

Luonnonvara- ja
biotalouden
tutkimus 48/2018

Metsätaloukseen soveltumattomien ojitettujen soiden jatkokäyttö

**Quantification and valuation of ecosystem services to optimize
sustainable re-use for low-productive drained peatlands**

LIFEPeatLandUse (LIFE12 ENV/FI/000150) 2013 – 2018
LAYMAN'S REPORT

Metsätaloukseen soveltumattomien ojitettujen soiden jatkokäyttö

Quantification and valuation of ecosystem services to optimize sustainable re-use for low-productive drained peatlands

LIFEPeatLandUse (LIFE12 ENV/FI/000150) 2013 – 2018
LAYMAN'S REPORT

Tekijät / Authors

Anne Tolvanen, Miia Saarimaa, Anssi Ahtikoski, Arto Haara, Juha-Pekka Hotanen,
Artti Juutinen, Soili Kojola, Mikko Kurttila, Mika Nieminen, Hannu Nousiainen, Mari Parkkari,
Timo Penttilä, Sakari Sarkkola, Oili Tarvainen, Kari Minkkinen, Paavo Ojanen, Jan Hjort,
Ossi Kotavaara, Jarmo Rusanen, Henna Sormunen, Kaisu Aapala, Kaisa Heikkinen,
Anssi Karppinen, Kati Martinmäki-Aulaskari, Tapani Sallantausta, Seppo Tuominen, Annika Vilmi,
Panu Kuokkanen, Sakari Rehell, Antti Ala-Fossi, Noora Huotari



Tekijät / Authors

^{1,15}Anne Tolvanen, ¹Miia Saarimaa, ²Anssi Ahtikoski, ³Arto Haara, ⁴Juha-Pekka Hotanen, ^{1,16}Artti Juutinen, ⁵Soili Kojola, ³Mikko Kurttila, ⁵Mika Nieminen, ⁵Hannu Nousiainen, ¹Mari Parkkari, ⁵Timo Penttilä, ⁵Sakari Sarkkola, ¹Oili Tarvainen, ⁶Kari Minkkinen, ^{3,6}Paavo Ojanen, ⁷Jan Hjort, ⁷Ossi Kotavaara, ⁷Jarmo Rusanen, ⁷Henna Sormunen, ⁸Kaisu Aapala, ⁹Kaisa Heikkinen, ⁹Anssi Karppinen, ¹⁰Kati Martinmäki-Aulaskari, ¹⁰Tapani Sallantaus, ⁸Seppo Tuominen, ⁹Annika Vilmi, ¹¹Panu Kuokkanen, ¹²Sakari Rehell, ¹³Antti Ala-Fossi, ¹⁴Noora Huotari

¹Luonnonvarakeskus, Biotalous ja ympäristö, Paavo Havaksen tie 3 90014 Oulun yliopisto

²Luonnonvarakeskus, Luonnonvarat, Paavo Havaksen tie 3 90014 Oulun yliopisto

³Luonnonvarakeskus, Luonnonvarat, Yliopistokatu 6 80100 Joensuu

⁴Luonnonvarakeskus, Biotalous ja ympäristö, Yliopistokatu 6 80100 Joensuu

⁵Luonnonvarakeskus, Luonnonvarat, Yliopistokampus Viikki Latokartanonkaari 9 00790 Helsinki

⁶Helsingin yliopisto, Metsätieteiden osasto, Latokartanonkaari 7 00014 Helsingin yliopisto

⁷Oulun yliopisto, Maantieteen tutkimusyksikkö, PL 3000 90014 Oulun yliopisto

⁸Suomen Ympäristökeskus, Biodiversiteettikeskus, Latokartanonkaari 11, 00790 Helsinki

⁹Suomen Ympäristökeskus, Vesikeskus, Paavo Havaksen tie 3, 90570 Oulun yliopisto

¹⁰Suomen Ympäristökeskus, Vesikeskus, Latokartanonkaari 11, 00790 Helsinki

¹¹Metsähallitus, Luontopalvelut, Kalevankatu 8 40101 Jyväskylä

¹²Metsähallitus, Luontopalvelut, Veteraaninkatu 5 90101 Oulu

¹³Vapo Oy, Yrjönkatu 42 40101 Jyväskylä

¹⁴Vapo Oy, Elektroniikkatie 10 M2 90101 Oulu

¹⁵Oulun yliopisto, Ekologian ja genetiikan yksikkö, Pentti Kaiteran katu 1 90014 Oulun yliopisto

¹⁶Oulun yliopiston kauppakorkeakoulu, Pentti Kaiteran katu 1 90014 Oulun yliopisto

Päätekijä / Main author: Anne Tolvanen, Luonnonvarakeskus, Biotalous ja ympäristö, Paavo Havaksen tie 3 90014 Oulun yliopisto. Puh. 029 532 3782 anne.tolvanen@luke.fi

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-5304-7510>

Piirroksat / Drawings: Jouni Hyvärinen

Valokuvat / Photographs: Juha-Pekka Hotanen, Hannu Nousiainen, Anne Tolvanen



ISBN 978-952-326-631-5 (Painettu)

ISBN 978-952-326-632-2 (Verkkajulkaisu)

ISSN 2342-7647 (Painettu)

ISSN 2342-7639 (Verkkajulkaisu)

URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-632-2>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittajat: Anne Tolvanen ym.

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2018

Julkaisuvuosi: 2018

Kannen kuva: Hannu Nousiainen / Luke

Painopaikka ja julkaisumyynä: PunaMusta Oy (JuvenesPrint), <http://luke.juvenesprint.fi>

Suomi, ojitettujen soiden maa

Suomi on maailman soisin valtio, jossa lähes kolmannes maapinta-alasta on turpeen peitossa. Yli puolet maamme nykyisestä, lähes 10 miljoonasta suohehtaarista on ojitettu metsätalouskäyttöön, ja metsämme tuottavat puuta paremmin kuin koskaan aiemmin.

Lähes viidennes (noin 0.8 miljoonaa hehtaaria) ojitetuista soista tuottaa heikosti puuta. Ojitus on heikentänyt niiden monimuotoisuutta, lisännyt vesistökuormitusta ja vaikuttanut kasvihuonekaasupäästöihin, mutta toivottua puun tuotannon lisäystä ei koskaan tapahtunut. Pääosa heikotuottoisista ojitusalueista sijaitsee Pohjois-Suomessa (Kuva 1).

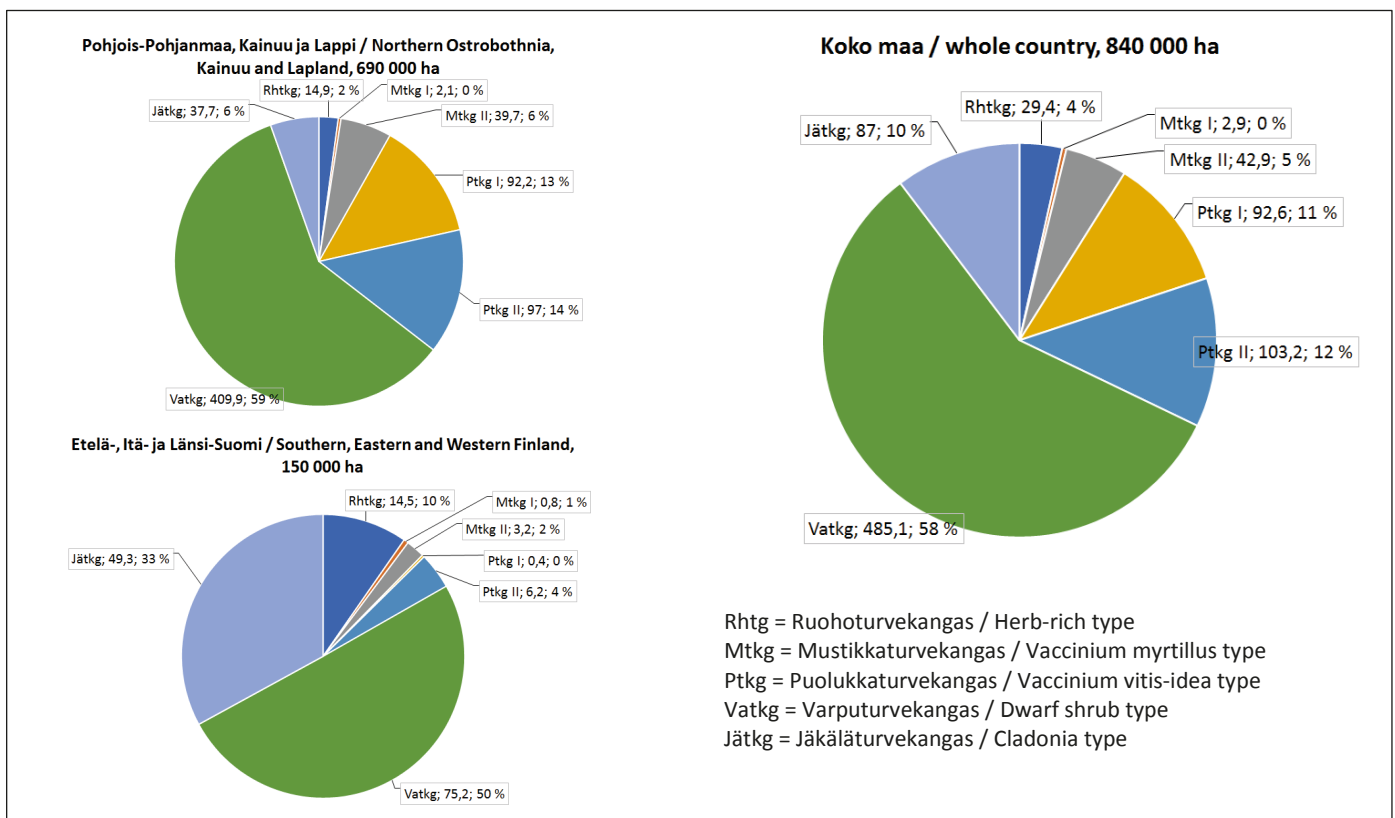
Keskeinen kysymys onkin, mitä metsätalouskäyttöön soveltumattomille ojitetuille soille kannattaisi tehdä. Selvitystarve kirjattiin soiden ja turvemaiden kestäväää käyttöä koskevaan Valtioneuvoston periaatepäätökseen syksyllä 2012.

Finland, land of drained peatlands

Finland, where almost a third of the land area is covered with peat is a country with the highest percentage cover of peatlands in the world. More than half of our nearly 10 million hectares of peatland area has been drained for forestry, and our forests produce more wood than ever.

Almost a fifth (approx. 0.8 million hectares) of drained peatlands are low-productive. Drainage weakened their biodiversity, increased environmental loading to watercourses and enhanced greenhouse gas emissions, whereas the increase in wood production never happened. Most low-productive drained peatlands are located in northern Finland (Fig. 1).

One of the key questions is what to do with these low-productive drained peatlands. The need to assess their future management was mentioned in the Government Decision on the sustainable use of mires and peatlands in 2012.



Kuva 1. Metsätalouskäyttöön soveltumattomien ojitettujen soiden pinta-alat turvekangastyypeittäin. Pääosa on karuja jäkälä- ja varputurvekankaita (Jätkg, Vatkg), pohjoisessa myös karuimpia puolukka- ja mustikkaturvekankaita (Ptkg I, Mtkg I). Noin viidennes on alun perin märkiä, runsastyyppisiä soita (Ptkg II, Mtkg II, Rhtg), joiden heikotuottoisuus on seurausta ravinne-epätasapainosta ja usein myös epäedullisesta pintaturpeen rakenteesta.

Figure 1. Area of low-productive drained peatlands classified by site type. Most peatlands are slow-growing poor bogs (Jätkg, Vatkg, Ptkg I, Mtkg I), in the north also the poorest Ptkg I and Mtkg I type peatlands. About a fifth are wet, nitrogen-rich peatlands (Ptkg II, Mtkg II, Rhtg). Their low productivity results from nutrient imbalance and often from unfavorable structure of the surface peat.

Data:

Kojola et al. 2015: Synthesis report on utilization of peatland forests for biomass production. Cleen Oy Research report no D 2.1.2. 52 s. ISBN 978-952-5947-79-3.

Kojola et al. 2013: Metsätaloudellisesti kannattamattomien ojitettujen suometsien tunnistaminen ja jatkokäytön arvioimisperusteet. MMM:lle laaditun selvityksen loppuraportti.

Soiden kestävä käytön haasteet

Monimuotoisuus, vedenpuhdistuskyky, ilmaston säätely, puuraaka-aine ja turve ovat esimerkkejä soiden tuottamista aineettomista ja aineellisista hyödyistä, joita kutsutaan ekosysteemipalveluiksi. Eri hyötyihin kohdistuvat ja ajoittain ristiriitaiset tavoitteet asettavat haasteita soiden kestäväälle käytölle. Mitkä käyttövaihtoehdot soveltuvat millekin suolle ja mitkä ovat niiden lyhyen ja pitkän aikavälin vaikutukset?

Ihannetilanteessa metsätalouskäyttöön soveltumattomien ojitettujen soiden jatkokäyttö auttaa hidastamaan tai pysäyttämään monimuotoisuuden tilan heikkenemisen, vähentämään vesistöihin kohdistuvaa kuormitusta ja kasvihuonekaasujen päästöjä, samalla kun se on kustannustehokasta ja hyväksyttävää. Haasteena on ollut, ettei jatkokäyttövaihtoehtojen vaikutuksia ole tunnettu riittävästi. Siksi toimenpidesuosituksia ei ole voitu antaa.

Soiden käytön vaikutusten kattava arviointi ja kustannustehokaiden käyttömuotojen löytäminen edellyttää monimuotoisuuden ja ekosysteemipalveluiden samanaikaista tarkastelua ja arvottamista. Puun, turpeen ja kasvihuonekaasupäästöjen taloudellinen arvo voidaan määrittää olemassa olevien markkinoiden perusteella. Sen sijaan soiden monimuotoisuuden ja vedenpuhdistuskyvyn arvon määrittäminen edellyttää taloudellisia arvottamismenetelmiä.

Näin laajan kokonaisuuden hallinta edellyttää usean tieteenalan ja organisaation asiantuntijoiden välistä yhteistyötä.

Challenges for the sustainable use of peatlands

Biodiversity, water purification, climate regulation, wood material, and peat are examples of the immaterial and material benefits provided by peatlands. These benefits are called ecosystem services. Conflicting aims targeted towards these benefits pose challenges to the sustainable use of peatlands. What are suitable management options for each peatland, and what are their short-term and long-term impacts?

Under ideal situation, the re-use of low-productive drained peatlands helps to slow down or halt the degradation of biodiversity, reduce the environmental loading to watercourses and greenhouse gas emissions, and is cost-efficient and acceptable. The problem has been that the impacts of the re-use options are not sufficiently known. Hence recommendations for the management of low-productive peatlands could not be given.

Comprehensive evaluation of the impacts of peatland use and the detection of cost-efficient re-use options requires simultaneous assessment and valuation of biodiversity and ecosystem services. The value of wood, peat and greenhouse gases can be assessed through existing markets, whereas the valuation of biodiversity and water purification capacity requires economic valuation methods.

Managing a large entity of challenges requires cooperation between several disciplines and organizational experts.





LIFE Peat Land Use

LIFE Peat Land Use tuottaa tietopohjaa soiden kestäväälle ja kustannustehokkaalle käytölle

EU LIFE+ Ympäristöohjelman rahoittama LIFE Peat Land Use oli ensimmäinen metsätaloustalouteen sovellettuihin ojitettuihin soihin keskittynyt suurhanke Suomessa. Se oli myös ensimmäinen soiden käyttöä ja ekosysteemiä palvelevia kokonaisvaltaisesti selvittävä hanke. Luonnonvarakeskuksen (Luke) koordinoimassa hankkeessa olivat mukana Helsingin ja Oulun yliopistot, Metsähallitus, Suomen Ympäristökeskus (SYKE) ja Vapo Oy. Hanke sai rahoitusta myös Ympäristöministeriöltä ja Turveruukki Oy:ltä.

Hanke tuotti uutta tietoa ja ennustelaskelmia heikkotuotosten ojitettujen soiden jatkokäytön vaikutuksista monimuotoisuuteen, vesistökuormitukseen ja kasvihuonepäästöihin. Lisäksi siinä arvioitiin eri käyttövaihtoehtojen kustannukset ja hyödyt. Ennusteet yltyvät nykyhetkestä sadan vuoden päähän.

Tarkasteltavia jatkokäyttövaihtoehtoja eli skenaariota on seitsemän: 1) nykytilaan jättäminen, 2) puubiomassan korjuu, 3) intensiivinen metsänkasvatus, 4) ennallistaminen, 5) turvetuotanto, 6) turvetuotanto ja metsitys sekä 7) turvetuotanto ja vesitys.

Laskelmissa hyödynnettiin avoimia ympäristöaineistoja, joista tärkein on Luken monilähteinen valtakunnan metsien inventointiaineisto. Lisäksi käytettiin esimerkiksi Metsähallituksen aineistoja sekä SYKEN tietoja uhanalaisista lajeista. Myös uutta mittatietoa erityisesti kasvihuonekaasuista kerättiin eri puolilta Suomea.

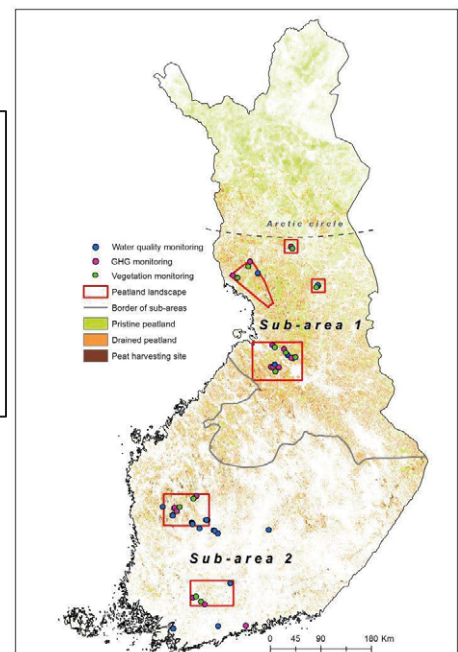
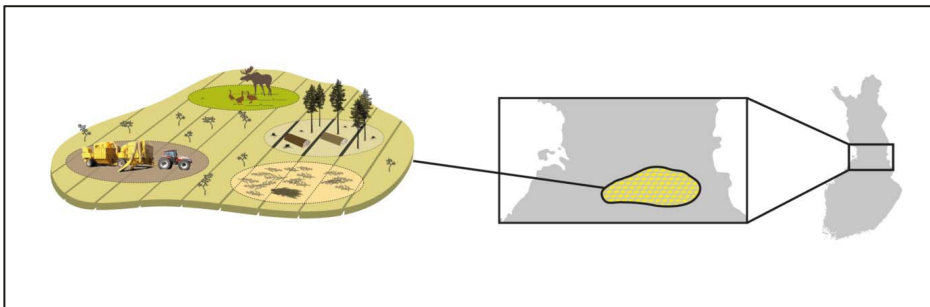
LIFE Peat Land Use provides information for sustainable and cost-efficient use of peatlands

LIFE Peat Land Use with funding from EU Life+ Environment was the first large-scale project concentrating on low-productive drained peatlands in Finland and the first project investigating peatland use and ecosystem services in a comprehensive manner. The project was coordinated by the Natural Resources Institute Finland (Luke). Partners were Universities of Helsinki and Oulu, Metsähallitus, Finnish Environment Institute (SYKE) and Vapo Oy. The project was supported by Ministry of the Environment and Turveruukki Oy.

The project provided new information and predictions on the impacts of re-use of low-productive drained peatlands on the biodiversity, environmental loading to watercourses and greenhouse gas emissions. Costs and benefits of the re-use options were also evaluated. Predictions reach up to 100 years.

Seven re-use options or scenarios are studied: 1) current use, 2) tree biomass harvesting, 3) intensive forestry, 4) ecological restoration, 5) peat production, 6) peat production and reforestation, and 7) peat production and rewetting.

In the calculations open environmental data sources were used, most important being the Multi-source National Forest Inventory data administered by Luke. Data from Metsähallitus and red-list species data from SYKE were also used. New field data concerning especially greenhouse gas balances was collected around Finland.



LIFE PeatLandUse-hanke tarkastelee seitsemää jatkokäyttöskenaariota

1. Nykytilaan jättäminen

Skenaario kuvastaa nykyistä metsätalouskäyttöön soveltumattomien ojittujen soiden tilannetta. Jos kunnostus-ohjaukset jätetään tekemättä, osa soista todennäköisesti palautuu hitaasti kohti luonnontilaa.



5. Turvetuotanto ilman jälkikäyttötoimenpiteitä

Valtioneuvoston periaatepäätös linjaa, että turvetuotanto kohdistetaan pääasiassa luontoarvoltaan heikentyneille soille. Paksuturpeiset heikkotuottoiset suot voivat siten soveltua turvetuotantoon. Jatkokäyttötoimenpiteet puuttuvat monilta turvetuotannosta poistuneilta suopohjilta, mikä on taustana tälle skenaariolle.



4. Ennallistaminen

Suot ennallistetaan tukkimalla ojat ja poistamalla puustoa, jolloin palautuminen kohti luonnontilaa nopeutuu. Skenaario tukee EU:n 2020 biodiversiteettistrategiaa, jonka tavoitteena on ennallistaa 15% taantuneista ekosysteemeistä vuoteen 2020 mennessä.



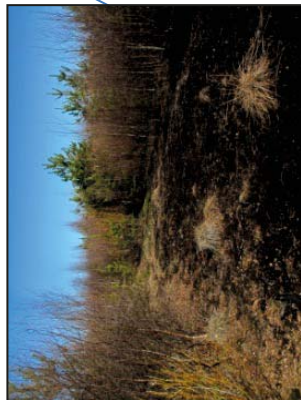
3. Intensiivinen metsänkasvatus

Skenaariossa suot kunnostusojitetaan ja lannoitetaan, jolloin puuston kasvu tehostuu. Aikaansaatuujen kasvuhyötyjen on katettava kunnostusojituksesta aiheutuneet kustannukset.



6. Turvetuotanto ja suopohjien metsitys

Suo otetaan ensin turvetuotantoon ja metsitetään tuotantovaiheen jälkeen. Metsitys on yleisin turvetuotannon jälkikäyttömuoto ja se edellyttää yleensä lannoitus-toimenpiteitä.



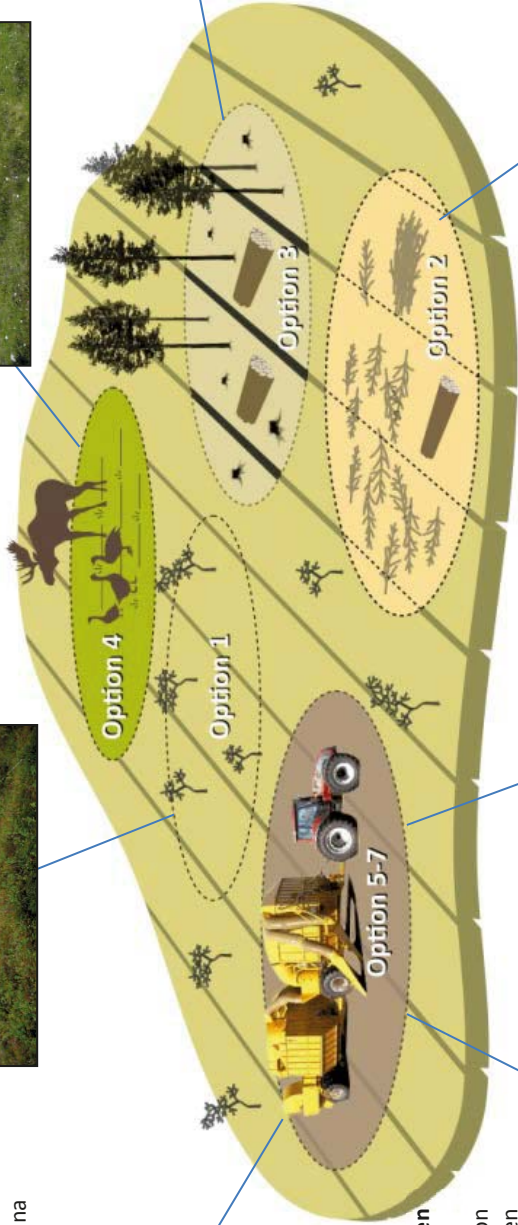
7. Turvetuotanto ja suopohjien vesitys

Suo otetaan ensin turvetuotantokäyttöön ja vesitetään tuotantovaiheen jälkeen. Toimenpide soveltuu alueille, joilla on käytetty pumppukuivatusta, koska vedenpinta nousee kuivatuksen loputtua.



2. Puubiomassan korjuu

Skenaariossa puusto korjataan kuitu- ja energia-puuksi ilman muita toimenpiteitä. Soiden palautuminen kohti luonnontilaa nopeutuu, kun vedenpinta nousee puuston vähentyneen haihdutuksen seurauksena.



LIFE PeatLandUse examines seven re-use scenarios

1. Current use

The scenario reflects the current situation of low-productive peatlands. If ditch maintenance remains undone, some peatlands will presumably slowly recover towards their natural condition.



5. Peat production

According to the Government Decision peat production is targeted to degraded peatlands. Low-productive thick-bedded peatlands may therefore be suitable for peat production. After-use is still missing from many former peat production areas, which is the background for this scenario.



4. Ecological restoration

Peatlands are restored by filling the ditches and removing trees. This accelerates the recovery towards natural condition. The scenario supports the EU 2020 Biodiversity Strategy, which aims to restore 15% of degraded ecosystems by 2020.



3. Intensive forestry

In this scenario peatlands are re-ditched and fertilized, increasing tree growth. The growth benefits must cover the costs caused by ditch maintenance.



6. Peat production and reforestation

The peatlands are first taken for peat production and reforested after production phase. Reforestation is the most common after-use option of peat production and it usually requires fertilizing.



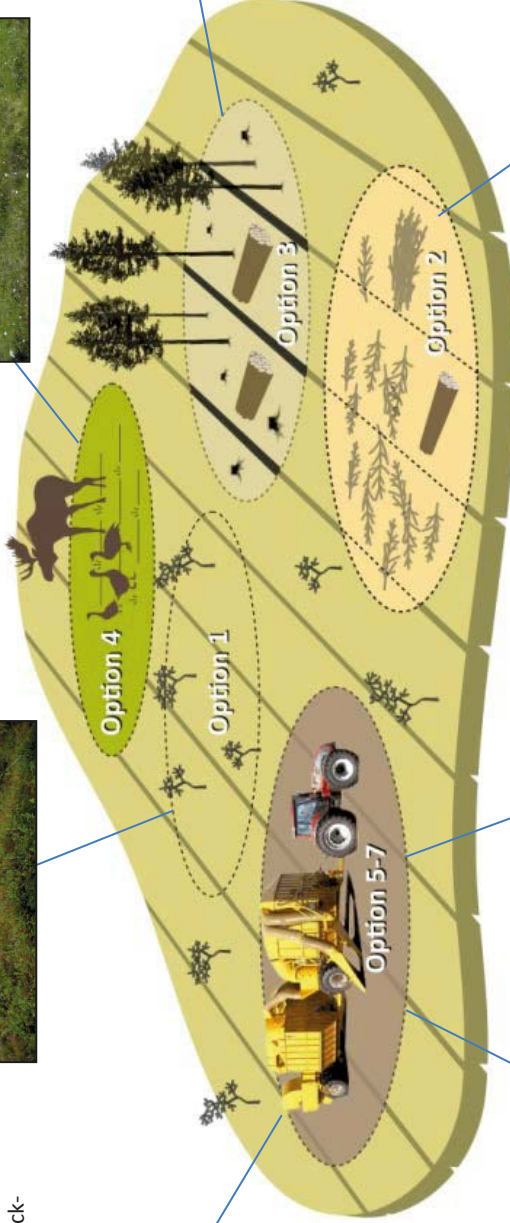
2. Tree biomass harvesting

In the scenario trees are harvested as fiber or energy wood and other management measures are not done. The recovery of peatlands is accelerated, as water table rises due to the reduced transpiration by trees.



7. Peat production and rewetting

The peatlands are first taken for peat production and rewetted after production phase. The option is suitable for areas that have been pump-drained, since the water level rises after the end of drainage.



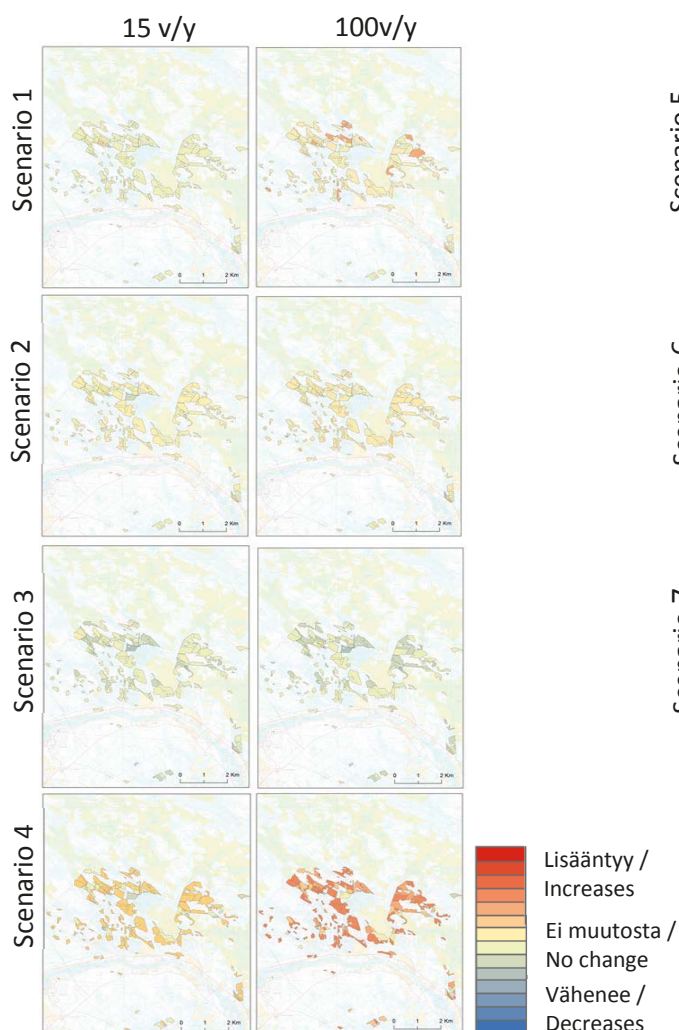
Monimuotoisuus

Suomen suoluonnon monimuotoisuus on köyhtynyt ojitusten seurauksena. Sopivan käyttömuodon valitseminen heikkotuottoisille ojitetuille soille voi auttaa hidastamaan tai pysäyttämään suoluonnon monimuotoisuuden heikkenemisen.

Suokasvillisuus heijastaa suon paikallisia olosuhteita ja ilmentää siten hyvin suoluonnon monimuotoisuutta. Hankkeessa tarkasteltiin seitsemän jatkokäytöskenaarioiden vaikutusta lähes sadan ensisijaisen suokasvilajin ja uhanalaisen lajin esiintymiseen kuviotasolla 5-100 vuoden aikajaksoilla.

Päätulokset (Kuva 2):

- Nykytilaan jättäminen ja puubiomassan korjuu (skenaariot 1 ja 2) lisäävät suolajistolle sopivien elinympäristöjen määrää etenkin pitkällä aikavälillä.
- Metsätalouden tehostaminen (skenaario 3) heikentää selkeästi suokasveille sopivien elinympäristöjen määrää.
- Ennallistaminen (skenaario 4) voi lisätä suokasvilajistolle suotuisia elinympäristöjä jo lyhyellä aikavälillä.
- Turvetuotannon jälkeinen vesitys (skenaario 7) voi parantaa monimuotoisuutta, mutta lajisto voi poiketa perinteisestä suolajistosta.



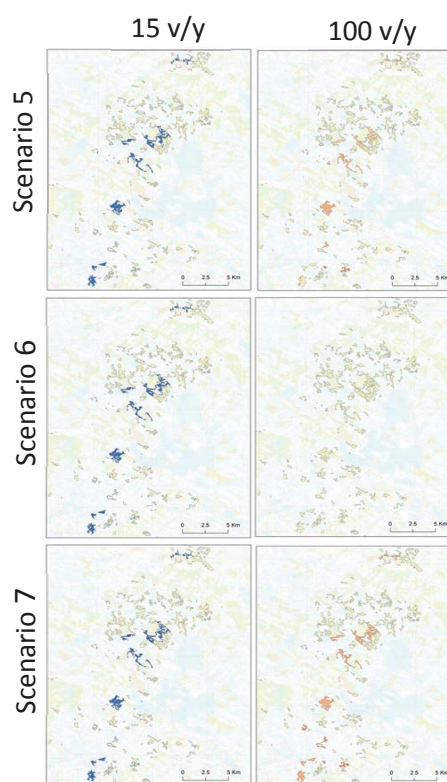
Biodiversity

The biodiversity of peatlands has degraded in Finland as a result of forestry drainage. Choosing the suitable re-use option for low-productive drained peatlands can help slow down or halt the degradation of biodiversity.

Mire vegetation responds to local conditions and thus reflects peatland biodiversity. The project investigated the stand-level impacts of seven peatland re-use scenarios on nearly 100 plant species and endangered species living primarily on mires. The predictions were made for 5-100 year time periods.

Main results (Figure 2):

- Current use and tree biomass harvesting (scenarios 1 and 2) increase the number of habitats suitable for mire species especially in the long time term.
- Intensive forestry (scenario 3) has a clear negative impact on the number of habitats suitable for mire species.
- Restoration (scenario 4) can increase the number of suitable habitats even in the short term.
- Re-wetting after peat production (scenario 7) can improve biodiversity, but the species may be different from species living primarily on mires.



Kuva 2. Eri jatkokäytöskenaarioiden ennustetut vaikutukset suokasvilajiston elinympäristöjen suotuisuuteen 15 ja 100 vuoden kuluttua.

Figure 2. The predicted effects of different re-use scenarios on the suitability of habitats for mire plant species after 15 and 100 years.

Vesistökuormitus

Soilla on tärkeä merkitys valuma-alueiden hydrologialle, sillä suot vaikuttavat veden laatuun, vesien varastoitumiseen ja pohjavesiin ja lisäksi ne säätelevät valuma-alueen vesien virtauksia. Soiden kuivatus metsänkasvatusta ja turvetuotantoa varten on lisännyt suolta purkautuvien vesien valuntahuippuja sekä alapuolisten vesistöjen ravinne- ja kiintoainekuormitusta. Tällä on ollut heikentävä vaikutus Suomen vesistöjen tilaan.

Hankkeessa tarkasteltiin seitsemän jatkokäyttöskenaarioiden vaikutusta typen, fosforin ja orgaanisen hiilen aiheuttamaan vesistökuormitukseen. Päätulokset ovat (Kuva 3):

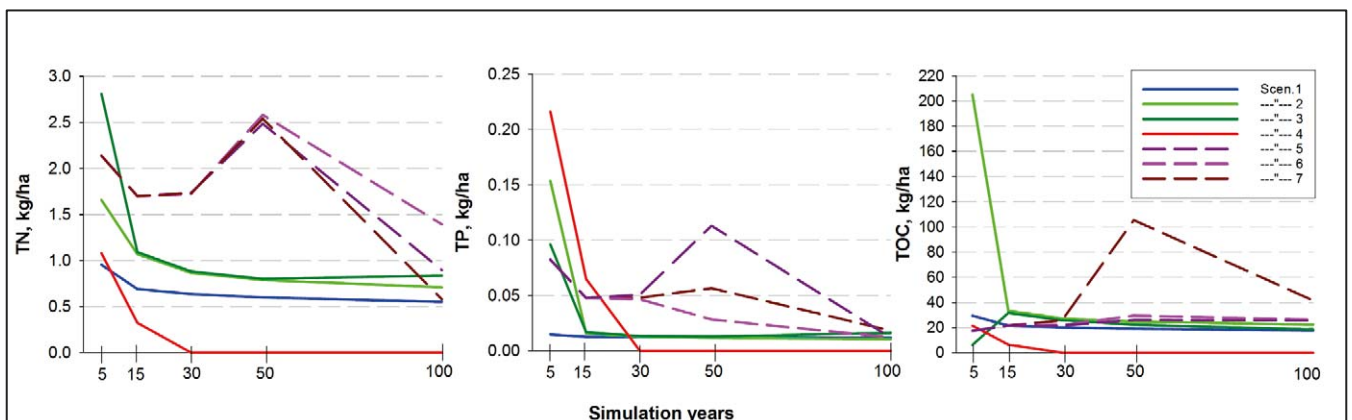
- Toisin kuin aiemmin on arvioitu, vanhojen metsäojittettujen soiden aiheuttama kuormitus jatkuu niiden nykytilassa (skenaario 1). Ero voi olla jopa kaksinkertainen ojittamattomiin soihin verrattuna.
- Voimakkaat hakkuut aiheuttavat vedenpinnan nousua ja ravinnehuuhtoumia. Siten puubiomassan korjuu (skenaario 2) lisää vesistökuormitusta.
- Intensiivinen metsänkasvatus (skenaario 3) lisää kuormitusta aluksi kunnostusajatuksista johtuen ja kiertoajan päättyessä myös hakkuiden seurauksena.
- Ennallistaminen (skenaario 4) lisää vesistökuormitusta muutaman ensimmäisen vuoden ajan, mutta kymmenien vuosien aikavälillä sen vaikutus on kuormitusta vähentävä. Ravinteisten korprien ja karujen paksaturpeisten soiden kuormitus on alkuvaiheessa huomattavaa, kun taas vähäravinteisten ohutturpeisten soiden vesistökuormitusriski on alhainen.
- Eniten vesistökuormitusta aiheutuu turvetuotannosta (skenaario 5). Metsittämällä (skenaario 6) tai vesittämällä (skenaario 7) suopohjien kuormitusta voidaan kuitenkin vähentää.

Environmental loading to watercourses

Peatlands play an important role in the hydrology of catchments areas, since they have an effect on the water quality, water storage and groundwater. They also regulate the water flow in the catchment area. Drainage of peatlands for forestry and peat production has increased the runoff peaks and the loading of nutrients and solid matter to watercourses. This has had a negative impact on the state of watercourses in Finland.

The project investigated the effects of seven re-use scenarios on the loading of Nitrogen, Phosphorus and organic Carbon to watercourses. The main results are (Figure 3):

- Contrary to what has been assumed previously, the loading from old drainage areas continues in their present state (scenario 1). The difference can be two-fold as compared to undrained mires.
- Intensive fellings trigger water level rise and nutrient discharge. Thus, tree biomass harvesting (scenario 2) increases environmental loading to watercourses.
- Intensive forestry (scenario 3) increases the environmental loading initially due to ditching and at the end of the rotation cycle also due to felling.
- Restoration (scenario 4) increases the environmental loading for the first few years. At the decadal time scale restoration decreases the environmental loading however. Loading from rich spruce swamps and thick-peated bogs is remarkable soon after restoration, whereas the loading risk from poor thin-peated fens is low.
- Peat production (scenario 5) causes the highest amount of environmental loading to watercourses. The loading can be reduced by reforestation (scenario 6) or rewetting (scenario 7).



Kuva 3. Simuloidut keskimääräiset kokonaistyyppi- (TN)-, kokonaisfosfori (TP)- ja orgaanisen kokonaishiilen (TOC) kuormat /ha/vuosi seitsemässä jatkokäyttöskenaariossa seuraavan 100 vuoden aikana.

Figure 3. The simulated mean annual exports/ha of total nitrogen (TN), total phosphorus (TP) and total organic carbon (TOC) in the seven land-use scenarios during the following 100 year period.

Kasvihuonekaasutaseet 1/2

Pohjoiset suot ovat maailmanlaajuisesti merkittäviä hiilivarastoja. Luonnontilaiset suot toimivat hiilidioksidin (CO₂) nieluina ja metaanin (CH₄) lähteinä, joten niillä on kahdensuuntainen vaikutus kasvihuonekaasujen (KHK) taseisiin sekä ilmastoon. Ojitus kiihdyttää turpeen hajoamista vapauttaen turpeeseen sitoutunutta hiiltä hiilidioksidina ilmakehään. Toisaalta metaanin tuotto vähenee tai loppuu ojituksen seurauksena.

LIFEPeatLandUse -projektissa tutkittiin heikkotuottoisten ojitusalueiden CO₂-, CH₄- ja N₂O päästöjä ja nieluja eri jatkokäyttöskenaarioissa.

Päätulokset ja johtopäätökset ovat:

- Neljä viidesosaa metsätalouskäyttöön soveltumattomista ojitetuista soista on hidaskasvuisia karuja soita, joilla ei ole merkittäviä KHK-päästöjä maaperästä. Ilmastomuutoksen hillinnän näkökulmasta nämä suot voidaan siten jättää nykytilaan (skenaario 1).
- Viidesosa on runsastyyppisiä ravinne-epätasapainosta kärsiviä soita, joilla on suuri turpeen hävikistä johtuva CO₂- ja N₂O-päästöjen riski.
- Puubiomassan korjuulla (skenaario 2) ei oleteta olevan merkittävää vaikutusta karujen soiden KHK-taseisiin. Rehevillä soilla tuotoksen pieneneminen ja CH₄-päästöjen kasvu voi aiheuttaa kokonaispäästöjen lisääntymisen ainakin lyhyellä aikavälillä.
- Lannoitus (skenaariossa 3) runsastyyppisillä soilla vähentää KHK-päästöjä vuosikymmeniksi, koska puuston kiihtynyt kasvu sitoo hiiltä. Päätehakuun jälkeen vaikutus muuttuu ilmastoa lämmittäväksi johtuen turpeen hajoamisesta ja hiilen vapautumisesta puustosta (Kuvat 4 ja 5).
- Ennallistaminen (skenaario 4) palauttaa luonnontilaisen suon kaltaisen KHK-taseen pitkällä aikavälillä. Vaikutus voi olla ensimmäisten vuosikymmenien aikana ilmastoa lämmittävä johtuen kasvavista CH₄-päästöistä ja puuston kasvun vähenemisestä (Kuva 5).
- Turvetuotanto (skenaario 5) vapauttaa turpeeseen kertyneen hiilen nopeasti ilmakehään. KHK-päästöjä voidaan osittain korvata metsityksellä (skenaario 6) tai vesityksellä (skenaario 7), mutta näiden toimien käytännön merkitys on pieni verrattuna poltetun hiilivaraston aiheuttamiin päästöihin.

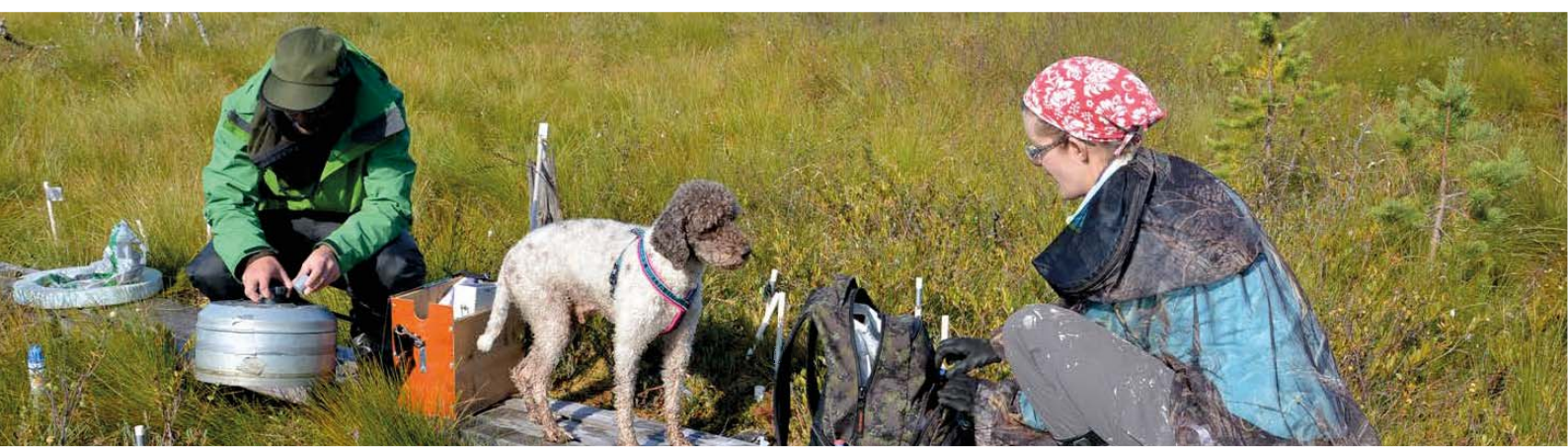
Greenhouse gas balances 1/2

Northern peatlands are globally important carbon storages. Pristine peatlands act as carbon dioxide (CO₂) sinks and methane (CH₄) sources, having therefore a twofold impact on greenhouse gas (GHG) balances and climate. Drainage accelerates the decomposition of peat and releases the carbon stored in the peat back to the atmosphere as CO₂. On the other hand, the production of methane decreases or ceases after drainage.

LIFEPeatLandUse studied the emissions of CO₂, CH₄ and N₂O from low-productive drained peatlands after seven re-use scenarios.

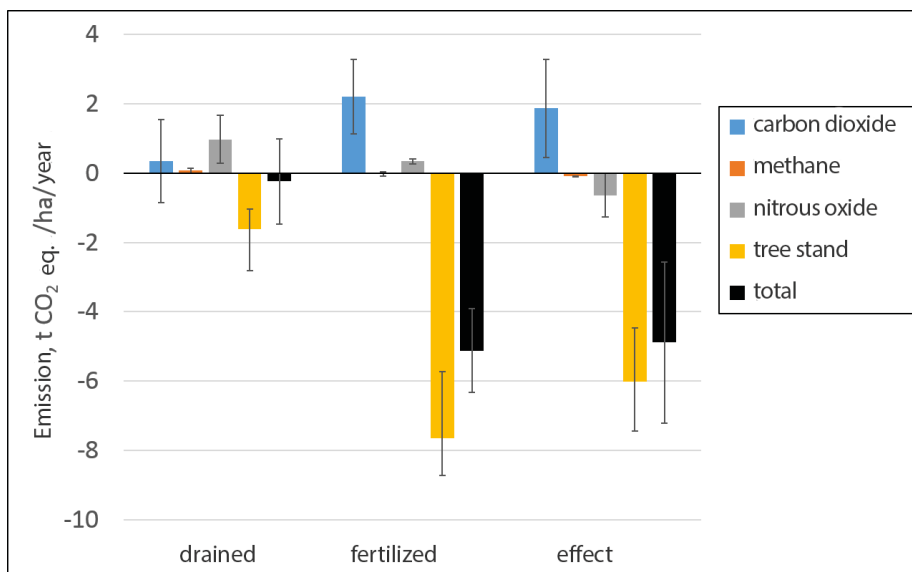
The main results and conclusions are:

- Most (4/5) of the low-productive drained peatlands are nutrient-poor peatlands that do not have significant greenhouse gas emissions from the soil. From the viewpoint of climate change mitigation these peatlands can thus be left in their current state (scenario 1).
- One fifth are nitrogen-rich peatlands with nutrient imbalances. They have high risk of CO₂ and N₂O emissions due to peat losses.
- Tree biomass harvesting (scenario 2) may not have a remarkable impact on GHG balances in poor peatlands. In rich fens the decline of growth and increase of CH₄ emissions may cause a total increase in emissions at least in the short term.
- Fertilization (in scenario 3) of N rich fens decreases GHG emissions for decades, since more carbon is sequestered by increased tree growth. The effect will be climate warming at the end of the rotation cycle due to the decomposition of peat and the release of carbon from trees (Figs. 4 and 5).
- Restoration (scenario 4) returns the GHG balance to the level of undrained peatlands in the long term. Initially, the effect of restoration is often climate-warming due to the increased CH₄ emissions and the reduced tree growth (Fig. 5).
- Peat production (scenario 5) releases the entire carbon accumulated in peat rapidly into the atmosphere. GHG emissions may be partially offset by reforestation (scenario 6) or rewetting (scenario 7), but the practical impact is small compared to the emissions generated by the combustion of carbon storage.



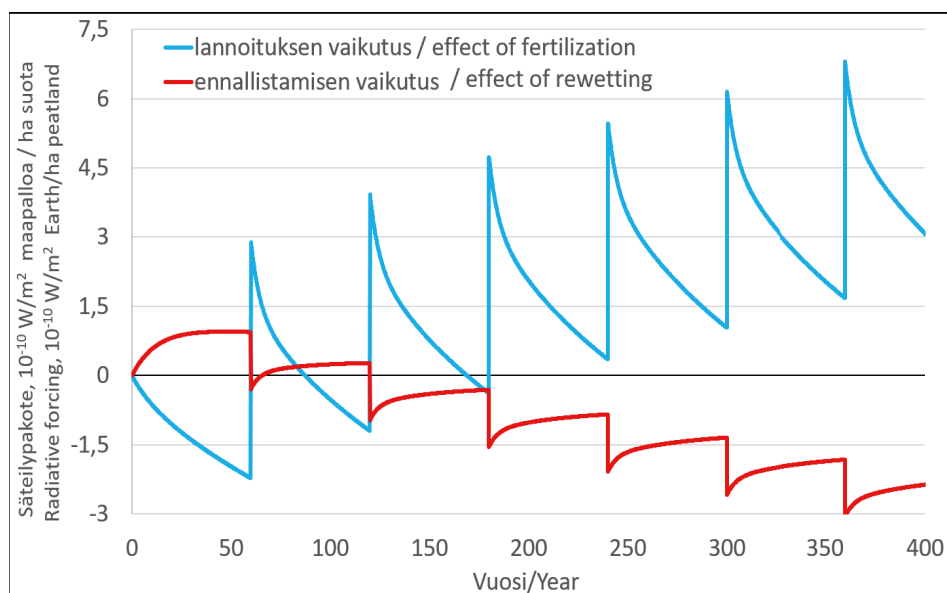
Kasvihuonekaasutaseet 2/2

Greenhouse gas balances 2/2



Kuva 4. Intensiivisen metsänkasvatuksen, eli kuivatuksen ja lannoituksen vaikutus KHK-päästöihin. Lannoitus lisää CO₂-päästöjä maaperästä. Puuston kasvu aiheuttaa kuitenkin paljon suuremman hiilinielun lisäyksen. Päästöt siis vähenevät niin kauan, kun puustoa ei hakata. Aineisto: 4 kpl 16-67 vuotta sitten lannoitettua koealaa ojitetuilla rimpisillä nevoilla

Figure 4. Effects of intensive forestry, i.e. drainage and fertilization on GHG emissions. Fertilization increases CO₂ emissions from the soil, but tree growth has a greater, increasing effect on the carbon sink. The emissions are reduced as long as the forest is not felled. Data: 4 sites fertilized 16-67 years ago in drained flark fens.



Kuva 5. Esimerkkilaskelma lannoituksen ja ennallistamisen aiheuttamista ilmaston lämmitys- ja viilennysvaikutuksista 1 ha suolla. Lämmitysvaikutus näkyy 0-tason yläpuolella ja viilennysvaikutus sen alapuolella. Lannoitus lisää CO₂-päästöjä ja vähentää CH₄-päästöjä maaperästä samalla kun puusto sitoo lisää hiiltä. Ennallistamisen vaikutukset ovat päinvastaisen suuntaiset. Laskelmassa puusto hakataan 60 vuoden välein.

Figure 5. Example on the effects of fertilization and restoration on climate warming and cooling. Warming effect can be seen above the 0 line and cooling effect below the line. Fertilization increases CO₂ emissions and decreases CH₄ emissions from the soil, while tree stand sequesters increased amounts of carbon. Impacts of restoration are to the opposite direction. In the calculations tree stand is felled at 60 year intervals.

Jatkokäyttövaihtoehtojen kustannustehokkuus

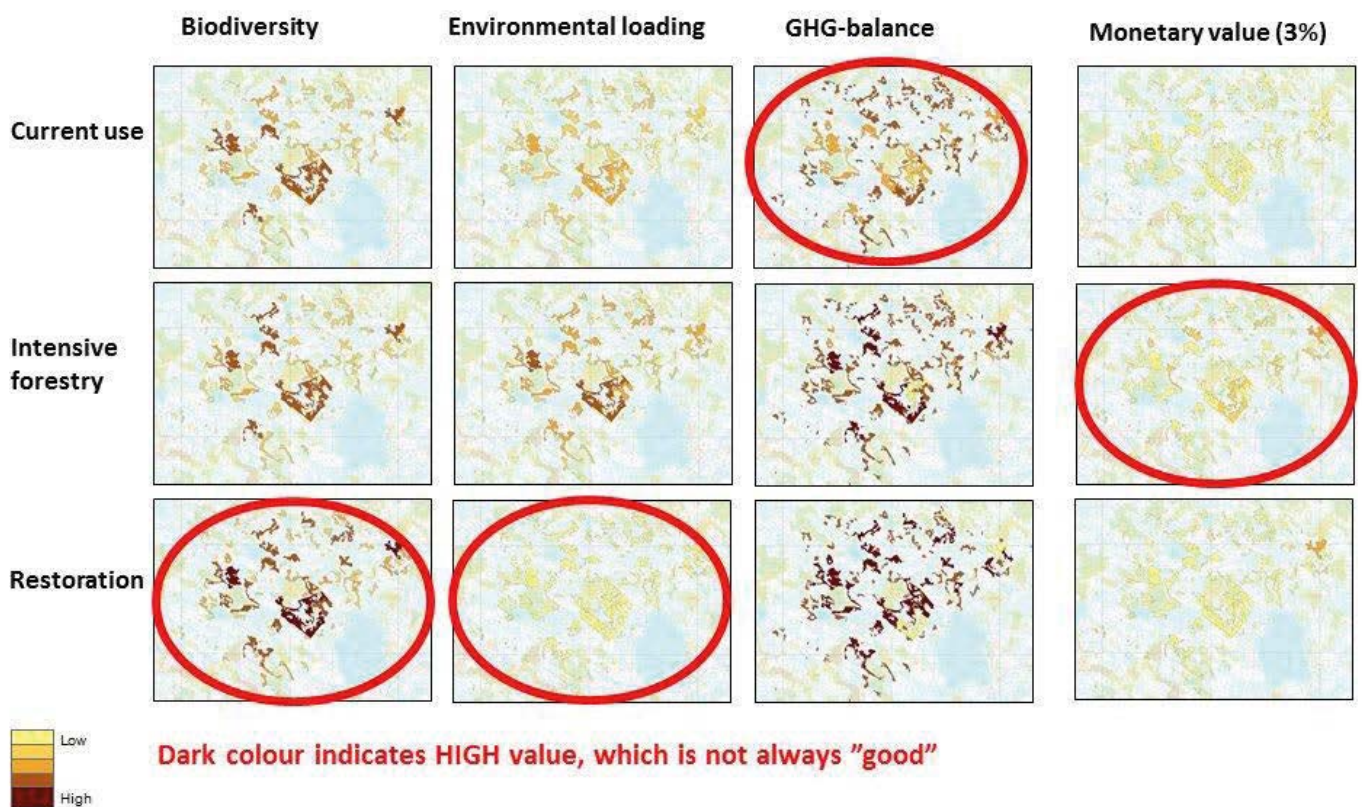
Kustannustehokkuus laskettiin yhdistämällä tieto monimuotoisuuden, vesistökuormituksen ja kasvihuonekaasutaseiden malliennusteista sekä eri jatkokäyttövaihtoehtojen taloudellisista kustannuksista ja hyödyistä. Tavoitteena oli löytää soille sellaisia jatkokäyttövaihtoehtojen yhdistelmiä, joiden avulla saavutetaan asetetut ekosysteemipalvelutavoitteet ja mahdollisimman suuri taloudellinen hyöty.

Laskelmat osoittavat, että eri ekosysteemipalveluiden ja taloudellisten nettohyötyjen (hyötyjen ja toimenpidekustannusten erotus) paras taso saavutetaan erilaisilla jatkokäyttövaihtoehdoilla. Alla oleva esimerkkikuva (Kuva 6) kertoo, että 50 vuoden tarkastelujaksolla monimuotoisuus ja vesistökuormitus hyötävät eniten soiden ennallistamisesta, kasvihuonekaasutaseet nykytilaan jättämisestä ja taloudellinen arvo intensiivisestä metsänkasvatuksesta. Kaikkia tavoitteita ei siis voida saavuttaa samanaikaisesti.

Cost-efficiency of re-use options

Cost-efficiency was calculated by aggregating information on biodiversity, environmental loading to watercourses, greenhouse gas balances, and the economic costs and benefits of the different re-use options. The aim was to find combinations of re-use options that help in reaching the ecosystem service targets simultaneously with maximum economic benefits.

The calculations show that the different ecosystem services and the net economic benefits (difference between benefits and the costs of measures) reach their best levels in different re-use options. The example figure below (Figure 6) shows that during the 50 year period, biodiversity and environmental loading benefit most from restoration, whereas greenhouse gas balances benefit most from current passive peatland use. Economic benefit is highest under intensive forestry. Therefore, all targets cannot be achieved simultaneously.



Kuva 6. Esimerkki kuviotason ennusteista kolmen jatkokäyttövaihtoehdon (nykytilaan jättäminen, intensiivinen metsänkasvatus ja ennallistaminen) vaikutuksista heikkotuottoisten ojitettujen soiden monimuotoisuuteen, vesistökuormitukseen, kasvihuonekaasutaseisiin ja taloudelliseen arvoon Pohjois-Pohjanmaalla 50 vuoden aikajaksolla. Punaiset renkaat kertovat, mikä jatkokäyttövaihtoehto on kullekin muuttujalle paras.

Figure 6. Stand-level predictions on the effects of three re-use options on biodiversity, environmental loading to watercourses, GHG balances and monetary value in low-productive drained peatland sites in Northern Ostrobothnia. Circles indicate which re-use option is best for each variable.

Monimutkainen yhdistelmä etuja ja haittoja

- Metsätaloustalouteen soveltumattomien ojitettujen soiden monimuotoisuus hyötyy eniten ennallistamisesta ja seuraavaksi eniten puubiomassan korjuusta.
- Vesistökuormitusta voidaan vähentää pienentämällä puubiomassan korjuuseen tai intensiiviseen metsätalouteen käytettävää pinta-alaa taikka lisäämällä ennallistamisen pinta-alaa.
- Kustannustehokkain vaihtoehto ilmastovaikutuksen vähentämiseksi on jättää karut heikkotuottoiset ojitettut suot kaikkien toimenpiteiden ulkopuolelle.
- Merkittävimmät kokonaisvaltaiset hyödyt monimuotoisuuden, vesistökuormituksen ja ilmastovaikutuksen näkökulmasta saavutetaan pitkällä aikajaksolla ennallistamisen avulla, mutta sen kustannukset ovat suhteellisen suuret.
- Suurimmat taloudelliset tuotot saadaan puubiomassan korjuun, intensiivisen metsänkasvatuksen ja turvetuotannon avulla, mutta nämä aiheuttavat haittoja muille ekosysteemipalveluille.
- Ilmastovaikutuksen vähentämisen tavoite rajoittaa erityisesti turvetuotantoa, koska turpeenpoltosta aiheutuu väistämättä päästöjä.
- Ilmastovaikutuksen vähentäminen ei ole hyvä kriteeri valittaessa potentiaalisia turvetuotantoalueita kaavoitukseen. Polttoaineiden käytöstä aiheutuvia päästöjä voidaan paremmin ohjata energiaverojen avulla.

Eri ekosysteemipalvelut ja taloudelliset tavoitteet ovat siis usein keskenään ristiriidassa. Lyhyen aikavälin tulokset voivat poiketa merkittävästi pitkän aikavälin tuloksista.

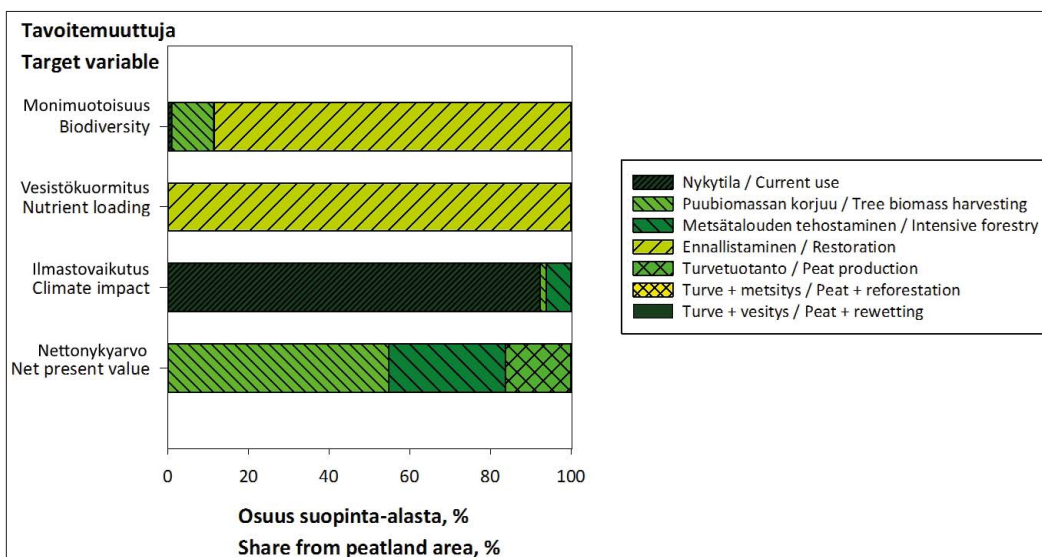
LIFEPeatLandUse-projektissa kehitetyn lähestymistavan avulla voidaan esittää pinta-alalaskelmia heikkotuottoisille soille erilaiset ympäristörajoitteet ja taloudelliset tavoitteet huomioiden. Kuvassa 7 vain yksi tavoitemuuttuja on huomioitu kerrallaan. Kun esimerkiksi halutaan minimoida ilmastovaikutukset 50 vuoden aikana, yli 80% soista kannattaa jättää nykytilaan. Kaksi viimeistä jälkikäyttövaihtoehtoa ei tule tällä aikavälillä koskaan valituiksi.

Complex combination of advantages and disadvantages

- The biodiversity of low-productive drained peatlands benefits most from restoration and the second most from tree biomass harvesting.
- Environmental loading to watercourses can be reduced by decreasing the area used for tree biomass harvesting or intensive forestry, or by increasing restoration area.
- To reduce the climate warming impact the most cost efficient option is to leave the nutrient-poor low-productive drained peatlands unmanaged.
- The most significant and comprehensive benefits in terms of biodiversity, environmental loading and climate warming impact are achieved in a long time scale through restoration, but this implies relatively high costs.
- The highest economic benefits are achieved through tree biomass harvesting, intensive forestry and peat production, but these options pose a disadvantage for other ecosystem services.
- The objective of reducing climate warming impact limits especially peat production, since peat burning inevitably causes GHG emissions.
- Reducing climate warming impact is not a good criterion when selecting potential peat production areas during planning. Emissions from the use of fuels can be better controlled by means of energy taxes.

Thus, various ecosystem services and economic targets are often in conflict with each other. Short-term results may differ significantly from long-term results.

The approach developed in LIFEPeatLandUse project can be used to provide surface area calculations for low-productive drained peatlands with different environmental constraints and economic targets. In Figure 7, only one target variable has been taken into account at a time. For example, if climate warming impacts are minimized over 50 years, more than 80% of the peatlands should be left in their current state. The last two re-use options will not be selected.



Kuva 7. Kustannustehokkaat jälkikäyttövaihtoehdot, kun huomioidaan vain yhteen tavoitteeseen kohdistuvat vaikutukset 50 vuoden aikana.

Figure 7. Cost-effective re-use options, when only one target is taken into account over a 50 year period.

YODA-työkalu auttaa päätöksenteossa ja tukee haastavissa valintatilanteissa

LIFEPeatLandUse-projektissa kehitettiin YODA-päätöstukisovellus ("Your Own Decision Aid") osallistavaa suunnittelua ja monitavoitteista päätöksentekoa varten. Se kokoaa yhteen eri toimijoiden näkemyksiä ja tarkasteltavana oleviin kriteereihin liittyviä arvostuksia. YODA on geneerinen eli yleinen työkalu.

YODAA voidaan käyttää 1) tilanteissa, joissa halutaan löytää vain yksi, tavoitteisiin parhaiten vastaava päätösvaihtoehto, kuten esimerkiksi tietyn alueen suunnitelma. YODAA voidaan käyttää myös 2) kun halutaan valita useiden projektien kokonaisuus eli projektisalkku, joka samanaikaisesti huomioi erilaiset tavoitteet ja rajoitteet. Valittavana voivat olla esimerkiksi suojeltavat tai ennallistettavat luontokohteet tai turvetuotantoalueet.

LIFEPeatLandUse-hankkeessa käytettiin YODAA valittaessa Pohjois-Pohjanmaan maakuntakaavaan sijoitettavat turvetuotantoalueet (Kuva 8).

YODA pähkinänkuoressa:

- Helppokäyttöinen analyysityökalu vaihtoehtojen monitavoitteiseen vertailuun ja parhaan vaihtoehdon löytämiseen.
- Visualisoi suunnittelua varten lasketut muuttujat, kuten esimerkiksi luontoarvot ja taloudelliset vaikutukset.
- Mahdollistaa sidosryhmien suhtautumisen tarkastelun suunniteltuun toimintaan ja toiminnan vaikutuksiin.
- YODA ei rajaudu maankäyttöön vaan visualisoi mitä tahansa tietoaineistoa, jossa arvioitavana on useita samanaikaisia tavoitteita.
- YODA löytyy osoitteesta <https://www.luke.fi/yoda/>

The YODA tool helps in decision making and gives support in challenging choice situations

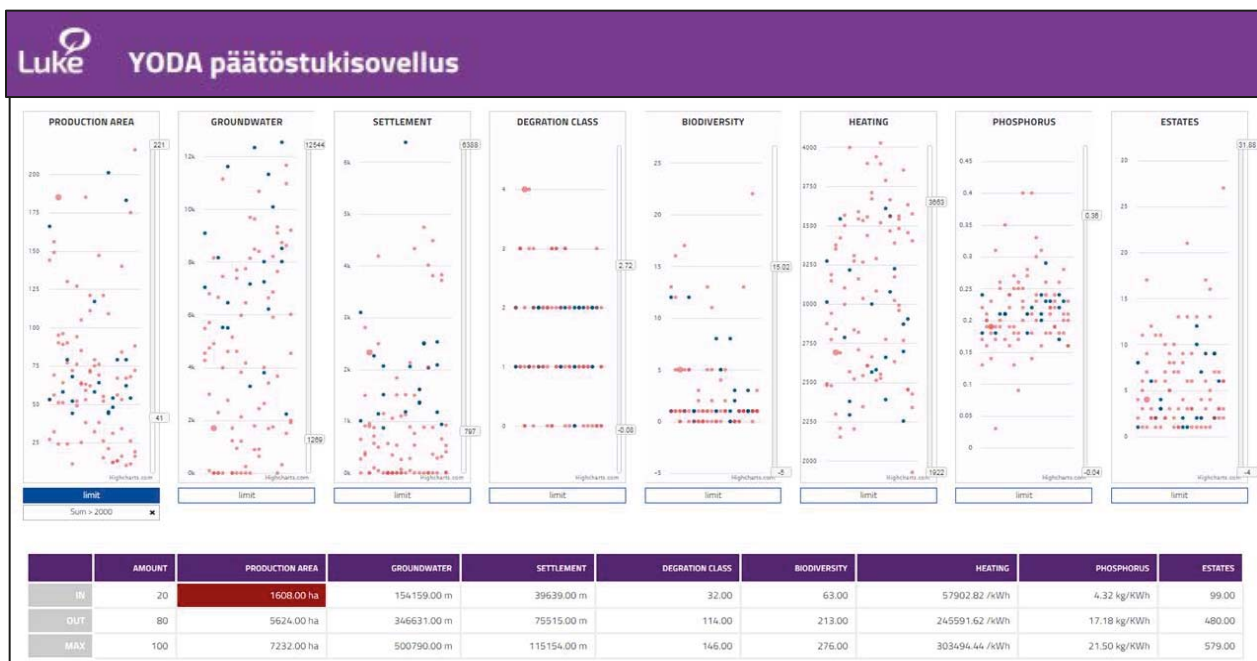
The YODA tool ("Your Own Decision Aid") was developed in LIFEPeatLandUse project for participatory planning and multi-purpose decision making. It brings together the views of different actors and values associated to the criteria under consideration. YODA is a generic and widely applicable tool.

YODA can be used in 1) situations where only the best option is selected among various alternatives, for example an action plan for a given area. YODA can also be used 2) in situations where a whole set of projects (project portfolio) is selected, that simultaneously takes into account different targets and constraints. For example, protected areas, areas to be restored, or peat production areas can be evaluated with YODA.

LIFEPeatLandUse project used YODA to select peat production sites for the Northern Ostrobothnia regional plan (Figure 8).

YODA in a nutshell:

- Easy-to-use analytics tool for multi-criteria comparison of alternatives and for finding the best option among the alternatives
- Visualizes case-specific variables calculated for the planning, such as natural values and economic impacts.
- Provides a facility to analyze stakeholder attitudes towards the planned activity and its impacts.
- YODA is not restricted to land use situations, but it visualizes any data that includes several simultaneous targets.
- YODA can be found at <https://www.luke.fi/yoda/>



Kuva 8. Turvetuotantoon arvioitavat suot Vaalan kunnassa. Esimerkissä YODA visualisoi samanaikaisesti kahdeksan muuttujaa.

Figure 8. Peatlands evaluated for peat production in the municipality of Vaala. In the example YODA simultaneously visualizes eight variables.

Jatkokäytön vaikutukset kartalla

Avoin karttapalvelu esittää LIFEPeatLandUse-hankkeessa tuotetut ekosysteemipalveluvaikutukset ja taloudelliset vaikutukset sekä niiden ennusteet helppokäyttöisessä muodossa (Kuva 9).

LIFEPeatLandUse -karttasovellus löytyy osoitteesta: <http://www.oulu.fi/lifepeatlanduse/map.html>

Karttasovellus pähkinänkuoressa:

- Heikkotuottoisten ojitettujen soiden monimuotoisuus, vesistökuormitus, kasvihuonekaasutaset ja taloudelliset vaikutukset neliökilometrin tarkkuudella.
- Seitsemän jatkokäyttövaihtoehdon vaikutukset viitenä eri ajanjaksona 5-100 vuoden aikavälillä.
- Tietojen päivitysmahdollisuus. Tekstimuotoista lisätietoa analyysien tulkinna tueksi.

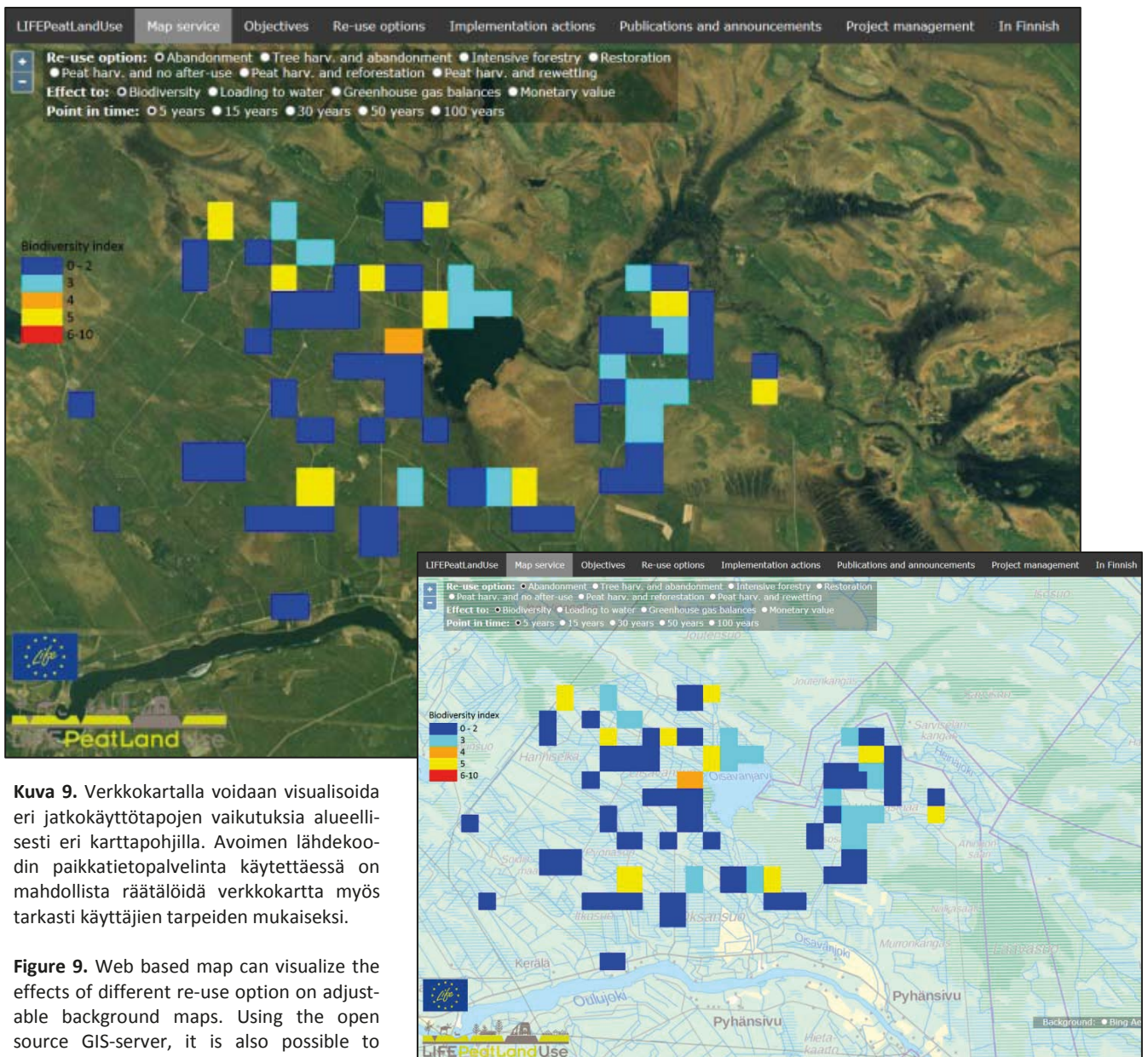
Effects of re-use options on the map

The open network map service presents the impacts and predictions of ecosystem services and economic benefits produced in LIFEPeatLandUse in an easy to use format (Figure 9).

LIFEPeatLandUse map can be found at: <http://www.oulu.fi/lifepeatlanduse/map.html>

Web map service in a nutshell:

- Biodiversity, environmental loading, GHG balances and economic impacts in low-productive drained peatlands, with the accuracy of one square kilometer.
- The effects of seven re-use options over five time periods during 5-100 year time period.
- Option to update data.
- Additional information in text format to help interpretation of the results.



Kuva 9. Verkkokartalla voidaan visualisoida eri jatkokäyttötapojen vaikutuksia alueellisesti eri karttapohjilla. Avoimen lähdekoodin paikkatietopalvelinta käytettäessä on mahdollista räätälöidä verkkokartta myös tarkasti käyttäjien tarpeiden mukaiseksi.

Figure 9. Web based map can visualize the effects of different re-use option on adjustable background maps. Using the open source GIS-server, it is also possible to customize the map for the needs of end users.

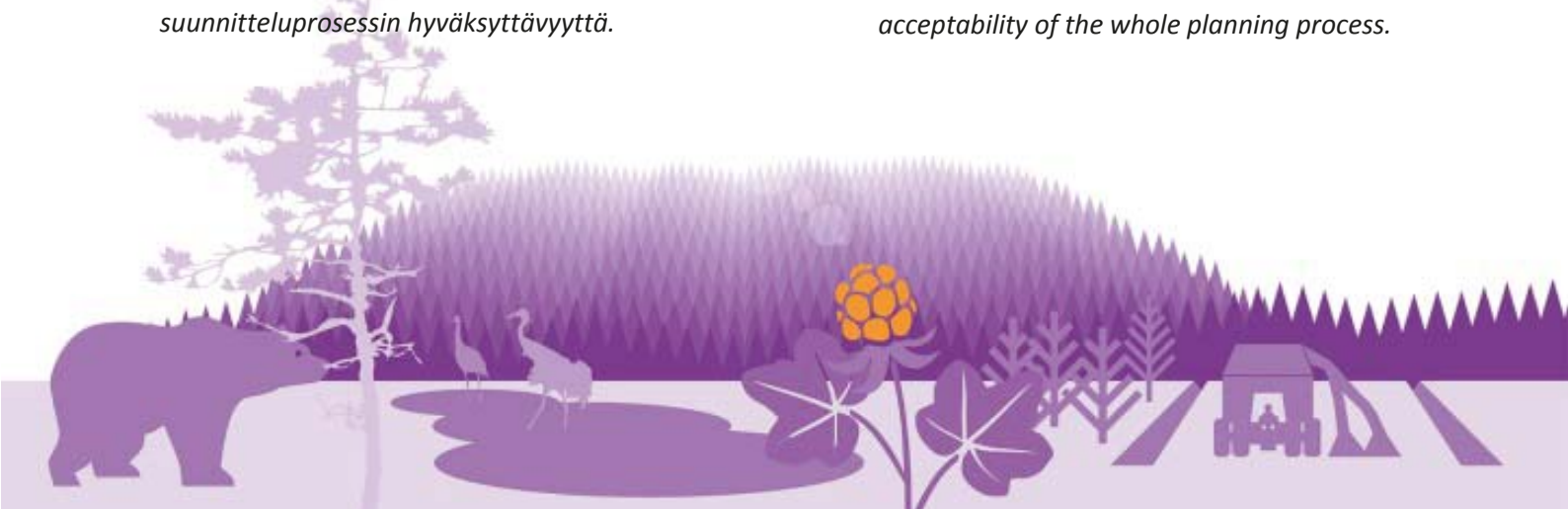


Yhteenveto LIFePeatLandUse-hankkeesta

- Hanke tuotti kattavimman arvioinnin jatkokäytävaihtoehtojen vaikutuksista metsätalouskäyttöön soveltumattomille ojitetuille soille Suomessa.
- Monimuotoisuus, vesistökuormituksen ja ilmastovaikutusten vähentäminen ja taloudelliset tavoitteet ovat usein ristiriidassa: 50 vuoden tarkastelujaksolla monimuotoisuus ja vesistökuormitus hyötyvät eniten ennallistamisesta, kasvihuonekaasutaseet nykytilaan jättämisestä ja taloudellinen arvo intensiivisestä metsänkasvatuksesta.
- Lyhyen aikavälin tulokset voivat poiketa merkittävästi pitkän aikavälin tuloksista
- Jatkokäyttövaihtoehtojen optimaalinen valinta edellyttää kompromisseja, tapauskohtaista tarkastelua sekä vaikutusajanjakson huomioimista.
- Hankkeessa tuotettujen laskelmien avulla heikotuoottoisille soille voidaan tuottaa optimaaliset maankäyttömuodot erilaisten strategioiden tavoitteet ja reunaehdot huomioiden. Laskelmat voidaan tehdä kuviotasosta valtakunnan tasolle saakka.
- Hankkeessa kehitetyn YODA-työkalun avulla maankäyttö voidaan suunnitella sidosryhmien erilaiset mielipiteet huomioiden. Tämä lisää suunnitteluprosessin hyväksyttävyyttä.

Summary of LIFePeatLandUse project

- The project provided the most comprehensive assessment of the effects of re-use options for low-productive drained peatlands in Finland.
- Biodiversity, reduction of environmental loading and climate warming impacts, and economic targets are often in conflict: during the 50 year period, biodiversity and environmental loading benefit most from restoration, whereas greenhouse gas balances benefit most from current passive peatland use. Economic benefit is highest under intensive forestry.
- Short-term effects may differ considerably from long-term effects.
- Choosing optimal re-use options requires compromises, case-specific assessment, and taking into account the time period of effects.
- Calculations and predictions produced in the project enable optimal re-use in low-productive drained peatlands under targets and restrictions of different strategies. The calculations can be made from the level of stands up to the national level.
- With the YODA tool developed in the project, land use can be planned taking into account the various stakeholder opinions. This increases the acceptability of the whole planning process.





luke.fi

Luonnonvarakeskus
Latokartanonkaari 9
00790 Helsinki
puh. 029 532 6000