioista kuivahkoa kangasta (AII7).

Kuvio LU15 on puolukkaturvekangasta, jossa kasvaa uudistuskypsä mäntymetsä. Kuvion keskellä sijaitsee pieni lähde, jota ympäröi tiheä alikasvoskuusikko sekä isoja koivuja ja mäntyjä. Lähteen ympäristö on maastoehdotuksen mukaan säästöpuuryhmälle parhaiten soveltuva paikka (Kuvio 18).



Kuvio 18. Säästöpuuryhmäehdotukset kuviolle LU15 (mukaillen Maanmittauslaitos 2022)

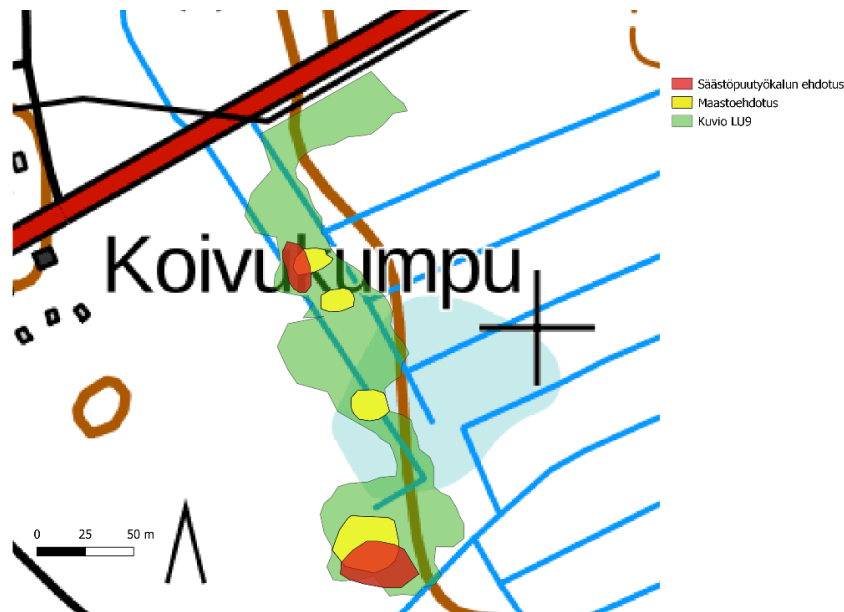
Puuston rakenne on monikerroksinen ja lähde luontokohteena suojeltava jo itsessään (Kuvio 19). Säästöpuutyökalan haaste tunnistaa lähteen ympäristöä ja siinä kasvavia lehtipuita ja muuta isoa puustoa oli yllättävää. Säästöpuutyökalu ehdottaa säästöpuuryhmän paikaksi kuvion pohjoisnurkkaa, jossa kasvaa viereisen taimikon laidassa pari ympäristöä isompaa mäntyä, mutta ei muuta luontoarvoilta poikkeavaa puustoa tai kasvillisuutta. Syitä Säästöpuutyökalan määrittämisen epäonnistumiseen tällä kohteella on vaikea arvioida.



Kuvio 19. Kuvion LU15 maastoehdotus säästöpuuryhmälle

Kuvio LU15 on pinta-alaltaan 0,6 hehtaaria, joten suositusten mukaan sille tulisi jättää vähintään kuusi säästöpuuta ja ne tulisi sijoittaa yhteen ryhmään (PEFC Suomi 2022b, 18–19). Lähteen lähiympäristön monipuolinen puusto on syytä säilyttää kokonaisuudessaan, jolloin säästöpuiden määrä täyttyy moninkertaisesti. Tällä kohteella se ei kuitenkaan aiheuta taloudellisia menetyksiä, koska lähteen ympäristö on joka tapauksessa metsätaloudellisen käytön ulkopuolella. PEFC määrittää lähteen ympärille vähintään kymmenen metrin ja FSC 20 metrin levyisen suojavyöhykkeen. PEFC-sertifioinnissa säästöpuut voidaan sijoittaa suojavyöhykkeelle, mutta FSC-kriteereiden mukaan säästöpuut tulee olla suojavyöhykkeen ulkopuolella.

Kuvio LU9 on puolukkaturvekangasta, jossa kasvaa uudistuskypsän männikön lisäksi oijen varsilla paljon sekapuustoa. Maastoehdotuksessa laadukkaita säästöpuuryhmän paikkoja löytyi useita ja myös Säästöpuutyökalan ehdotus oli kahdessa kohteessa yhtenevä (Kuvio 20).



Kuvio 20. Säästöpuuryhmäehdotukset kuviolle LU9 (mukaillen Maanmittauslaitos 2022)

Kuvion eteläreunassa on alue, jossa kasvaa isojen mäntyjen lisäksi vanhoja koivuja (keskiläpimitta 32 cm), pihlajaa sekä kuusialikasvosta (Kuvio 21). Kohteesta löytyy myös keloja.

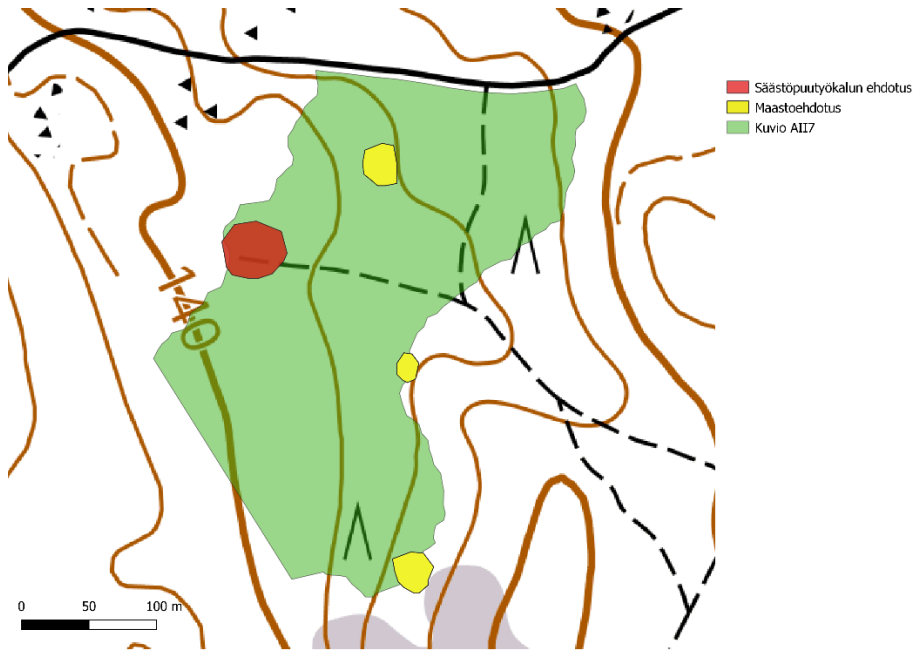


Kuvio 21. Kuvion LU9 maastoehdotus säästöpuuryhmälle kuvion eteläosassa

Toinen yhtenevä kohde on kuvion luoteisosassa, josta löytyy ojien välistä alue, jossa kasvaa isoja koivuja, pihlajaa, leppää ja kuusentaimia. Mäntyvaltaisella kuviolla lehtipuukeskittymät ovat hyviä paikkoja säästöpuuryhmille. Niissä kasvaa usein myös muuta ympäristöä enemmän kuusentaimia. Kuvion keskivaiheille sijoittuvat maastoehdotukset säästöpuuryhmien paikoista ovat juuri tällaisia kohteita, joissa lehtipuulajisto on monipuolista.

Kuvio LU9 on pinta-alaltaan 1,1 hehtaaria, joten suositusten mukaan sille tulisi jättää vähintään 11 säästöpuuta ja ne tulisi sijoittaa yhteen ryhmään (PEFC Suomi 2022b, 18–19). Todellisuudessa tällä kuviolla on useita potentiaalisia kohteita säästöpuuryhmille ja kuvio on pitkän ja kapean mallinen, joten säästöpuut kannattaa sijoittaa vähintään kahteen ryhmään.

Kuvio AII7 on kuivahkon kankaan männikkö, jossa kasvaa hyvin vähän aluskasvillisuutta. Kuviokartasta käy ilmi, että laadukkaita säästöpuuryhmien paikkoja oli tälle kuviolle vaikea löytää ja maastoehdotus ja Säästöpuutyökalun ehdotus erosivat toisistaan selkeästi. (Kuvio 22).



Kuvio 22. Säästöpuuryhmäehdotukset kuviolle AII7 (mukailten Maanmittauslaitos 2022)

Maastoehdotuksen kaksi pienempää kohdetta sijoittuvat taloudellisesti vähämerkityksellisempiin kohteisiin, kivikoiden juurelle (Kuvio 23). Kuvion pohjoisosan kohde on puustoltaan poikkeavaa aluetta ja siinä esiintyy muutama yksittäinen maalahopuu.



Kuvio 23. Kuvion AII7 keskimäinen maastoehdotus säästöpuuryhmälle

Säästöpuutyökalun ehdotus sijaitsee viereisen taimikon laidalla (Kuvio 24), ja siinä puusto on nuorempaa verrattuna maastoehdotettuihin kohteisiin. Lahopuun syntyminen kestää silloin maastoehdotettuja kohteita kauemmin.



Kuvio 24. Kuvion AII7 Säästöpuutyökalun ehdotus säästöpuuryhmälle

Kuvio AII7 on pinta-alaltaan 6,6 hehtaaria, joten suositusten mukaan sille tulisi jättää vähintään 66 säästöpuuta ja ne tulisi sijoittaa 2–3 ryhmään (PEFC Suomi 2022b, 18–19). Koska laadukkaita säästöpuuryhmien sijainteja ei tällä kuviolla ole tarjolla liikaa, sekä maastoehdotetut että Säästöpuutyökalun ehdotus kannattaa hyödyntää.

5.2 Tulosten tarkastelu

Tutkimus suoritettiin yhdeksällä metsikkökuviolla. Niistä viidellä kuviolla Säästöpuutyökalu onnistui löytämään laadukkaan ehdotuksen säästöpuuryhmälle, kun kriteerinä käytettiin sitä, että vähintään yksi ehdotus oli maastoehdotuksen kanssa yhtenevä. Neljällä kuviolla viidestä maastoehdotus ja Säästöpuutyökalun ehdotus erosivat toisistaan kokonaan.

Laajempia tilastollisia johtopäätöksiä tai yleistyksiä ei näin suppeasta tutkimusaineistosta pystytty tekemään, eikä se ollut edes tavoitteena. Pääpaino tässä tutkimuksessa oli tiedon hankkiminen Säästöpuutyökalun tämänhetkisen version laadullisesta toimivuudesta ja mahdollisten kehitysehdotusten esittäminen.

Kun vertailtiin Säästöpuutyökalun toimivuutta eri kehitysluokissa olevien kuvioiden välillä (Taulukko 2), ei tästä tutkimusaineistosta voitu tehdä yleistyksiä. Kaikkien kehitysluokkien kuvioilta löytyi onnistumisia ja epäonnistumisia. Oletukseksi nousi kuitenkin, että Säästöpuutyökalun toimivuutta selittää voimakkaammin jokin muu tekijä kuin kehitysluokka.

Taulukko 2. Säästöpuutyökalun ehdotukset kehitysluokittain

Kuvio	Kehitysluokka	Säästöpuutyökalun ehdotus	
		ONNISTUI	EPÄONNISTUI
A6	O2	X	
A7	O2	X	
AII14	O2		X
AII4	O3		X
LU1	O3	X	
LU32	O3	X	
LU15	O4		X
LU9	O4	X	
AII7	O4		X

Toiseksi vertailtavaksi muuttujaksi nostettiin kasvupaikka. Tutkimuskuviot edustivat neljää eri kasvupaikkatyyppiä: lehtomaista kangasta, tuoretta kangasta, kuivahkoa kangasta ja puolukkaturvekangasta.

Kasvupaikoittain tehty tarkastelu osoitti, että Säästöpuutyökalu onnistui löytämään laadukkaita ehdotuksia säästöpuuryhmien paikoiksi sitä paremmin, mitä ravinteisemmasta kasvupaikasta oli kyse (Taulukko 3). Myös vesistökohteen sijainti kuviolla auttoi Säästöpuutyökalun ehdotuksen onnistumista. Tutkimuksessa mukana olleista kuvioista lehtomaisella ja tuoreella kankaalla määrittäminen onnistui kaikilla kuvioilla. Vastaavasti kaikilla kuivahkon kankaan kuvioilla Säästöpuutyökalu epäonnistui. Puolukkaturvekankailla tuli sekä onnistumisia että epäonnistumisia. Kuvioilla, joilla sijainti jokin vesistökohte, määrittäminen onnistui viidellä kuu-desta.

Taulukko 3. Säästöpuutyökalun ehdotukset kasvupaikoittain

Kuvio	Kasvupaikka	Säästöpuutyökalun ehdotus		
		ONNISTUI	EPÄONNISTUI	Lisähuomio
A6	Lehtomainen kangas	X		järvi
A7	Lehtomainen kangas	X		oja
LU1	Tuore kangas	X		oja
LU32	Tuore kangas	X		puro
AII14	Kuivahko kangas		X	kivikot
AII4	Kuivahko kangas		X	rinne
AII7	Kuivahko kangas		X	kivikot
LU15	Puolukkaturvekangas		X	lähde
LU9	Puolukkaturvekangas	X		oja

Säästöpuutyökalu hyödyntää määrittämissään monimuotoisuusindeksiä, lahoppotentiaalilaskentaa, kosteusindeksiä sekä fosforin pidätyskerrointa. Yleisesti on tiedossa, että ravinteikkailla kasvupaikoilla maaperä on kosteampaa ja eliölajeja esiintyy runsaammin kuin karummilla kasvupaikoilla. Tämä mahdollistaa myös metsäluonnon suuremman monimuotoisuuden ja lahoppotentiaalin jo luonnostaan. Tästä syystä myös Säästöpuutyökalu saa ravinteikkaiden kasvupaikkojen kuvioilta enemmän dataa, jonka perusteella se muodostaa ehdotuksia säästöpuuryhmien paikoista.

Tässä tutkimusaineistossa kaikilla rehevien kasvupaikkojen kuvioilla sijaitti myös jokin vesistökohte, mikä tulee ottaa huomioon arvioitaessa Säästöpuutyökalun määrittämisessä. Tästä syystä ei voitu tehdä suoraa johtopäätöstä, että yksistään kasvupaikka olisi merkittävä määrittäjä Säästöpuutyökalun ehdotusten onnistumisessa. Mutta rehevä kasvupaikka yhdessä vesistökohteen kanssa nousi tässä aineistossa selkeästi helpoimmaksi kohteeksi Säästöpuutyökalulle.

Säästöpuutyökalun suorittamassa ympäristötekijöiden vertailussa (Liitteet 4–12) kävi ilmi, että kaikilla kuvioilla, joilla se onnistui säästöpuuryhmien paikan määrittämisessä, lahoppotentiaali oli todella korkea. Myös kosteusindeksi oli säästöpuuryhmissä muuta leimikkoa korkeampi. Kosteusindeksin korkea arvo säästöpuuryhmissä oli yhdistävä tekijä myös kuvioilla, joilla Säästöpuutyökalu epäonnistui määrittämisessä. Tästä voidaan päätellä, että jos muut määrittävät tekijät ovat heikkoja, Säästöpuutyökalu sijoittaa ehdotukset kuvion kosteimpiin kohtiin.

Säästöpuutyökalun tämänhetkisiin haasteisiin päästiin käsiksi, kun tutkittiin tarkemmin kuvioita, joilla Säästöpuutyökalun määrittäminen epäonnistui. Kolmella kuvioilla neljästä Säästöpuutyökalu ehdotti säästöpuuryhmää kohtaan, jossa puusto oli kuvion keskiarvoa lyhyempää ja nuorempaa. Se ei myöskään tunnistanut yksittäisiä, ympäristöä selvästi korkeampia puita.

Toiseksi haasteeksi osoittautui lehtipuiden tunnistaminen, jos ne kasvoivat havupuita alemmassa jaksossa ja vallitsevan latvuston peitossa. Tämä tuli esille kaikilla kuvioilla, joilla Säästöpuutyökalun määrittäminen poikkesi maastoehdotuksesta.

Kolmas haaste oli kuviolla olevan lahoppuneen tunnistaminen. Kolmella kuviolla neljästä maastoehdotus sisälsi jo olemassa olevaa lahoppuneesta, jota Säästöpuutyökalu ei osannut tunnistaa.

5.3 Johtopäätökset ja kehitysehdotukset

Tässä tutkimuksessa esitettyjen tulosten perusteella ei voida tutkimusaineiston suppeudesta johtuen tehdä tieteellisesti merkittäviä yleistyksiä tai johtopäätöksiä Säästöpuutyökalun toimivuudesta tai toimimattomuudesta. Tutkimusaineisto antaa kuitenkin kokemuksesta tietoa tutkimuskuvioiden osalta ja nostaa esille kehitysehdotuksia Säästöpuutyökaluun.

Yksi alkuperäisistä tutkimusongelmista oli, onko Säästöpuutyökalun tekemisessä ehdotuksissa eroa eri kehitysluokkien välillä. Tämän tutkimuksen perusteella kehitysluokkien välillä ei ollut merkittävää eroa, mutta vesistökohteen sijainti kuviolla nousi selittämään Säästöpuutyökalun onnistumista tässä tutkimusaineistossa. Eri kasvupaikkojen välisessä vertailussa rehevien kasvupaikkojen määrittäminen näytti onnistuvan Säästöpuutyökalulta karuja paremmin, mutta näillä kuvioilla myös vesistökohteella oli vaikutusta. Tarvittaisiin siis lisätutkimusta laajemmalla aineistolla, jotta kasvupaikan vaikutusta Säästöpuutyökalun toimivuuteen voitaisiin arvioida realistisesti. Kehitysideoita syntyi sitä kautta, kun tutkittiin, mitä Säästöpuutyökalu ei vielä onnistunut määrittämään avoimen metsävaratiedon perusteella.

Kaukokartoitusaineistot kehittyvät ja tarkentuvat jatkuvasti, mikä antaa lisää mahdollisuuksia myös Säästöpuutyökalun kehittämiseksi. Yksittäisten, vanhojen, järeiden ja korkean säästöpuuarvon omaavien puuyksilöiden tunnistaminen on säästöpuuvalinnassa tärkeää (Liite 2). Latvusmallin eli puuston korkeusmallin (CHM, Canopy Height Model) nykyistä tarkempi analysointi voisi lisätä Säästöpuutyökalun tekemien ehdotusten laatua ja varsinkin karummilla kasvupaikoilla auttaa työkalua tunnistamaan yksittäisiä puuyksilöitä, joilla on korkea säästöpuuarvo.

Yksittäisten säästöpuuiden ja säästöpuuryhmien jättämisellä tähdätään lahoppu-jatkumon turvaamiseen ja sitä kautta luonnon monimuotoisuuden kasvattamiseen. Olemassa olevan lahoppuun tunnistaminen on tärkeää myös säästöpuuryhmien suunnittelussa. Vuonna 2023 uudistuva PEFC-sertifikaatti edellyttää jättämään metsikkökuvioille yhtä paljon lahoppuurunkoja kuin eläviä säästöpuita, molempia vähintään kymmenen kappaletta hehtaarille. Jos riittävän järeää lahoppuusta ei ole, voidaan hakkuiden yhteydessä tehdä niin sanottuja tekopökkelöitä, joissa lahoaminen käynnistyy verrattain nopeasti. (Latokartano 2022, 36–37.)

Kaukokartoitusaineistoihin pohjautuvaa lahoppuun tunnistusta on kehitetty Suomessa Helsingin ja Joensuun yliopistoissa. Laserkeilausaineiston (ALS, Airborne Laser Scanning) avulla pystytään tunnistamaan ja paikantamaan metsiköistä jo olemassa olevaa lahoppuusta, myös maalahoppuuta. Menetelmä perustuu kohdullisella tiheydellä (15 sädettä /m²) tehtävään laserkeilaukseen, ja se toimii parhaiten iäkkäissä metsiköissä, joissa aluskasvillisuutta on niukasti. (Heinara, Tanhuanpää, Yrttimaa, Holopainen & Vastaranta 2021.)

Kaukokartoitusmenetelmien kehittyminen voi tulevaisuudessa mahdollistaa lahoppuun tunnistamisen lisäksi myös lehtipuiden erottamisen toisistaan. Laserkeilatun pistepilviaineiston analysoinnissa voidaan hyödyntää myös infrapunasäteilyn spektrometristä tulkintaa (CIR, Color-Infrared Imagery), jonka avulla voidaan tulkita kappaleen kemiallista koostumusta. Tätä tekniikkaa hyödyntämällä esimerkiksi lahoppu ja eri puulajit voidaan tulevaisuudessa erottaa toisistaan yhä tarkemmin. (Kaminska, Lisiewicz, Sterenczak, Kraszewski & Sadkowski 2018.)

Lahopuuta tunnistavan laserkeilausaineiston hyödyntäminen Säästöpuutyökalun kehitystyössä voisi tuoda mukaan uuden ulottuvuuden, kun jo olemassa olevat, ekologisesti merkittävät lahopuuesiintymät saataisiin mukaan määrittämiseen. Eri lehtipuulajit toisistaan erottavalle laserkeilausaineistolle löytyisi varmasti käyttöä myös Säästöpuutyökalun kehitystyössä.

Yksi näkökulma Säästöpuutyökalun kehittämisessä voisi olla alikasvoksen tunnistamisen kehittäminen. Tämä työkalun ominaisuus palvelisi erityisesti riistametsänhoitoa ja luonnon monimuotoisuuden edistämistä. Mitä useampi tekijä pystytään yhdistämään säästöpuuryhmän rakenteeseen, esimerkiksi riistatiheikkö, vanhat puuyksilöt, lahopuut ja lehtipuusto, sitä vaikuttavammin luontokohteeksi se muodostuu ajan kuluessa.

6 POHDINTA

Aihe ja tilaus tähän opinnäytetyöhön on ollut työelämälähtöinen. Talousmetsien luonnonhoito ja metsäluonnon monimuotoisuuden turvaaminen myös tulevaisuudessa ovat avainasemassa. Säästöpuuryhmien ja yksittäisten säästöpuiden jättämisellä metsänkäsittelyn ulkopuolelle halutaan turvata lahopuujatkumoiden säilyminen Suomen metsissä. Metsävaratiedon ja kaukokartoitusaineistojen hyödyntäminen leimikonsuunnittelussa auttaa näiden tavoitteiden saavuttamisessa.

Metsäkeskuksella on pitkät perinteet ajantasaisen metsävaratiedon tuottajana sekä uusien, kaukokartoitusaineistoja hyödyntävien työkalujen, ohjelmistojen ja sovellusten kehittäjänä. Säästöpuutyökalu on yksi tuoreimmista työkaluista, jonka tavoitteena on metsien käyttöön liittyvän suunnittelun helpottaminen ja tehostaminen. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, onnistuuko Säästöpuutyökalu löytämään laadukkaita ehdotuksia säästöpuuryhmien sijainnille ja onko suunnittelussa eroa eri kehitysluokkien välillä.

Tutkimuksessa oli mukana yhdeksän metsikkökuviota, jotka edustivat kolmea eri kehitysluokkaa. Kohtuullisen pienen otantajoukon takia laajempien tieteellisten johtopäätösten tekeminen ei ole perusteltua. Tutkimus antoi kuitenkin käytännön tietoa Säästöpuutyökalun toimivuudesta tutkimuksessa mukana olleilla kuvioilla. Tutkimusoletuksen ulkopuolelta nousi huomio, että vesistökohteen sijainti tutkimuskuvioilla yhdessä rehevän kasvupaikalla kanssa oli kehitysluokkaa merkittävämpi määrittäjä Säästöpuutyökalun toimivuuden kannalta.

Säästöpuutyökalu on onnistuttu rakentamaan helppokäyttöiseksi, ja jo nykyisessä muodossa se antaa perusehdotuksen säästöpuuryhmän sijainnille metsänkäsittelyn yhteydessä. Säästöpuuryhmien muodostaminen mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, jopa jo taimikonhoidon yhteydessä, olisi tärkeää pitkäjänteisen luonnonhoitotyön kannalta. Siitä syystä säästöpuuryhmien sijainnit olisi hyvä saada osaksi kuviokohtaista paikkatietoa ja Metsään.fi-aineistoa.

Vaikka metsävaratiedon ja kaukokartoitusaineistojen tarkkuus ja paikkansapitävyys kasvaa vuosi vuodelta, käytännön työssä olen itsekin huomannut, että kaikkea metsäluonnon ihmeellisyyksiä ei pystytä selvittämään tekniikan avulla. Siitä

syystä pidän maastokäyntejä ehdottoman tärkeinä leimikon suunnittelun yhteydessä. Esimerkiksi Säästöpuutyökalulla voidaan tehdä ensimmäinen ehdotus säästöpuuryhmien sijoittelulle, mutta vasta maastokäynti tarkentaa niille oikeasti laadukkaat paikat. Jos säästöpuuryhmien paikat saadaan tulevaisuudessa määritettyä tarkemmin jo ennen hakkuita, se helpottaa myös hakkuukoneen kuljettajan työtä.

Metsillä on suomalaisille, ja myös minulle aivan erityinen merkitys ja haluan olla tulevaisuudessa vaikuttamassa omalla tietotaidollani metsiemme kestäväan käyttöön ja niiden säilyttämiseen terveenä myös tulevien sukupolvien iloksi ja hyödyksi. Metsien monikäyttömahdollisuudet ja luonnonhoito ovat aihepiirejä, jotka ovat erityisesti imaisseet minut pariinsa opiskelujen aikana. Olen saanut uppoutua täysillä metsien maailmaan ja löytänyt uusia mielenkiinnon kohteita ja innostuksen aiheita. Samoja arvoja jakavat opiskelukaverit ovat olleet mukana tutkimusmatkalla kohti uutta työuraa. Erityinen kiitos kuuluu tietysti kotijoukoille, jotka ovat mahdollistaneet tämän kaiken.

LÄHTEET

Ahlroth, P., Lehesvirta, T. & Kostamo, J. 2004. Säästöpuut, lahopuu ja lehtipuu. Teoksessa T. Kuuluvainen, L. Saaristo, P. Keto-Tokoi, J. Kostamo, J. Kuuluvainen, M. Kuusinen, M. Ollikainen, & P. Salpakivi-Salomaa (toim.) Metsän käytössä – Suomen metsäluonnon monimuotoisuus. Helsinki: Edita Publishing Oy, 271–283.

FSC Suomi 2022. Kansallinen FSC-standardiuudistus. Viitattu 10.10.2022 <https://fi.fsc.org/fi-fi/node/28406>.

Heikkinen, K., Karppinen, A., Karjalainen, S.M., Postila, H., Hadzic, M., Tolkkinen, M., Marttila, H., Ihme, R. & Klove B. 2018. Long-term purification efficiency and factors affecting performance in peatland-based treatment wetlands: An analysis of 28 peat extraction sites in Finland. *Ecological Engineering* Vol. 117, 6/2018, 153-164. Viitattu 20.1.2023 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925857418301113>.

Heinara, E., Tanhuanpää, T., Yrttimaa, T., Holopainen, M. & Vastaranta, M. 2021. Airborne laser scanning reveals large tree trunks on forest floor. *Forest Ecology and Management* Vol. 491, 1.6.2021. Viitattu 10.12.2022 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112721003133>.

Hohteri, H. 2021. Tuore FSC-standardi etenee hyväksyntään: Lisää säästö- ja lahopuuta, suojavyöhykkeille metrirajat, saamelaisten oikeudet vahvistuvat. Viitattu 10.10.2022 <https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/metsa/2a18404c-a1d7-5b13-9241-b301e82def6e>.

Kaminska, A., Lisiewicz, M., Sterenczak, K., Kraszewski, B. & Sadkowski, R. 2018. Species-related single dead tree detection using multi-temporal ALS data and CIR imagery. *Remote Sensing on Environment* Vol. 219, 15.12.2018. Viitattu 10.12.2022 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S003442571830453X>.

Kesälä, M. & Masalin, M. 2022. Käyttöohje – Säästöpuutyökalu geoprosessointipalveluna. Metsäkeskus, sisäinen materiaali.

Kontinen, K., Kotiharju A. & Vanhatalo, K. (toim.) 2019. Metsänhoidon suositukset puukauppakohteen laadintaan, työopas. Tapion julkaisuja. Viitattu 12.10.2022 https://tapio.fi/wp-content/uploads/2020/09/Metsanhoidon_suosituksset_puukauppakohteen_laadintaan_Tapio-2019.pdf.

Latokartano, M. 2022. Enemmän ja isompia säästöpuita sekä aiempaa leveämmät suojavyöhykkeet. *Metsä Groupin Viesti* 4/2022, 36–37. Viitattu 10.12.2022 https://issuu.com/metsagroup/docs/mets_groupin_viesti_4_-_2022.

Lilja-Rothsten, S. 2020. Monimuotoisuus metsäluonnossa. Teoksessa J. Ruuska (toim.) *Metsäkoulu*. Keuruu: Otavan kirjapaino Oy, 303–315.

Linnakoski, E. & Kontinen, K. 2014. Leimikonsuunnittelu-opas. Viitattu 12.10.2022 <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/97139/URNISBN9789515884589.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Luke 2019. Metsävarat maakunnittain. Viitattu 5.10.2022 <https://www.luke.fi/fi/ti-lastot/metsavarat/metsavarat-maakunnittain-2>.

Maanmittauslaitos 2022. Avoimien aineistojen tiedostopalvelu. Viitattu 25.11.2022 <https://tiedostopalvelu.maanmittauslaitos.fi/tp/kartta>.

Metsäkeskus 2020. Säästöpuutyökalu. Viitattu 13.10.2022 <https://metsakeskus.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=b23f32d4bdf04e3da93d7c4fbd17bf00>.

Metsäkeskus 2021. Säästöpuutyökalu. Avoimen metsä- ja luontotiedon ajankoh-
taiswebinaari 21.4.2021. Viitattu 13.10.2022 <https://www.youtube.com/watch?v=5fjxa2dp6Zg>.

Metsäkeskus 2022a. Korjuukelpoisuus. Viitattu 12.10.2022 <https://www.metsakeskus.fi/fi/avoin-metsa-ja-luontotieto/metsatietoaineistot/korjuukelpoisuus>.

Metsäkeskus 2022b. Metsäsertifiointi. Viitattu 10.10.2022 <https://www.metsakeskus.fi/fi/metsan-kaytto-ja-omistus/oikeudet-ja-velvollisuudet/metsasertifiointi>.

Metsäteho Oy 2022a. Leimikon suunnittelu. Viitattu 12.10.2022 <https://puuhuolto.fi/korjuun-suunnittelu/leimikon-suunnittelu/>.

Metsäteho Oy 2022b. Korjuuajankohdan valinta. Viitattu 12.10.2022 <https://puuhuolto.fi/korjuun-suunnittelu/leimikon-suunnittelu/korjuuajankohdan-valinta/>.

Metsäteho Oy 2022c. Työturvallisuus. Viitattu 12.10.2022 <https://puuhuolto.fi/korjuun-suunnittelu/leimikon-suunnittelu/tyoturvallisuus/>.

Mikkonen, N., Leikola, N., Lahtinen, A., Lehtomäki, J. & Halme, P. 2018. Monimuotoisuudelle tärkeät metsäalueet Suomessa - Puustoisten elinympäristöjen monimuotoisuusarvojen Zonation-analyysien loppuraportti. Viitattu 13.10.2022 <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/234359>.

PEFC Suomi 2022a. PEFC on ylivoimainen metsäsertifiointin järjestelmä Suomessa. Viitattu 10.10.2022 <https://pefc.fi/metsanomistajalle/>.

PEFC Suomi 2022b. PEFC-kriteerien uudistamistyö. Viitattu 10.10.2022 <https://pefc.fi/wp-content/uploads/2022/02/Muutokset-metsanhoidon-PEFC-vaatimuksissa-versiot-2014-2022.pdf>.

Saaristo, L., Kuusinen, M. & Nieminen, M. 2009. Talousmetsien luonnonhoito. Metsäammattilaisen käsikirja. Vammala: Metsäkustannus Oy.

Saaristo, L. & Vanhatalo, K. (toim.) 2019. Metsanhoidon suositukset talousmetsien luonnonhoitoon, työopas. Tapion julkaisuja. Viitattu 6.10.2022 https://tapio.fi/wp-content/uploads/2020/09/Metsanhoidon_suosituksset_talousmetsien_luonnonhoitoon_TAPIO_2019.pdf.

Salmivaara, A. 2020. Cartographic Depth-to-Water (DTW) index maps for Finland. Viitattu 13.10.2022 https://www.nic.funet.fi/index/geodata/luke/dtw/DTW_description.pdf.

UPM-Metsä 2022. Miten FSC-sertifiointi näkyy hakkuukohteella? Viitattu 15.1.2023 <https://www.upmmetsa.fi/tietoa-ja-tapahtumia/artikkelit/fsc-sertifiointi/>.

Äijälä, O., Koistinen, A., Sved, J., Vanhatalo, K. & Väisänen, P. (toim.) 2019. Metsänhoidon suositukset. Tapion julkaisuja. Viitattu 6.10.2022 https://tuohtametsasta.fi/wp-content/uploads/2019/10/Metsanhoidon_suosituksset_Tapio_2019.pdf.

LIITTEET

Liite 1. Puukauppakohteen laadinnan tarkistuslista

Liite 2. Säästöpuuiden määrä sekä säästöpuuryhmän rakenne ja sijoittelu

Liite 3. Tutkimuskohteen metsäkiinteistöt kartalla

Liite 4. Säästöpuutyökalun ehdotus kuviolle A6

Liite 5. Säästöpuutyökalun ehdotus kuviolle A7

Liite 6. Säästöpuutyökalun ehdotus kuviolle AII14

Liite 7. Säästöpuutyökalun ehdotus kuviolle AII4

Liite 8. Säästöpuutyökalun ehdotus kuviolle LU1

Liite 9. Säästöpuutyökalun ehdotus kuviolle LU32

Liite 10. Säästöpuutyökalun ehdotus kuviolle LU15

Liite 11. Säästöpuutyökalun ehdotus kuviolle LU9

Liite 12. Säästöpuutyökalun ehdotus kuviolle AII7

Liite 1. Puukauppakohteen laadinnan tarkistuslista

	Selvitettävä asia	Tarkentava tieto (merkitse x, jos asia on selvitetty tarjouspyynnössä)
Puukauppakohteen perustiedot	Myyjän tiedot	<input type="checkbox"/> Nimi <input type="checkbox"/> Osoite- ja yhteystiedot <input type="checkbox"/> Y-tunnus tai henkilötunnus <input type="checkbox"/> Omistusmuoto <input type="checkbox"/> Arvonlisäverovelvollisuus
	Myyjän edustajan ja puukauppakohteen suunnittelijan yhteystiedot	<input type="checkbox"/> Nimi ja yhteystiedot <input type="checkbox"/> Myyjän edustajan valtakirja
	Kiinteistötiedot	<input type="checkbox"/> Kiinteistörekisteritunnus ja tilan nimi <input type="checkbox"/> Kiinteistörajojen näkyvyys maastossa <input type="checkbox"/> Metsäsertifiointi (PEFC/FSC)
	Kauppatapa ja ilmoitukset	<input type="checkbox"/> Kauppatapa <input type="checkbox"/> Tieto metsäkäyttöilmoituksen tekemisestä ja tekijästä
	Hakkuussa käsiteltävät alueet	<input type="checkbox"/> Käsitellyalueiden hakkuutavat ja pinta-alat (tasaikäisen metsän uudistus- tai kasvatushakkuu vai jatkuvan kasvatuksen hakkuu) <input type="checkbox"/> Käsitellyalueiden puuston perustiedot <input type="checkbox"/> Energiapuun korjuu uudistushakkuussa
	Hakkuumenetelmät ja hakkuun kertymääräarviot	<input type="checkbox"/> Käsitellyalueiden hakkuumenetelmät (tarkentaa hakkuutapaa) <input type="checkbox"/> Arvio hakkuun puutavaralajikertymistä. Ilmoitetaan hakkuumenetelmittain ja puutavaralajeittain (m ³) laskettuna. <input type="checkbox"/> Arvio hakkuun energiapuukertymistä (m ³) <input type="checkbox"/> Selvitys käytetyistä puustoarvion tietolähteistä
	Tarkentavat lisätiedot (metsänomistajan näkemykset ja erityistoiveet hakkuisiin ja metsänhoitoon liittyen)	<input type="checkbox"/> Toivottu hakkuiden ajankohta <input type="checkbox"/> Tarkennukset hakkuiden toteutukseen <input type="checkbox"/> Jäävän puuston tavoitemäärät kasvatushakkuissa, jos poiketaan harvennussalleista <input type="checkbox"/> Näkemykset luonnonhoidon toimenpiteiden toteutuksesta ja painotuksista <input type="checkbox"/> Suojeltavat tai varottavat metsänomistajalle erityiset kohteet
Puukauppakohtetta tarkentavat tiedot	Korjuuseen vaikuttavia yleistekijöitä	<input type="checkbox"/> Kuljetuskelpoisuus <input type="checkbox"/> Korjuukelpoisuus käsittelyalueittain <input type="checkbox"/> Metsäkuljetusmatka käsittelyalueittain <input type="checkbox"/> Ennakkoraivaustarve käsittelyalueittain
	Tieoikeudet ja varastopaikat	<input type="checkbox"/> Tieoikeudet <input type="checkbox"/> Kääntöpaikat kuljetuskalustolle <input type="checkbox"/> Puutavaran varastointipaikat
	Kaava-alueet ja -määräykset	<input type="checkbox"/> Alueen kaavoituksen tilanne <input type="checkbox"/> Kaavan tuomat määräykset ja maasematyöluva
	Turvattavat kohteet ja niiden sijaintitiedot ja rajaukset kartalla	<input type="checkbox"/> Luontokohteet ja suojelualueet <input type="checkbox"/> Verkistyskäytön kohteet <input type="checkbox"/> Kulttuuriperintökohteet <input type="checkbox"/> Pohjavesialueet
Työturvallisuus ja maastomerkinnot	Muita metsäkäsitelyssä varottavia kohteita ja niiden sijaintitiedot	<input type="checkbox"/> Sähkö- ja puhelinlinjat <input type="checkbox"/> Vesijohdot ja pumppaamot <input type="checkbox"/> Maakaapelilinjat sekä maakaasuputket
	Puukauppakohteen maastomerkinnot toteutus	<input type="checkbox"/> Sopiminen tarvittavien merkintöjen tekemisestä maastoon <input type="checkbox"/> Varottavat kohteet (työturvallisuusnäkökulma) <input type="checkbox"/> Turvattavat kohteet (ympäristönhoidon näkökulma) <input type="checkbox"/> Kiinteistörajat ja rajapyykit <input type="checkbox"/> Puukauppakohteen käsittelyalueiden rajat

Lähde

Kontinen, K., Kotiharju A. & Vanhatalo, K. (toim.) 2019. Metsänhoidon suositukset puukauppakohteen laadintaan, työopas, s. 28. Tapion julkaisuja. Viitattu 12.10.2022 https://tapio.fi/wp-content/uploads/2020/09/Metsanhoidon_suosituksset_puukauppakohteen_laadintaan_Tapio-2019.pdf.

Liite 2. 1(2) Säästöpuiden määrä sekä säästöpuuryhmän rakenne ja sijoittelu

Säästöpuut ovat eläviä puita, jotka hakkuiden yhteydessä säästetään pysyvästi. Niiden tarkoituksena on ajan kuluessa, kasvaessaan, kuollessaan ja lahotesaan, turvata metsän monimuotoisuutta.

Säästöpuiden määrä:

- vähintään 10 runkoa/ha (PEFC lpm \geq 10cm)
- vähintään 20 runkoa/ha (FSC lpm \geq 20cm Etelä-Suomessa ja lpm \geq 15cm Pohjois-Suomessa)

Säästöpuuryhmän rakenne:

Valitaan säästettäväksi

- talousmetsissä harvinaisia puuyksilöitä
- aiempien puusukupolvien vanhoja ja järeitä havupuita
- vanhoja ja järeitä lehtipuita
- erityisesti kookkaita haapoja, puumaisia raitoja ja jaloja lehtipuita
- kolopuita, palokoroisia puita
- petolintujen pesäpuita
- järeitä katajia
- puumaisia tuomia ja pihlajia
- tervaleppiä
- erikoisia ja poikkeuksellisia puuyksilöitä

Liite 2. 2(2)

Säästöpuiden valinnassa suositaan sekapuustoisuutta ja myös alikasvos säästetään eri-ikäisrakenteen saavuttamiseksi. Tarvittaessa säästöpuu voidaan katkaista tekopötkelöksi (tuulituhojen tai hieskoivun siementämisen ehkäisy).

Säästöpuuryhmän sijoittelu:

Keskitetään säästöpuuryhmät

- yhteen tai muutamaan isoon ryhmään
- vesistöjen suojavyöhykkeiden jatkeeksi
- kosteiden painanteiden tai suonotkelmien yhteyteen
- kivikkojen, kallioiden tai jyrkänteiden alusmetsien ympärille
- luontokohteiden yhteyteen
- riistatiheikköjen yhteyteen
- maisemanhoidollisesti sopiviin paikkoihin

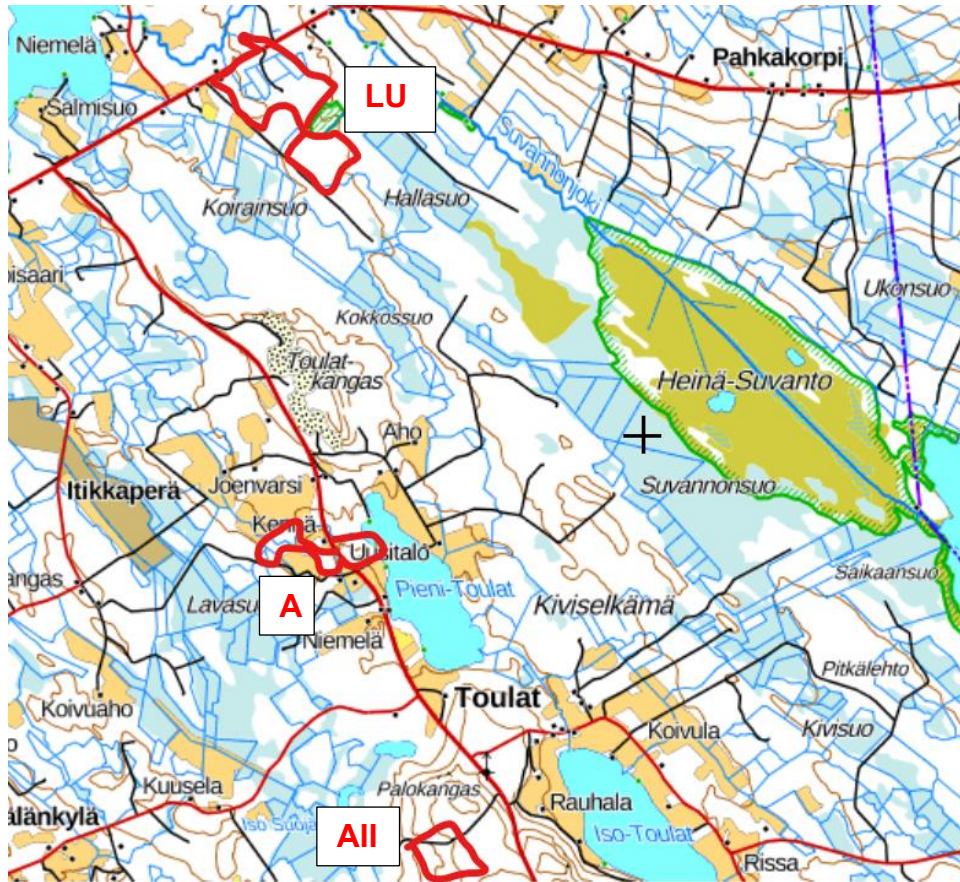
Varottavia kohteita ovat

- sähkö- ja puhelinlinjat
- rakennukset
- vilkkaat liikenneväylät

Lähde

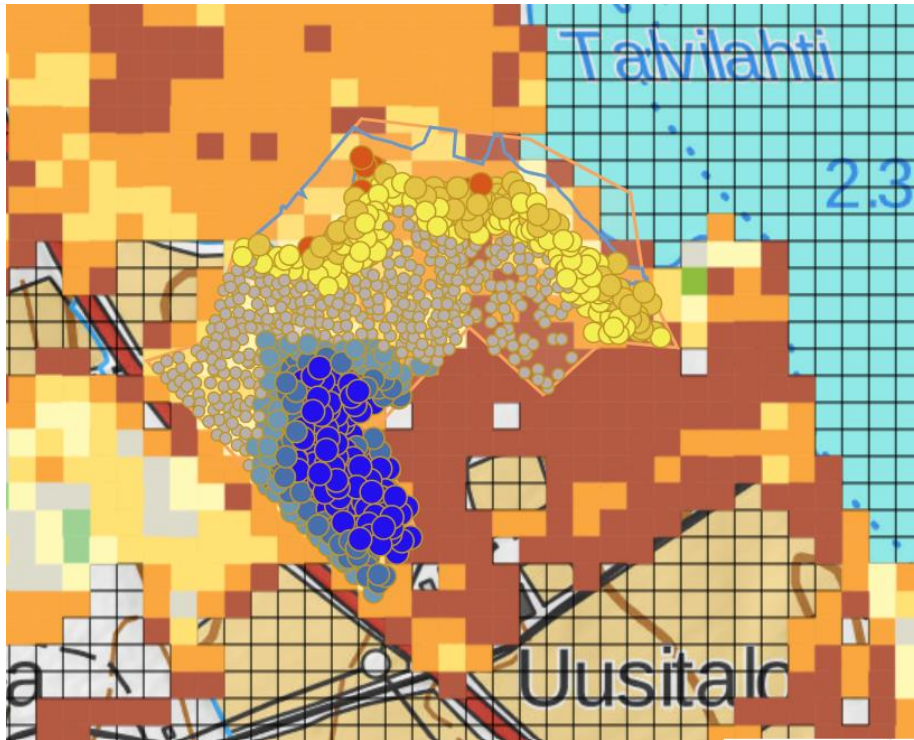
Saaristo, L. & Vanhatalo, K. (toim.) 2019. Metsänhoidon suositukset talousmetsien luonnonhoitoon, työopas, s. 25–31. Tapion julkaisuja. Viitattu 6.10.2022 https://tapio.fi/wp-content/uploads/2020/09/Metsan_hoidon_suosituks_talousmetsien_luonnonhoitoon_TAPIO_2019.pdf.

Liite 3. Tutkimuskohteen metsäkiinteistöt kartalla

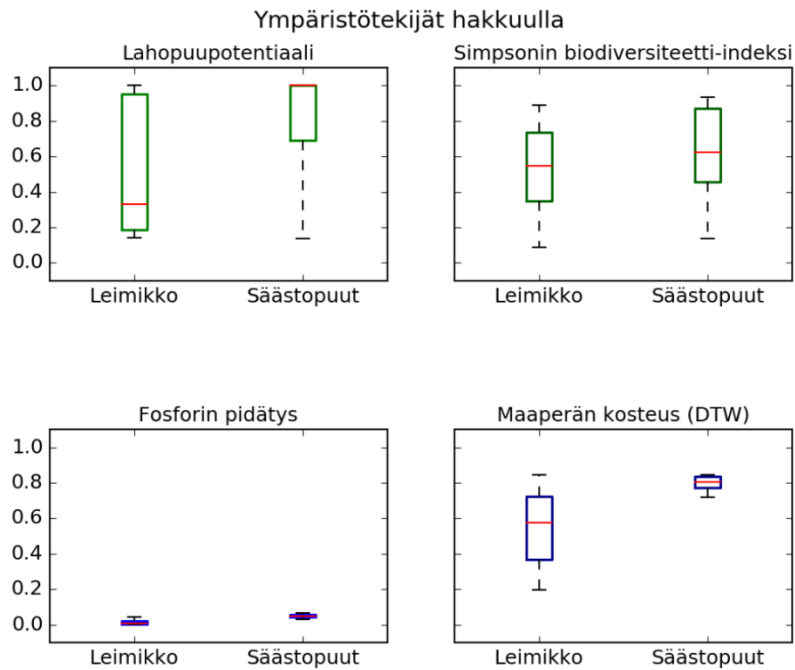


(mukaan Maanmittauslaitos 2022)

Liite 4. Säästöpuutyökalun ehdotus kuviolle A6

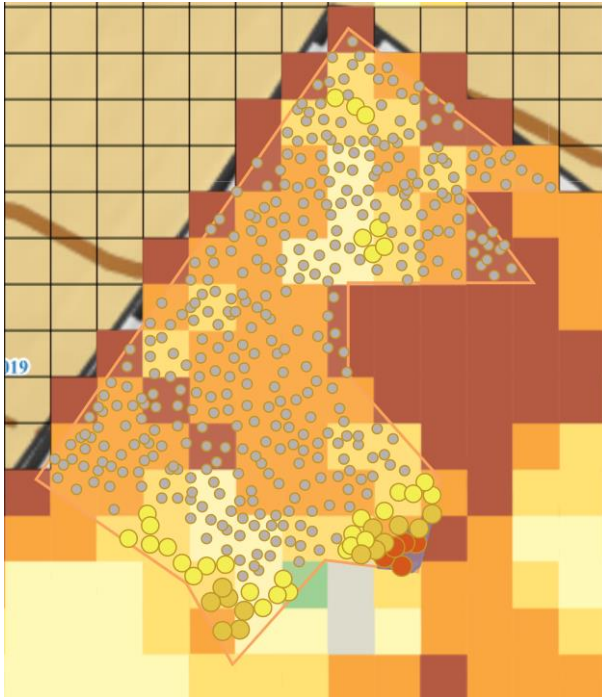


Säästöpuutyökalun alkuperäinen ehdotus.

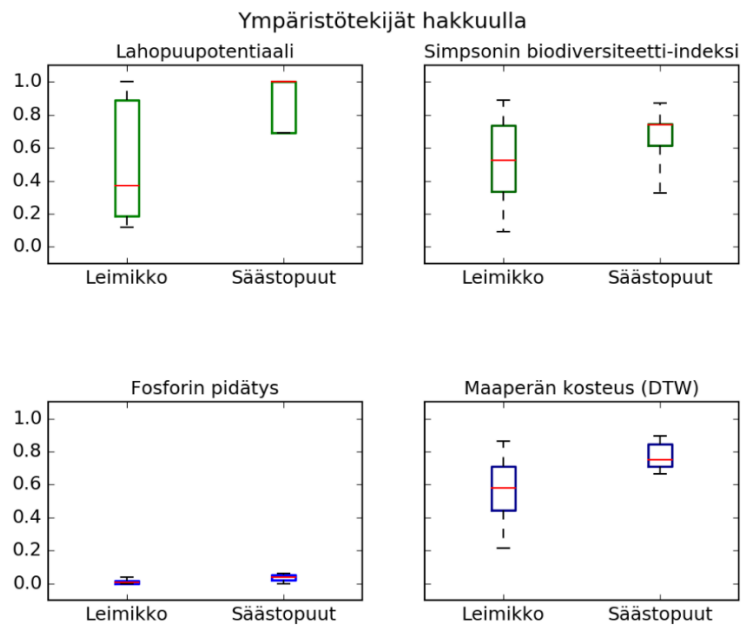


Ympäristötekijöiden vertailu leimikko vs. säästöpuuryhmä.

Liite 5. Säästöpuutyökalun ehdotus kuviolle A7

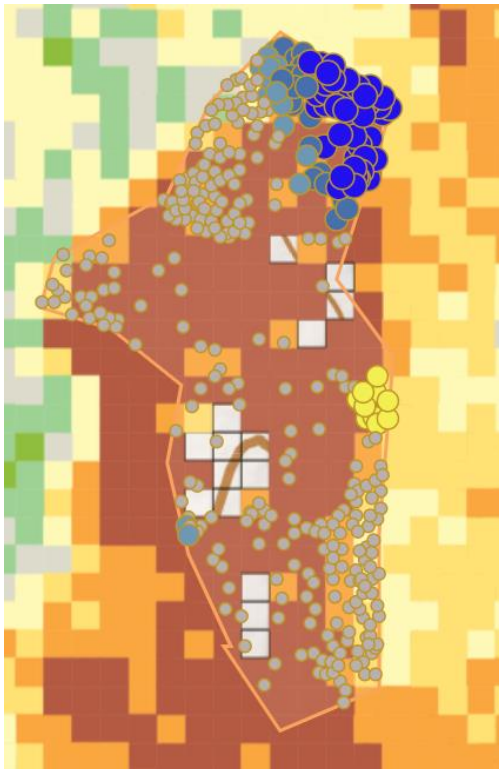


Säästöpuutyökalun alkuperäinen ehdotus.

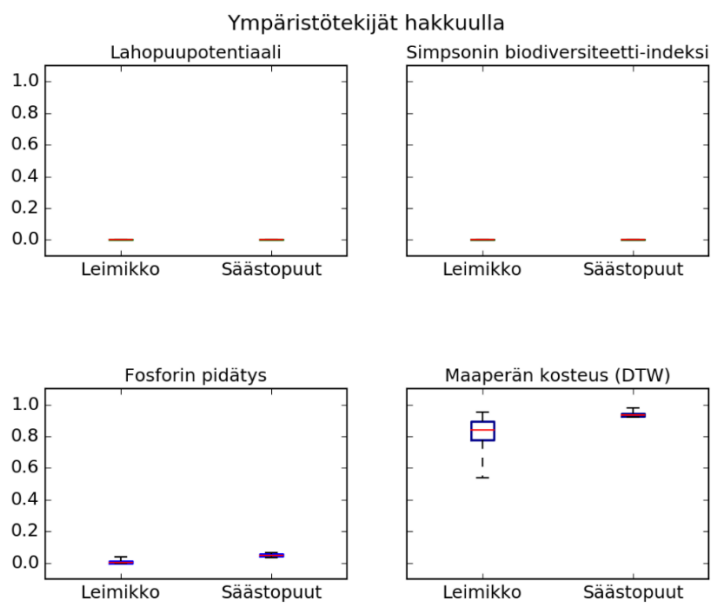


Ympäristötekijöiden vertailu leimikko vs. säästöpuuryhmä.

Liite 6. Säästöpuutyökalun ehdotus kuviolle AII14

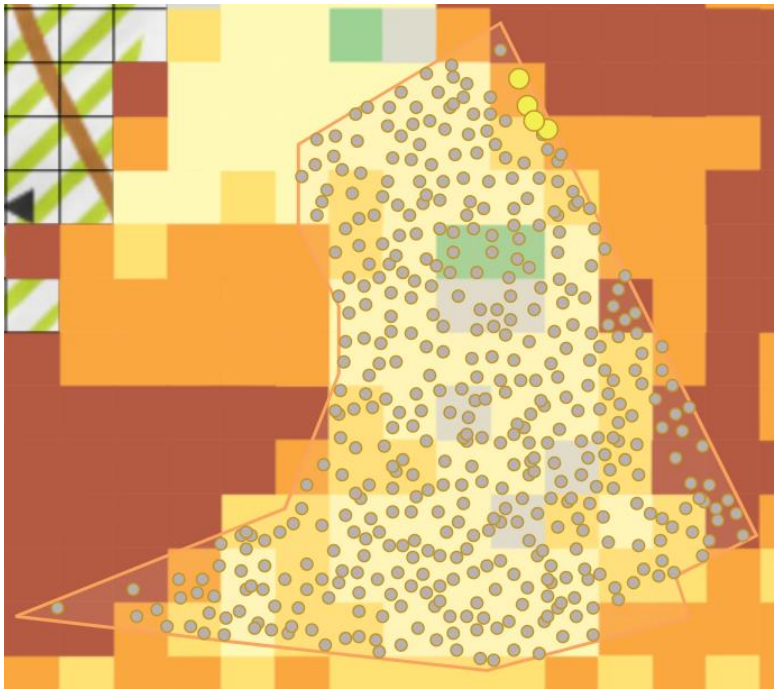


Säästöpuutyökalun alkuperäinen ehdotus.



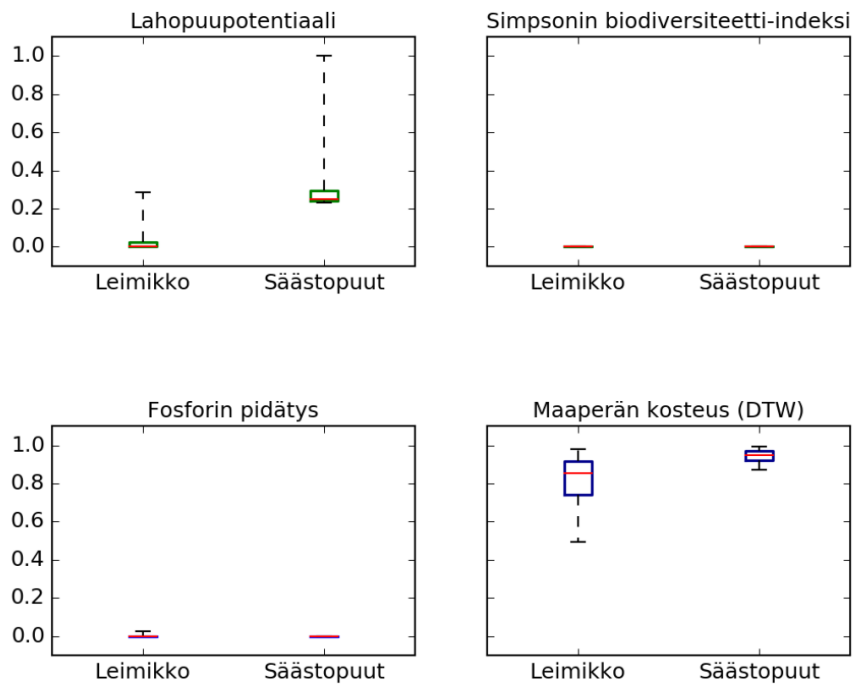
Ympäristötekijöiden vertailu leimikko vs. säästöpuuryhmä.

Liite 7. Säästöpuutyökalan ehdotus kuviolle AII4



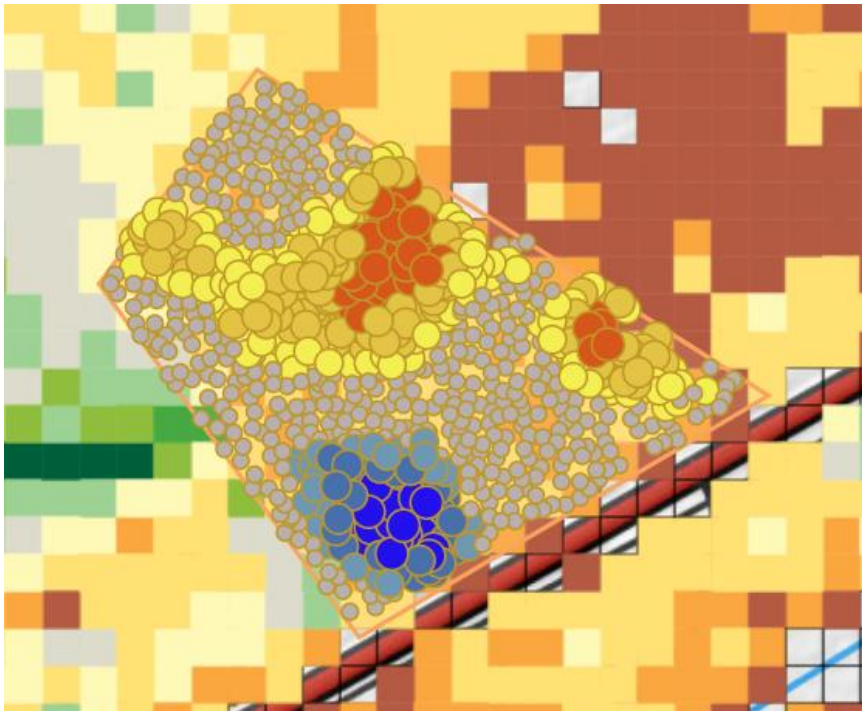
Säästöpuutyökalan alkuperäinen ehdotus.

Ympäristötekijät hakkuulla

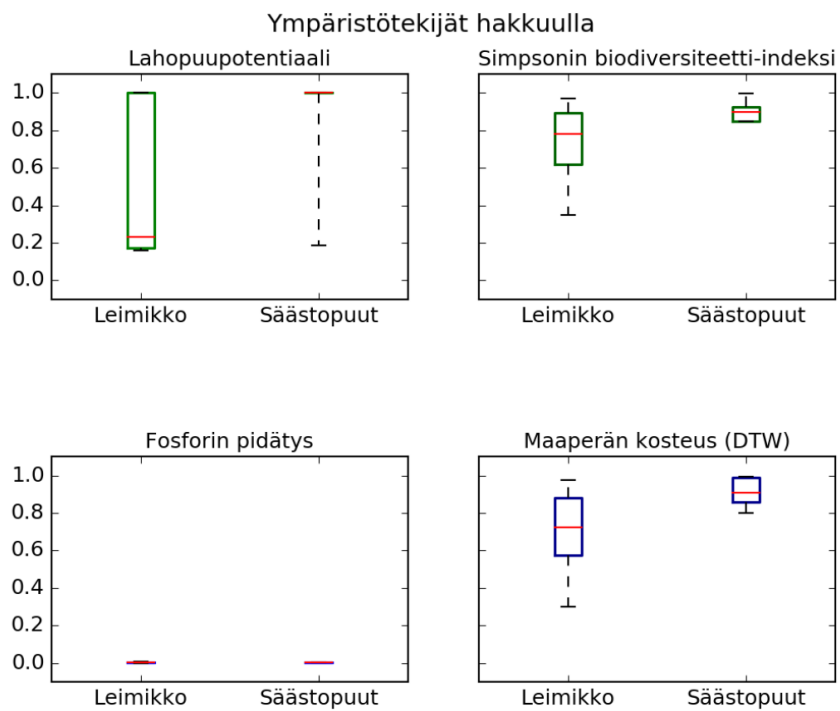


Ympäristötekijöiden vertailu leimikko vs. säästöpuuryhmä.

Liite 8. Säästöpuutyökalun ehdotus kuviolle LU1

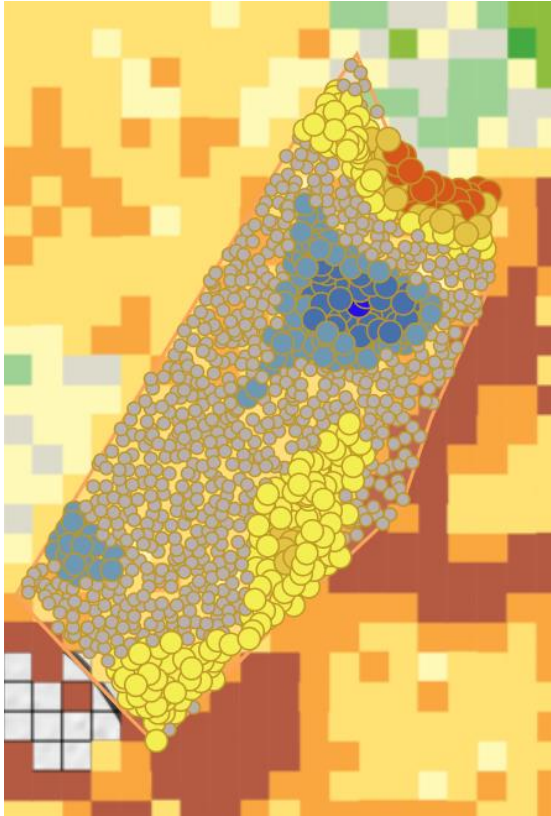


Säästöpuutyökalun alkuperäinen ehdotus.

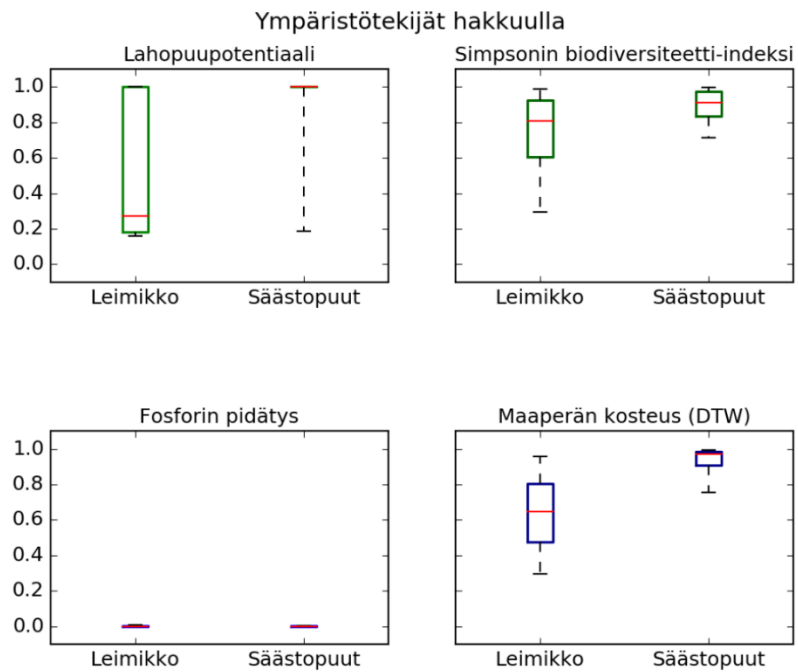


Ympäristötekijöiden vertailu leimikko vs. säästöpuuryhmä.

Liite 9. Säästöpuutyökalun ehdotus kuviolle LU32

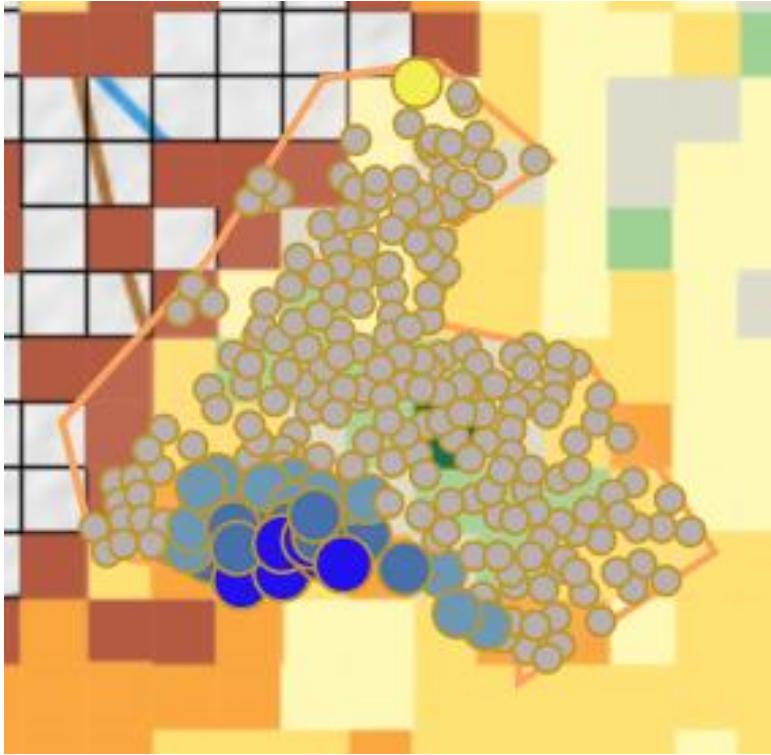


Säästöpuutyökalun alkuperäinen ehdotus.

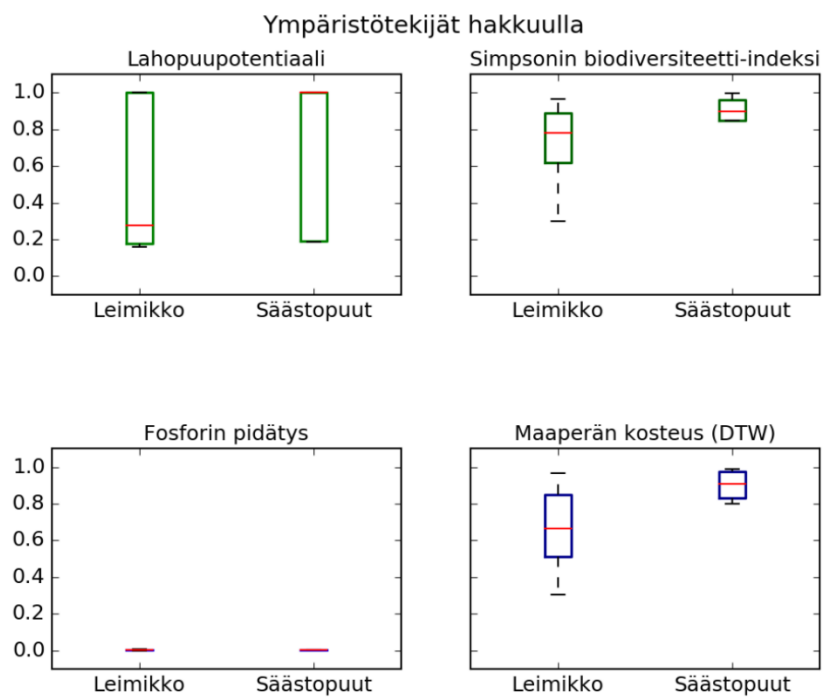


Ympäristötekijöiden vertailu leimikko vs. säästöpuuryhmä.

Liite 10. Säästöpuutyökalan ehdotus kuviolle LU15

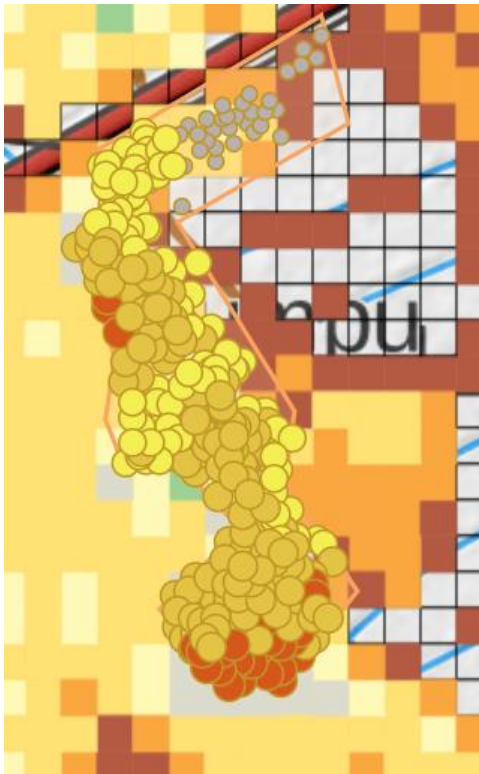


Säästöpuutyökalan alkuperäinen ehdotus.

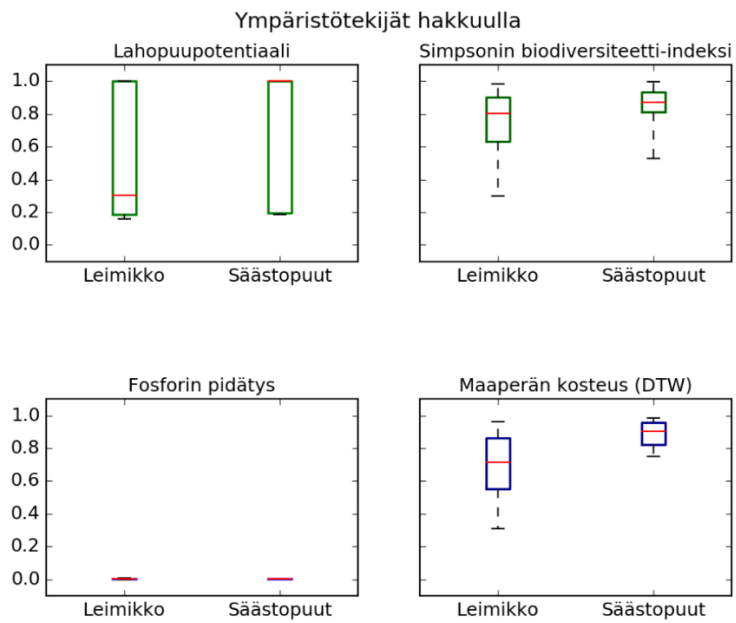


Ympäristötekijöiden vertailu leimikko vs. säästöpuuryhmä.

Liite 11. Säästöpuutyökalan ehdotus kuviolle LU9

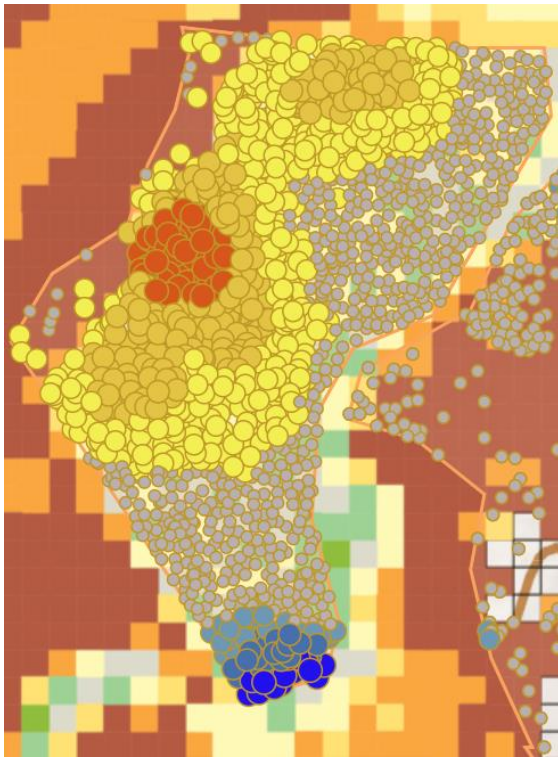


Säästöpuutyökalan alkuperäinen ehdotus.

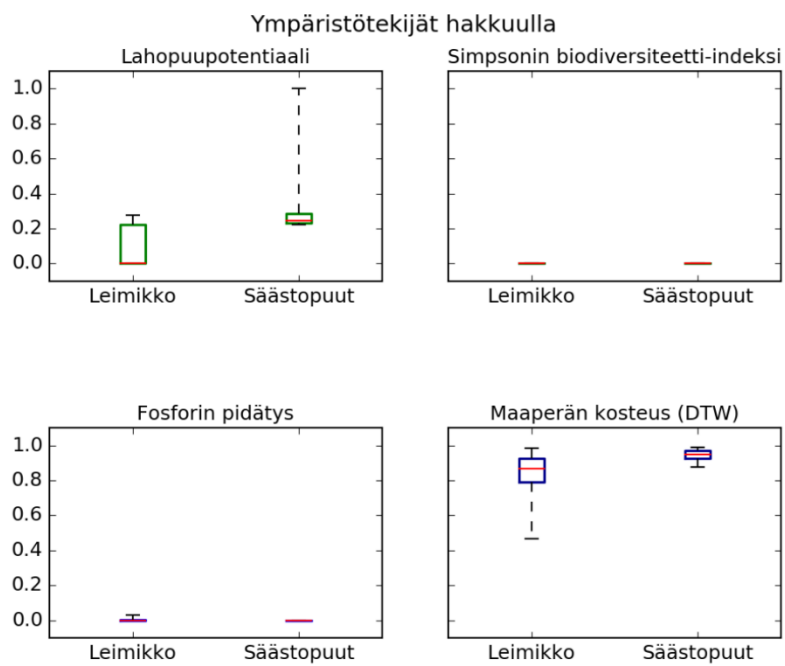


Ympäristötekijöiden vertailu leimikko vs. säästöpuuryhmä.

Liite 12. Säästöpuutyökalan ehdotus kuviolle AI17



Säästöpuutyökalan alkuperäinen ehdotus.



Ympäristötekijöiden vertailu leimikko vs. säästöpuuryhmä.