

Metsäkasvillisuus muuttuvassa ilmastossa – valtakunnallinen kasvillisuusinventointi (Operaatio Mustikka)

Loppuraportti Maa- ja metsätalousministeriölle 30.12.2023

Luonnonvarakeskus

Tiina Tonteri

1. Hankkeen esittely

1.1. Perustiedot hankkeesta

Hankkeen nimi: Metsäkasvillisuus muuttuvassa ilmastossa – valtakunnallinen kasvillisuusinventointi (Operaatio Mustikka)

Toteuttaja: Luonnonvarakeskus

Projektipäällikkö: Tiina Tonteri, tutkija

1.2. Hankkeen tavoitteet

Tavoitteena oli toteuttaa maanlaajuinen metsä- ja suokasvillisuuden inventointi. Hankkeessa tuotettiin uusi maastomittauksiin perustuva kasvillisuusaineisto ja kuvaus metsäkasvillisuuden ja puuston nykyisestä monimuotoisuudesta. Tämä mahdollistaa aineiston yhdistämisen aikaisempiin mittauksiin ja kasvillisuuden monimuotoisuudessa ja yleisimpien kasvilajien peittävyyksissä tapahtuneiden muutosten analysoinnin. Aineiston avulla voidaan mallittaa myöhemmin aluskasvillisuuden biomassassa ja vuosittainen hiilisyöte maaperään, jota käytetään kasvihuonekaasuinventaarissa. Hanke julkaisee kasvillisuusaineiston avoimena datana, mikä mahdollistaa aineiston mahdollisimman laajan hyödyntämisen tutkimuksessa ja siihen perustuvien työkalujen ja palvelujen tuotannossa.

Hankkeen keskeisin tulos on 3000 pysyvän koealan verkostolta mitatut kasvillisuus- ja puustomittautulokset, jotka on yhdistettävissä täsmälleen samoilta paikoilta samoilla menetelmillä mitattuun aineistoon vuosilta 1985-1986 ja 1995 (sekä 630 koealan osalta 2006). Tämän aineiston avulla voidaan

- Tuottaa tietoa metsä- ja suoluonnon muutoksesta viimeisimmän 25 vuoden aikana.
- Tuottaa tietoa kasvillisuuden pitkäaikaisista muutoksista erilaisten hakkuukäsittelyjen ja muuttuvien metsänkäsittelymenetelmien jälkeen
- Selvittää, onko ilmastonmuutos jo siirtänyt kasvilajien levinneisyysalueita tai kokonaisia kasvillisuusvyöhykkeitä ja onko metsiin levinnyt haitallisia tulokaslajeja
- Tuottaa tietoa ilmastonmuutoksen ja metsänkäsittelyjen yhteisvaikutuksista metsäkasvillisuuteen.

Maa- ja metsätalousministeriön mukaan maankäyttösektorin tieto-ohjelman toimenpiteet tukevat seuraavia pääministeri Sanna Marinin hallitusohjelman mukaisen maankäyttösektorin ilmastotoimenpidekokonaisuuden tavoitteita:

1. ylläpitää ja vahvistaa hiilinieluja ja -varastoja lyhyellä ja pitkällä aikavälillä;
2. vähentää kasvihuonekaasujen päästöjä;
3. edistää maa- ja metsätalouden sopeutumista ilmastonmuutokseen.

Tämän hankkeen tuottamaa aineistoa voidaan käyttää näihin kaikkiin kolmeen, mutta vaikutukset näkyvät vasta sitten kun jokin hanke on aineistoa selvityksessä tai tutkimuksessa käyttänyt.

1.3. Yhteenveto hankkeesta

Yhteenveto

Hankkeen ”Metsäkasvillisuus muuttuvassa ilmastossa – valtakunnallinen kasvillisuusinventointi (Operaatio Mustikka)” toteutti Luonnonvarakeskus (Luke). Projektipäällikkönä toimi tutkija Tiina Tonteri.

Tavoitteena oli toteuttaa maanlaajuinen metsä- ja suokasvillisuuden inventointi. Hankkeessa tuotettiin uusi maastomittauksiin perustuva kasvillisuusaineisto ja kuvaus metsäkasvillisuuden ja puuston nykyisestä rakenteesta ja monimuotoisuudesta. Tämä mahdollistaa kasvillisuuden monimuotoisuudessa ja yleisimpien kasvilajien peittävyyksissä tapahtuneiden muutosten analysoinnin. Aineiston avulla voidaan mallittaa myöhemmin aluskasvillisuuden biomassaa ja vuosittainen hiilisyöte maaperään, jota käytetään kasvihuonekaasuinventaariossa. Hanke julkaisee kasvillisuus- ja puustoaineiston avoimena datana, mikä mahdollistaa aineiston mahdollisimman laajan hyödyntämisen tutkimuksessa ja siihen perustuvien työkalujen ja palvelujen tuotannossa.

Hankkeen tärkein tulos on n. 3000 pysyvän koealan verkostolta vuosina 2021-2023 mitatut kasvillisuus- ja puustomittaustulokset, jotka on yhdistettävissä täsmälleen samoilta paikoilta samoilla menetelmillä mitattuun aineistoon vuosilta 1985-1986 ja 1995. Hankkeessa syntyvän aineiston avulla saadaan vastauksia keskeisiin avoimiin ekologisiin tutkimuskysymyksiin ja esimerkiksi poliittisia päätöksiä valmisteltaessa tehtäviin selvityksiin. Sitä voidaan käyttää myös metsänkäsittelymenetelmien kehittämiseen.

Hankkeen budjetti oli 2 181 000 €, josta MMM:n osuus oli 775 000 €.

Summary

The project ”Forest vegetation in changing climate – a nation-wide vegetation inventory (Operation Bilberry) was carried out by Natural Resources Institute Finland (Luke). Research scientist Tiina Tonteri was the project manager.

The aim was to make a vegetation survey in forests and peatlands in the whole country. A new vegetation data set was created based on field measurements and assessments

on current structure and biodiversity of understory vegetation and tree stand. These data will make analysis of vegetation diversity and modelling changes in frequencies and abundances of individual species possible. Even biomass of understorey vegetation and annual input of carbon into forest soil can be modelled using these data and then used in greenhouse gas inventory. The project will publish the resulting data set as open data, which enables researchers to fully utilize the data in answering central ecological research questions as well as to create tools and services based on them.

The most important result of the project is the vegetation and tree stand measurements on a network of about 3000 permanent sample plots, measured in 2021-2023. It is possible to combine these with similar data on exactly the same locations, measured in 1985-1986 and 1995.

The budget of the project was 2 181 000 €, of which ministry of agriculture and forestry paid 775 000 €.

2. Hankkeen toteutus ja toteutusvaiheen arviointi

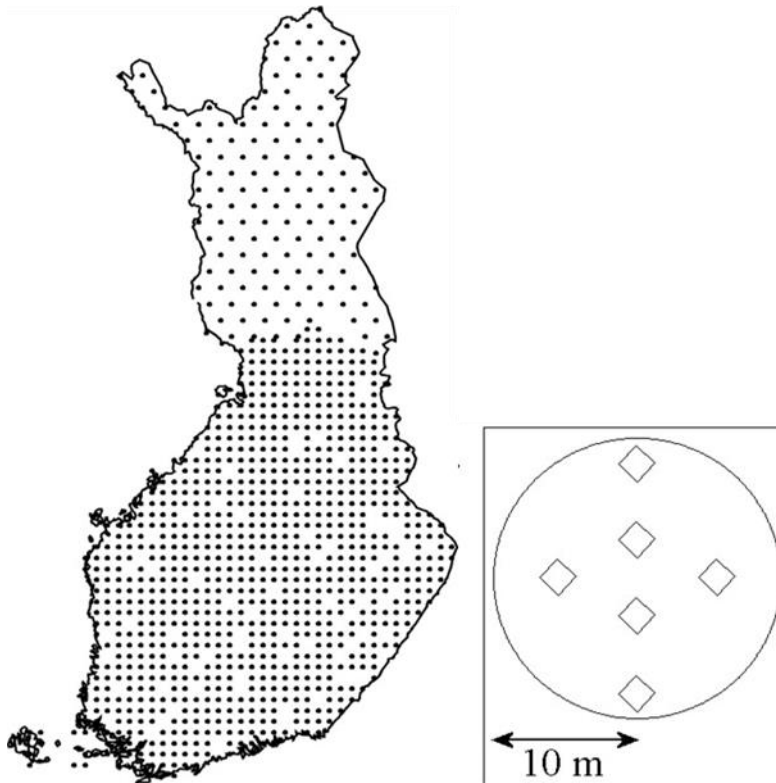
2.1. Menetelmät ja aineisto

Vuosina 1985-1986 perustettiin VMI8:n yhteydessä 3 000 pysyvän koealan verkosto metsäluonnon ja metsäympäristön tilan seurantaan varten. Perustamisen yhteydessä inventoitiin aluskasvillisuus, puusto ja metsikköä kuvaavia muuttujia. Inventointi toistettiin näillä koealoilla samanlaisena vuonna 1995, ja nyt edelleen Operaatio Mustikassa 2021-2023 lähes samanlaisena.

Vuoden 2020 aikana Hako Ollikaisen säätiön tuella tehdyssä pilottiprojektissa havaittiin, että 25 vuotta sitten viimeksi mitatut kasvillisuuskoalat ovat edelleen löydettävissä ja mittaukset kannattaa kohdistaa niille. Kenttä- ja pohjakerroksen kasvilajien peittävydet arvioitiin silmänvaraisesti 4-6 kolmen aarin koealalle systemaattisesti sijoitetulta 2 m² suuruiselta kasvillisuusnäytealalta (Kuva 1). Kunkin kasvilajin runsaus arvioitiin niiden projektiopeittävytenä maan pinnalla. Myös kasvillisuusnäytealojen ulkopuoliset lajit 300 m² laajuisella koealalla havainnoitiin ja kirjattiin.

Koealan puusto mitattiin VMI:n käyttämällä menetelmällä. Myös puulajien latvuspeittävydet koealalla arvioitiin. Lisäksi mitattiin ja arvioitiin lukuisia kasvupaikkaa, metsikköä, puustoa ja metsänkäsittelyä koskevia muuttujia. Koealalta otettiin humusnäyte myöhemmin tehtäviä hiili- ravinne- ja DNA-analyysjä varten.

Koealat inventoitiin käyttäen sähköistä tiedonkeruusovellusta. Maastotöiden jälkeen dataa tarkistettiin ja tunnistettiin kertyneet maastosta kerätyt lajinmääritysnäytteet. Tiedot vietiin tietokantaan, jossa jo olivat aiempien mittauskertojen kasvillisuus- puusto- ja ympäristömuuttuja-aineistot. Tietokantaan viennin jälkeen uusi aineisto on mahdollista yhdistää edellisiin mittauksiin täsmälleen samoilta koealoilta ja kasvillisuusnäytealoilta. Tällaisena aineisto onkin ainutlaatuinen samoilta paikoilta mitattu 38 vuoden mittainen metsäekosysteemin ja biodiversiteetin muutoksia kuvaava ja muutosten ennakkointiin soveltuva aikasarja.



Kuva 1. Inventointilohkot Suomessa (vasemmalla) ja 2 m² kokoisten kasvillisuusnäytealojen (4-6 kpl) sijainti 300 m² koealalla (oikealla). Kullakin inventointilohkolla on Pohjois-Suomessa potentiaalisesti kolme ja Etelä-Suomessa neljä koealaa. Yhteensä koealoja on alun perin n. 3000.

2.2. Aikataulu ja resurssit

Hankkeen suunnitteluun, kouluttamiseen ja toteuttamiseen osallistuivat keskeisesti seuraavat Luken tutkijat ja asiantuntijat:

Tiina Tonteri, tutkija, projektipäällikkö
 Andras Balazs, tutkija (puustomittausohje, koulutus, tiedonsiirto)
 Juha-Pekka Hotanen, tutkija (kasvillisuusmittausohje, koulutus)
 Ossi Hämylä, tutkimusinsinööri (aineiston käyttötietokanta, avoin data)
 Kari T. Korhonen, johtava tutkija (puustomittausohje, tiedonsiirto)
 Leila Korpela, tutkija (kasvillisuusmittausohje, työvälineistö, koulutus)
 Raisa Mäkipää, tutkimusprofessori (tiedotus)
 Ville Pietilä, asiantuntija (puustomittausohje, koulutus, tiedonsiirto)
 Sointu Virkkala, asiantuntija (aineiston käyttötietokanta, avoin data)

Vuosien 2021 ja 2023 maastokausilla oli töissä 6 kenttäbiologia ja 6 puustomittajaa. Vuonna 2022 näitä oli rekrytoituina 12 ja 12. Kenttäbiologi ja puustomittaja muodostivat yhdessä työparin I. maastoryhmän.

Hankkeen maastotyöt tehtiin kesä-syyskuussa 2021-2023. Kunkin maastokauden työpäivistä 5-8 ensimmäistä oli varattu koulutukseen, minkä jälkeen siirryttiin varsinaisiin maastotöihin. Viimeisetkin maastotyöntekijät tulivat maastosta 15.9.2023, minkä jälkeen päästiin tarkistamaan loputkin datasta, muokkaamaan koko käyttötietokantaa ja tuottamaan avoimen datan sisältöä ja kuvausta.

2.3. Kustannukset ja rahoitus

Hankkeen kustannukset ja rahoitus jakautuivat seuraavasti:

KUSTANNUKSET	€
Henkilöstökustannukset	902 595
Yleiskustannukset	806 116
Matkat	381 832
Ostopalvelut	20 506
Laitteet	47 993
Muut kustannukset	22 330
YHTEENSÄ	2 181 372

RAHOITUS	€
MMM	775 000
YM	200 000
SITRA	150 000
HAKO OLLIKAISEN SÄÄTIÖ	10 000
LUKE	1 046 372
YHTEENSÄ	2 181 372

2.4. Raportointi, julkaisut ja seuranta

Maastotöitä varten laadittiin kasvillisuuden ja puuston mittaamisesta erilliset mittaohjeet. Nämä ovat julkaisemattomia, mutta ne asetetaan esille avoimen datan yhteyteen.

Työryhmä on laatimassa yleisten metsä- ja suokasvilajien runsausmuutoksista 1985 – 2023 ensimmäistä tieteellistä julkaisukäsikirjoitusta. Käsikirjoitus valmistuu keväällä 2024.

Hankkeen keskeisin tuotos tulee olemaan avoimen datan julkaisu tammi-helmikuussa 2024.

2.5. Toteutusvaiheen arviointi: koetut hankaluudet

Kenttätöitä suunniteltiin alun perin kaksivuotisiksi. Kolmas vuosi oli varattu tietokannan ja avoimen datan rakentamiseen, mutta myös maastotyön varavuodeksi. Jo ensimmäisen vuoden kesällä oli selvää, että inventointia ei saataisi tehtyä kahdessa kesässä. Aiemmillä inventointikiertoilla maastotyöntekijät kirjasivat mittaustulokset paperilomakkeille. Tässä inventoinnissa päädyimme maastotallentimien käyttöön, jotta

paperityöskentelyn vaatima pitkä tallennus- ja datankorjausvaihe jäisi pois. Maastotallentimien käyttö kuitenkin hidasti kenttätöitä huomattavasti enemmän kuin olimme kuvitelleet. Ryhdyimme toisena ja kolmantena vuotena toimenpiteisiin maastotyötahdin nopeuttamiseksi. Tällä olikin positiivisia vaikutuksia.

COVID-19 hidasti ja hankaloitti työtä monin tavoin ensimmäisenä, mutta osittain myös toisena vuotena. Kolmas vuosi oli jo tässä suhteessa normaali.

Meille oli myös yllätys, kuinka vaikeaa kenttätöntekijöiden rekrytointi oli. Toki oli helppoa haastatella ja valita työntekijät parissa – kolmessa viikossa hakuajan päätyttyä. Tuloksen kertomisen jälkeen alkoi kuitenkin kato. Yksi toisensa jälkeen valitut henkilöt häipyivät muihin töihin. Tämä aiheutti jokaisena keväänä sen, että hankkeella oli lähes jatkuva rekrytointi koko kevään ajan. Viimeinen työntekijä saatiin palkattua juuri ennen maastokauden alkua tai sen jo alettua.

Kolmannelle vuodelle oli varattu suunnilleen yhtä paljon rahaa kuin ensimmäiselle. Arvelimme tämän riittävän, sillä tuolloin ei tarvinnut enää tehdä kalliita työvälinehankintoja. Inflaation kiihtyminen kuitenkin veti budjetin erittäin tiukalle, ja luovuimme mm. tiedotusvälineiden toimittajien kutsumisesta maastotyötä seuraamaan, sillä kaikki liikenevät resurssit oli suunnattava itse maastotyöhön.

Nämä haittatekijät hankaloittivat työtä, mutta eivät kuitenkaan estäneet tavoitteiden toteutumista.

3. Tulokset ja niiden arviointi

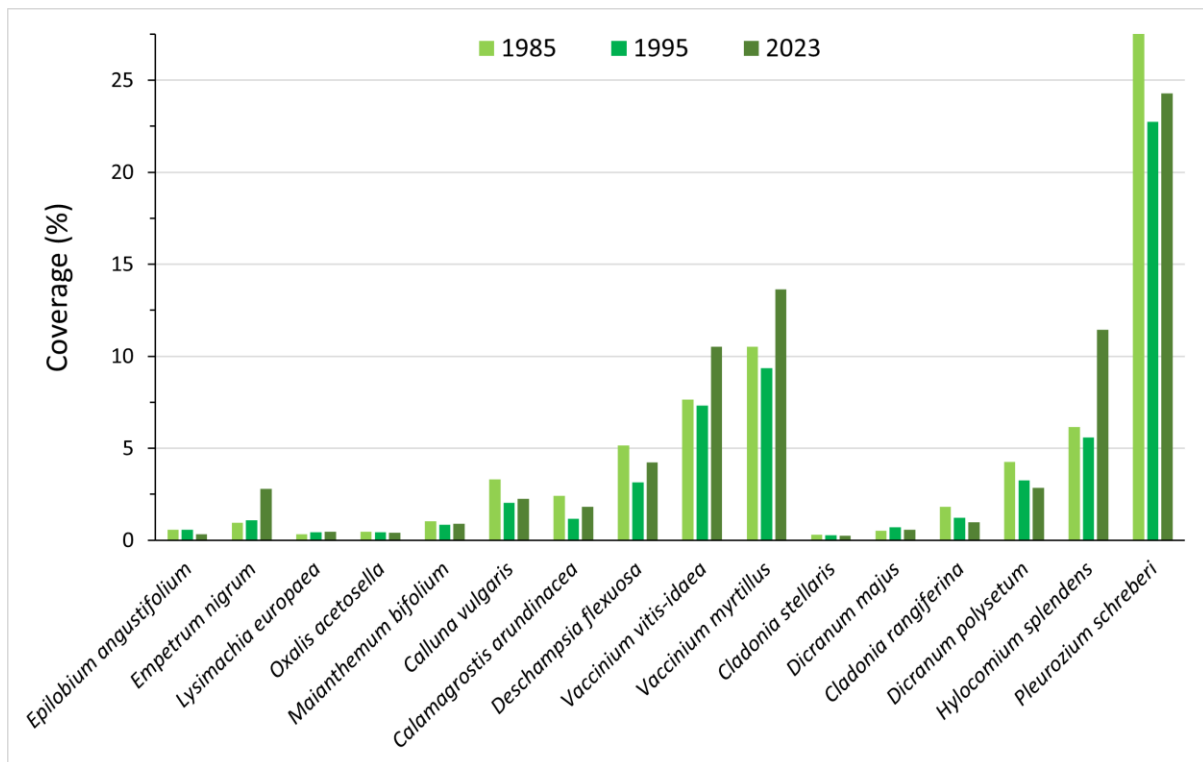
3.1. Tulosten esittely

Maastosta tarkastettiin kaiken kaikkiaan 3758 potentiaalista koealan paikkaa. Näistä 2937:llä tehtiin kasvillisuus- ja puustomittaukset, eli koealan inventointi.

Koealaverkostoa perustettaessa 1985-1986 koealoja tehtiin 3009 kpl ja kymmentä vuotta myöhemmin (v. 1995) 2995 kpl, joten koealojen katoamisnopeus kymmentä vuotta kohti on hieman kiihtynyt. Suurin osa näistä on maaluokan muutostapauksia, jossa metsätalousmaa on muuttunut pelloksi, tieksi, tontiksi tms. Muutamassa tapauksessa paikalle ei ollenkaan päästy keliolosuhteiden vuoksi (myrsky ulkomerellä, suolla poikkeuksellisen märkää). Toisaalta muutama metsitetty entinen peltokin tuli nyt mukaan uutena inventoituna koealana.

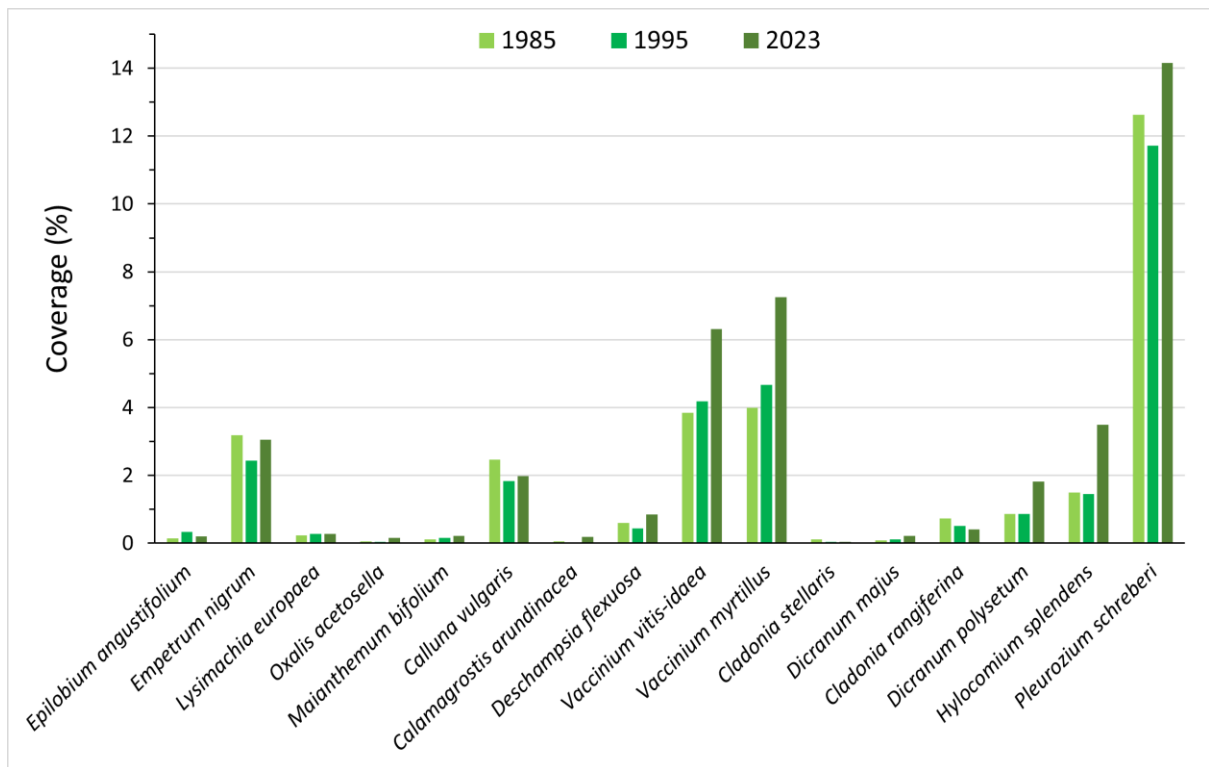
Aineistosta laskettiin kasvilajien runsausmuutosten tarkastelua varten keskimääräiset peittävyudet (%) eri mittauskerroilla.

Mustikasta ei ainakaan tarvitse olla huolissaan. Kivennäismailla varvut mustikka, puolukka ja variksenmarja ovat runsastuneet selvästi vuoden 1995 jälkeen (Kuva 2). Pohjakerroksen lajeista kerrossammalen peittävyys on kaksinkertaistunut. Seinäsammal on runsastunut vähemmän, ja muut pohjakerroksen lajit ovat vähentyneet. Tulokset heijastelevat puuston ja metsänkäsittelymenetelmien muutoksia viime vuosikymmenten aikana.

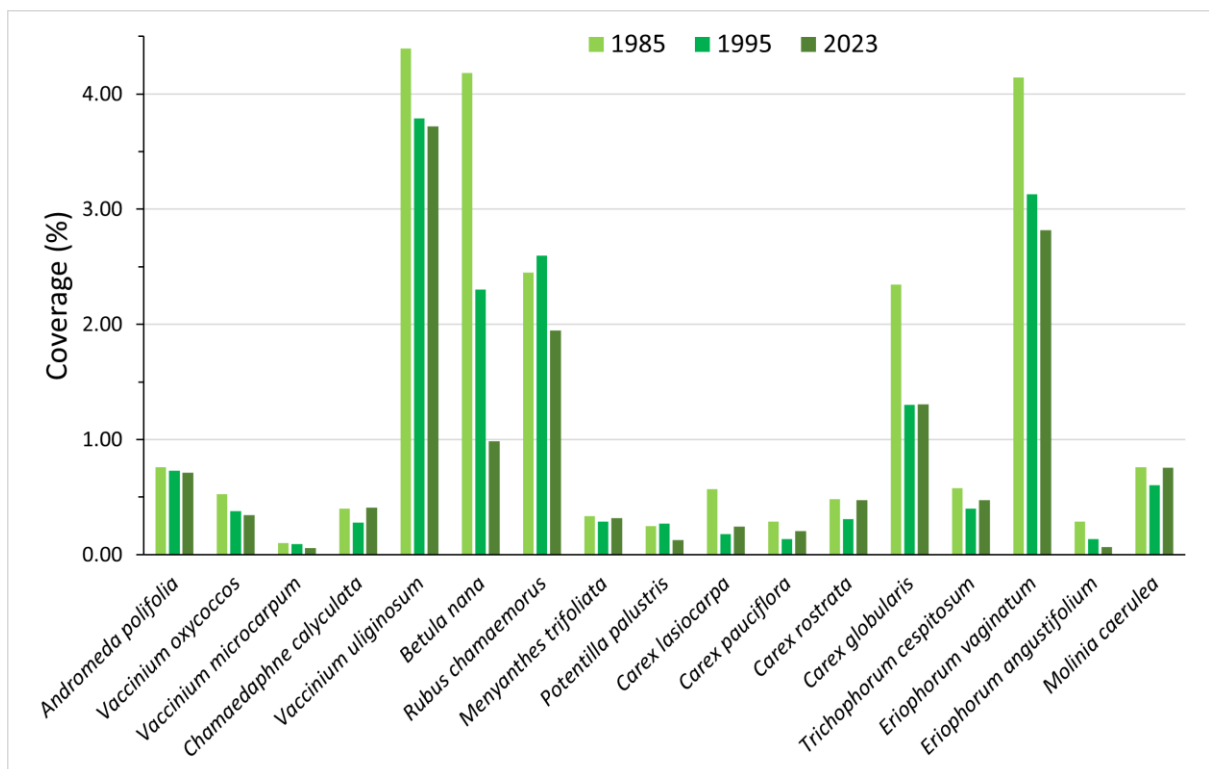


Kuva 2. Eräiden yleisten metsäkasvien peittävydet kivennäismailla 1985-2023. Lajit vasemmalta lukien: maitohorsma, variksenmarja, metsätähti, käenkaali, orvanmarja, kanerva, metsäkastikka, metsälauha, puolukka, mustikka, palleroporonjäkälä, isokynsisammal, harmaaporonjäkälä, kangaskarhunsammal, kerrossammal, seinäsammal. Y-akselilla lajin peittävyys (%).

Turvemailla ovat ennestään yleiset ja runsaat metsäkasvit, kuten metsälauha, puolukka, mustikka, kangaskynsisammal, kerrossammal ja seinäsammal, runsastuneet (Kuva 3). Turvemailla huomattavasti niukentuneita suokasveja ovat vain vaivaiskoivu ja suomuurain. Muut lajit ovat vähentyneet vähemmän tai jopa hieman runsastuneet (Kuva 4). Tulokset kuvastavat sitä, että suuria pinta-aloja ojitettuja soita on tullut ojitussukcession turvekangasvaiheeseen (Kuva 3). Useimmat suokasvit taas eivät ole taantuneet, sillä ojitussukcession alkuvaiheen soita ei juuri ole uudisojitusten puuttuessa (Kuva 4).



Kuva 3. Eräiden yleisten metsäkasvien peittävydet turvemailla 1985-2023. Lajit vasemmalta lukien: maitohorsma, variksenmarja, metsätähti, käenkaali, oravanmarja, kanerva, metsäkastikka, metsälauha, puolukka, mustikka, palleroporonjäkälä, isokynsisammal, harmaaporonjäkälä, kangaskarhunsammal, kerrossammal, seinäsammal. Y-akselilla lajin peittävyys (%).



Kuva 4. Eräiden suokasvien peittävydet turvemailla 1985-2023. Lajit vasemmalta lukien: suokukka, isokarpalo, pikkukarpalo, vaivero, juolukka, vaivaiskoivu, somuurain, raate, kurjenjalka, jouhisara, rahkasara, pullosara, pallosara, tupasluikka, tupasvilla, luhtavilla, siniheinä. Y-akselilla lajin peittävyys (%).

3.2. Tulosten vieminen käytäntöön

Avoin data julkaistaan kaikille avoimena tammi-helmikuussa 2024. Asiasta julkaistaan tiedote. Jos kiinnostusta on, aineiston ominaisuuksista ja käytöstä järjestetään workshop.

Kasvilajien runsausmuutoksia koskeva käsikirjoitus lähetetään tieteelliseen sarjaan keväällä 2024. Tästäkin julkaistaan tiedote.

Tulokset varsinaisesti viedään käytäntöön sitten kun aineistoa käyttävien tutkijoiden tutkimukset ja selvitykset ovat valmiita.

3.3. Tulosten merkitys ja jatkotoimenpiteet

Hankkeessa syntyvän aineiston avulla saadaan vastauksia keskeisiin avoimiin tutkimuskysymyksiin ja esimerkiksi poliittisia päätöksiä valmisteltaessa tehtäviin selvityksiin. Esimerkkejä:

- Tulevaisuudessa osataan ennustaa, miten kasvilajit reagoivat ilmastonmuutokseen erilaisissa metsäelinympäristöissä.
- Tiedetään, mistä riippuu kasvillisuuden sitoman hiilen määrä.
- Voidaan laskea maaperän hiilisyöte.
- Tiedetään, miten marjalajit ja muut metsäkasvit reagoivat erilaiseen ihmistoimintaan.
- Tiedetään, miten keskeiset metsikön ominaisuudet vaikuttavat aluskasvillisuuden lajeihin.
- Metsänkäsittelyä kehitetään ja monipuolistetaan ottamaan huomioon ilmastonmuutos ja biodiversiteetti eri tilanteissa.

On todennäköistä, että tutkijat käyttävät Operaatio Mustikan aineistoa vielä vuosikymmeniä eteenpäin – aivan samoin kuin tältä koealaverkostolta vuosina 1985-1995 kerättyä aineistoa käytetään edelleenkin.