

A photograph of a forest with tall, thin trees and a dense green undergrowth. The text 'TAPIO' is overlaid in white, followed by a white stylized tree icon.

TAPIO

Metsäojien madaltumiskehityksen mallin- taminen - MEMMA

Loppuraportti 2024

31.10.2024

Maa- ja metsätalousministeriö – Hiilestä kiinni



Loppuraportti 2024, Metsäojien madaltumiskehityksen mallintaminen - MEMMA. © Tapio Oy

Työn tilaaja: Maa- metsätalousministeriö

Sisällysluettelo

HANKKEEN ESITTELY	3
PERUSTIEDOT HANKKEESTA	3
HANKKEEN TAVOITTEET	3
YHTEENVETO HANKKEESTA	4
HANKKEEN TOTEUTUS JA TOTEUTUSVAIHEEN ARVIOINTI	7
MENETELMÄT JA AINEISTO	7
AIKATAULU JA RESURSSIT	9
KUSTANNUKSET JA RAHOITUS	9
RAPORTOINTI, JULKAISUT JA SEURANTA	9
TOTEUTUSVAIHEEN ARVIOINTI	9
TULOKSET JA NIIDEN ARVIOINTI	10
TULOSTEN ESITTELY	10
YHTEENVETO TULOKSISTA	13
TULOSTEN VIEMINEN KÄYTÄNTÖÖN	14
TULOSTEN MERKITYS JA JATKOTOIMENPITEET	14
LIITTEET	15
LIITE 1 METSÄOJEN MADALTUMISKEHITYKSEN MALLINTAMINEN -RAPORTTI	15
LIITE 2 MADALTUMISENNUSTEEN TESTIT	15

Hankkeen esittely

Perustiedot hankkeesta

Metsäojien madaltumiskehityksen mallintaminen (MEMMA)-hanke toteutettiin 2023-2024. Hankkeen toteutti Tapio Oy ja hankkeessa tuotetun mallinnuksen WaterHope Oy. Hankkeen projektipäällikkönä toimi Johtava asiantuntija Tiina Ronkainen. Hankkeen rahoitti Maa- ja metsätalousministeriön Hiilestä kiinni -ilmastotoimenpidekokonaisuus.

Hankkeen tavoitteet

Lähes puolet Suomen soista, noin 5,9 miljoonaa hehtaaria, on ojitettu metsätaloudeksi varten. Suometsien hoito on keskeisessä asemassa ilmastokestävän metsänhoidon toteutuksessa. Suometsien rooli ilmakehän hiilensidonnassa riippuu olennaisesti metsäojien ja puuston ylläpitämisestä kuivavarasta. Puuston kasvukauden aikana 30–40 cm kuivatussyvyys saralla on riittävä puuston kasvun ylläpitämiseksi. Ojitusyvyydellä on vaikutus kuivatukseen ja oletetusti myös ojien kunnon säilymiseen. Toisaalta mitä tehokkaampi kuivattava vaikutus ojalla on, sitä isommiksi kasvihuonekaasupäästöt turpeesta ja vesistökuormitus kasvavat. Maaperän turpeen hiilivaraston säilymisellä on suuri vaikutus ilmastoon: 10 cm turvekerroksessa on varastoituneena yhtä paljon hiiltä kun 100 m³/ha puuston biomassassa samankokoisella alueella. Turvemaiden hiilitasapainon kannalta on erityisen tärkeää osoittaa ojien kunnostustoimenpiteet sellaisille kohteille, joilla kunnostus on kannattava ja tarpeellinen toimenpide puuston kasvun kannalta sekä välttää ojien kaivamista liian syviksi.

Hankkeessa jatkettiin 1990-luvulla alkanutta Vesihallituksen METVE-projektia, jossa selvitettiin metsätalouden vesistöhaittoja. METVE-projektissa kunnostettiin 40 kohteen ojat 1990-luvun alussa, minkä jälkeen Tapio on seurannut ojien kunnon kehittymistä. Ojat inventointiin kunnostamisen jälkeen vuonna 1994, sekä tämän jälkeen vuonna 2006 ja vuosien 2011–2013 välillä. MEMMA-hankkeessa toteutettava inventointikierrös, noin 30 vuotta kunnostusten jälkeen, on neljäs kerta, kun ojat inventoidaan.

Hankkeen tavoitteena on antaa suometsien hoitoon lisää tietoa ojien kehityksestä. Tavoitteena oli selvittää, miten kunnostettujen ojien umpeenkasvu ja mataloituminen ovat edenneet kolmenkymmenen vuoden aikana ja millaiset tekijät mahdollisesti vaikuttavat ojien kunnon kehittymiseen. Hankkeen tavoitteena oli luoda malli ojasyvyyden ennustamiseksi. Tavoitteena oli arvioida luodun ennustemallin avulla ojien nykykunnan ja taustamuuttujien perusteella, miten kauan ojasyvyys todennäköisesti pysyy tarvittavan kuivatuksen kannalta riittävänä.

Yhteenveto hankkeesta

Tiivistelmä

Metsäojien madaltumiskehityksen ennustaminen - MEMMA-hankkeessa (2023-2024) kehitettiin menetelmä ennustamaan ojien kunnon kehittymistä, minkä tavoitteena on parantaa suometsien hoidon suunnittelun keinovalikoimaa, joiden avulla voidaan välttää tarpeettomien ojien kunnostamista. Tällä voitaisiin puolestaan vähentää suometsien käytöstä aiheutuvaa vesistökuormitusta ja kasvihuonekaasupäästöjä. Hankkeen tavoitteena oli selvittää, miten kunnostettujen ojien umpeenkasvu ja mataloituminen ovat edenneet kolmenkymmenen vuoden aikana ja millaiset tekijät mahdollisesti vaikuttavat ojien kunnon kehittymiseen. Tavoitteena oli luoda ennustemalli, jolla voidaan arvioida ojien kunnon kehittymistä ajan myötä.

Hanke koostui kahdesta työpaketista: *TP1 Ennustemenetelmä ojien kunnon kehittymisestä erilaisilla kasvupaikoilla*, jossa kehitettiin ojainventointi- ja paikkatietoaineistojen perusteella ennustemalli ojien kunnon kehittymiseen. *TP2 Ojien kunnon kehittyminen – ojainventointi*, jossa ojien madaltumiseen liittyvää ennustemallia varten inventoitiin 1990-luvulla ojitetut kohteet, joista on aiempaa inventointitietoa kolmelta inventointikerralta.

Pitkäaikaisen ojainventointitiedon avulla selvitettiin ojissa toteutunutta mataloitumiskehitystä. Tulosten mukaan ojasyvyyden muutoksen kehitykseen vaikuttaa etenkin alkuperäinen ojitussyvyys. Ojien madaltumiskehitykseen vaikuttavat myös turvekerroksen painuminen, ojissa tapahtuva eroosio ja liettyminen ja ojiin kehittyvä kasvillisuus.

Ennustemallin tekemisessä käytettiin ojainventointiaineiston lisäksi vapaasti ladattavia maanmittauslaitoksen, GTK:n, Suomen ympäristökeskuksen ja Luonnonvarakeskuksen paikkatietoaineistoja. Hankkeen lopputuloksena tuotettiin Excel-pohjainen ennustemalli, jota voidaan käyttää ojien kehityksen ennustamiseen. Ennustemalli tuottaa arvion ojan madaltumiskehityksestä yhdessä ojan pisteessä. Hankkeen tuloksista koostettiin raportti ja esimerkki-Excel mallista, jotka ovat nähtävillä Tapion verkkosivuilla.

MEMMA-hankkeen toteutti Tapio Oy yhteistyössä WaterHope Oy:n kanssa. Hankkeen projektipäällikkönä toimi Tiina Ronkainen. Hankkeen rahoitti maa- ja metsätalousministeriön Hiilestä kiinni -ilmastotoimenpidekokonaisuus, jolla pyritään vähentämään maa- ja metsätalouden ja muun maankäytön kasvihuonekaasupäästöjä ja vahvistamaan hiilinieluja. Hankkeen rahoitus oli yhteensä 216 135 €.

Abstract

Predicting the decline of forest ditches - The MEMMA project (2023-2024) developed a method to predict the evolution of the depth of ditches with the aim of improving the range of management planning tools available to avoid unnecessary ditch maintenance. This could in turn reduce the impact on water bodies and greenhouse gas emissions from the use of peatlands used for forestry.

The aim of the project was to investigate the progress of vegetation growth and shallowing of the maintained ditches over a period of 30 years and the possible factors influencing the evolution of the condition of the ditches. The aim was to create a predictive model to estimate the evolution of the condition of the ditches over time.

The project consisted of two work packages: *WP1 Prediction method for the development of ditch condition in different habitats*, which developed a prediction model for the development of ditch condition based on ditch inventory and spatial data. *WP 2 Ditch condition evolution - ditch inventory*, in which 37 sites where maintenance ditching was done in the 1990s were measured. Inventory data collected during this project together with previous inventory data from three inventory rounds were used to develop a predictive model for ditch lowering rates.

Long-term ditch inventory data were used to investigate the trend in ditch shallowing. The results show that the evolution of ditch depth change is mainly influenced by the initial ditch depth. Other factors influencing the subsidence of ditches are the subsidence of the peat layer, erosion and siltation of ditches and the development of vegetation in ditches.

In addition to the ditch inventory data, open spatial data sets from the Finnish Land Survey, Geological Survey of Finland, the Finnish Environment Institute and the Natural Resources Institute Finland were used in the prediction model. An Excel-based forecasting model that can be used to predict the development of ditches was produced during the project. The prediction model provides an estimate of ditch lowering at one point in the ditch. A report on the results of the project and an example excel of the model were produced and are available on the Tapio website.

The MEMMA project was implemented by Tapio Oy in cooperation with WaterHope Oy. The project manager was Tiina Ronkainen. The project was funded by the Ministry of Agriculture and Forestry's Catch the carbon - Programme, which aims to reduce greenhouse gas emissions from agriculture, forestry and other land use and to strengthen carbon sinks. The project was financed to the tune of € 216 135.

Sammanfattning

Prognostisering av skogdikens djupminskning- MEMMA-projektet (2023-2024) utvecklade en metod för att förutsäga utvecklingen av dikens tillstånd, i syfte att förbättra utbudet av förvaltningsplaneringsverktyg som är tillgängliga för att undvika onödig istandsättning av diken. Detta kan i sin tur minska vattenföroreningarna och utsläppen av växthusgaser. Syftet med projektet var att undersöka hur de återställda diken växer igen och blir grundare under en period på 30 år och vilka faktorer som kan påverka utvecklingen av dikenas skick. Målet var att skapa en prediktiv modell för att uppskatta utvecklingen av dikenas tillstånd över tid.

Projektet bestod av två arbetspaket: *AP 1 Prediktionsmetod för utveckling av dikestillstånd i olika habitat*, som utvecklade en prediktionsmodell för utveckling av dikestillstånd baserat på dikesinventering och rumsliga data. *AP2 Utveckling av dikestillstånd - dikesinventering*, som inventerade platser som var istandsättningsdikat på 1990-talet för prediktionsmodellen för dikessänkning, med tidigare inventeringsdata från tre inventeringscykler

Långsiktiga inventeringsdata från dikesinventeringar användes för att undersöka trender för grundare diken. Resultaten visar att utvecklingen av dikesdjupets förändring främst påverkas av det ursprungliga dikesdjupet. Andra faktorer som påverkar dikens sänkning är torvlagrets sänkning, erosion och igenslamning av diken samt utvecklingen av vegetation i diken.

Utöver dikesinventeringsdata användes öppna geografiska dataset från Lantmäteriverket, Geologiska forskningscentralen, Finlands miljöcentral och Naturresursinstitutet i prognosmodellen. Projektet resulterade i en Excel-baserad prognosmodell som kan användas för att förutsäga utvecklingen av diken. Prognosmodellen ger en uppskattning av dikessänkningen vid en punkt i diket. En rapport om resultaten av projektet en Excel-modell exempel har tagits fram och finns tillgänglig på Tapios webbplats.

MEMMA-projektet genomfördes av Tapio Oy i samarbete med WaterHope Oy. Projektledare var Tiina Ronkainen. Projektet finansierades av jord- och skogsbruksministeriets Fånga kolet-Programme, som syftar till att minska utsläppen av växthusgaser från jordbruk, skogsbruk och annan markanvändning och att stärka kolsänkor. Projektet finansierades med 216 135 euro.

Hankkeen toteutus ja toteutusvaiheen arviointi

Menetelmät ja aineisto

TP1 Ennustemenetelmä ojien kunnan kehittymisestä erilaisilla kasvupaikoilla

Työpaketin tavoitteena oli kehittää työpaketissa 2 täydennettävän koealueiden ojainventointiaineiston ja paikkatietoaineistojen perusteella madaltumiskehityksen ennustemalli, jolla arvioidaan ojien kunnan kehittymistä ajan myötä. Niille inventoiduille kohteille, joilta oli saatavilla tiheäpulsista (5 pistettä/m²) laserkeilausaineistoa, toteutettiin virtausverkon numeerinen analyysi KUNNOS-työkalulla. Hydrologisella mallinnuksella virtausverkolle tuotettiin ominaisuustietoina virtaamat, tukokset, jyrkkyydet, profiilit ja kuivavarat. Kohteilta kerättyjen maastomittausten avulla tarkasteltiin, miten maastomittaukset ojien kuivavarasta täsmäsivät laserkeilausaineistolla tuotettuun tulkintaan ja ojien kunnan kehitysennusteseen.

Ennustemenetelmän kehittämisessä tarvittavat lähtötiedot olivat kunnostettujen ojien syvyys 1990-luvun alussa, kun Tapion koealueet perustettiin, ojien syvyys 2010-luvun alussa, kun kokeet lopetettiin ja 2020-luvun alun maastossa mitattu ojasyvyys sekä tiheäpulsisen laserkeilausaineiston perusteella mallinnettu ojasyvyys. Sen lisäksi tarvittiin maalajitieto ja turvekerroksen paksuus mineraalimaan yläpuolella ja alueen hydrologiset tiedot. Valunnat ja virtaamat otettiin SYKE:n pienten valuma-alueiden mittausdatasta, josta saa virtaamien jatkuvat aikasarjat kaikille koealueille. Muita hyödyllisiä lähtötietoja hankkeessa kerättävän aineiston lisäksi olivat ojaverkosto (MML), sekä Luken paikkatietoaineistot (puulaji, puuston kuutiomäärä ja metsän kasvunopeus).

Ennustemenetelmässä käytetyt paikkatietoaineistot ovat Tapion raportissa Metsäojien madaltumiskehityksen mallintaminen (liite 1). Koealueille tehdyille n. 1 650 ojamittauspisteille tehtiin laseraineistoista tulkittu ojasyvyys. Kattavan aineiston avulla varmistettiin myös KUNNOS-mallissa olevan ojasyvyysalgoritmin toimivuus. Mitatusta aineistosta jätettiin ulkopuolelle ojamittauspisteitä alueilta, joilla oli tehty hakkuita ja uusia kunnostusojituksia.

Ennustemallin laadinnassa otettiin mukaan 1 650 mittauspisteestä ne, joiden alueella ei ollut tehty ojitustilmoituksia. Aineistoista poistettiin myös ne mittauspisteet, joissa ojasyvyys oli kasvanut mittausjaksojen välillä. Aineistoista poistettiin myös ne alueet, joilla puuston kuutiomäärä oli pienentynyt enemmän kuin 50 m³/ha v. 2013 ja 2021 välisenä aikana.

Ennustemalliin otettiin selittäväksi muuttujaksi leveysaste, joka kuvaa hyvin kasvukauden lämpösummaa eri puolilla Suomea, mutta on selvästi helpompi lähtötietomuuttuja kuin lämpösumma.

MEMMA-aineistojen avulla oli mahdollista tehdä ennustemallit neljälle erityyppiselle profiilille:

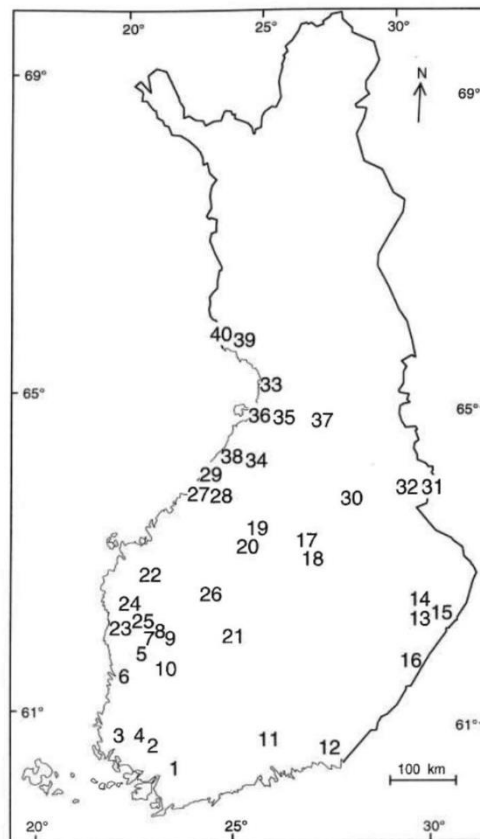
1. Paksuturpeiset profiilit sarkaojissa
2. Ohutturpeiset profiilit sarkaojissa
3. Kivennäismaiden profiilit
4. Kokoojaojien ennustemalli

Yksityiskohtainen lista ennustemallin muuttujista ja kaavoista on liitteessä 1.

TP2 Ojien kunnan kehittyminen – ojainventointi

Hankkeen tutkimuskohteena olevan 40 ojitusalueen tiedot kerättiin yhteen ja viimeisimpien 2011-2013 inventointien mittauspisteet vietiin paikkatietojärjestelmään. Koska maastotallentimen käyttö ei ollut vakinaistunut viimeisimpien mittausten aikana, ei kaikista kohteista löytynyt mittauspisteitä paikkatietona. Tällöin ne vietiin paperikartoista paikkatietoon. Kolmesta kohteesta ei löytynyt mittauspisteiden sijainteja kartalla. Nämä kohteet jätettiin inventoinnin ulkopuolelle.

Ojien umpeenkasvunopeuteen liittyvää ennustemallia varten vuoden 2023 aikana inventoitiin 37 ojituskohdetta (Kuva 1). Ojainventointia varten luotiin paikkatiedon mobiilisovellukseen QFieldiin maastotallennuslomake, joka sisälsi vuosien 2011-2013 mittauspisteiden sijainnit kartalla sekä kohteilla mitattavat muuttujat. Inventoinnissa mitattiin edellisten inventointien mukaisesti ojan syvyys, pinta- ja pohjaleveys, sekä kasvillisuus ja sen peittävyys. Ojan toimivuus arvioitiin edellisten inventointien mukaisella luokituksella (hyvä, kohtalainen, heikko). Myös ojien mahdollisten tukkeumien syyt (kynnys, rumpu, lietekasauma, kasvillisuus, hakutähteet) kirjattiin. Ojien mittauspisteet valokuvattiin inventointien yhteydessä. Tämän lisäksi kohteilta otettiin puustomitaukset ojien mittauspisteiden läheisyydessä, puuston kehitysluokat, sekä kirjattiin vesiensuojelurakenteiden kunto ja toimivuus.



Kuva 1 Seurantakohteiden sijainti kartalla.

Viestintä ja vuorovaikutus

Hankkeelle perustettiin verkkosivut¹ Tapion verkkosivuille ja hankkeesta julkaistiin hankkeen aloitustiedote², joka julkaistiin uutisena Tapion verkkosivulla. Tiedote lähetettiin medialle STT:n järjestelmästä ja se nostettiin MMM:n Hiilestä kiinni -uutiskirjeessä lokakuussa 2023. Hankkeen aloitustiedotetta on jaettu Tapion sosiaalisen median kanavissa. Näiden lisäksi hankkeesta on kirjoitettu juttu³ Vesistökunnostusverkoston lokakuun 2023 uutiskirjeeseen. Ennustemenetelmän laatimisesta tehtiin Metsäojien madaltumiskehityksen mallintaminen -raportti, joka julkaistiin Tapion verkkosivuilla aineistopankin julkaisuissa ja raporteissa⁴. Tämän lisäksi kirjoitettiin hankkeen tuloksista blogi, jota ei ollut vielä julkaistu tätä kirjoittaessa. Blogi-kirjoitus julkaistaan Tapion verkkosivuilla blogeissa⁵.

¹ <https://tapio.fi/projektit/metsaojien-madaltumiskehityksen-mallintaminen/>

² <https://tapio.fi/tiedotteet/kunnostetaanko-vai-ei-uudessa-hankkeessa-selvitetaan-metsaojien-kunnostustarvetta/>

³ <https://www.vesi.fi/vesistokunnostus-uutiskirje/kunnostetaanko-vai-ei-haitat-kuriin-tasmaperkauksilla/>

⁴ <https://tapio.fi/aineistopankki/julkaisut-ja-raportit/>

⁵ <https://tapio.fi/blogit/>

Aikataulu ja resurssit

Hanke on toteutunut suunnitellun aikataulun mukaisesti. Hankkeen projektipäällikkönä on ollut Tiina Ronkainen ja asiantuntijoina Tarja Anttila, Maija Kauppila, Matias Virta, Samuli Joensuu ja Kalle Nisula. Ojainventointien toteuttamisen tueksi palkattiin kesäharjoittelija maastotöihin. (Taulukko 1)

Työpaketti 1:ssä olevasta paikkatietopohjaisesta ennustemenetelmästä ja hydrologisesta mallinnuksesta vastasi WaterHope Oy:n Tuomo Karvonen. Ennustemallissa käytetyt paikkatietoaineistot on kerätty kailta 37 koealueelta. Yhteistyö on sujunut hyvin.

	2023								2024							
Tehtävä	Touko	Kesä	Heinä	Elo	Syys	Loka	Marras	Joulu	Tamm	Helmi	Maalis	Huhti	Touko	Kesä	Heinä	Elo
Inventoinnin suunnittelu																
Laserkeilaus-analyysi 1																
Ojainventoinnit																
Laserkeilaus-analyysi 2																
Oja-aineiston käsittely																
Oja-aineiston analysointi																
Vuosiraportointi																
Viestintä																
Hankehallinto																

Taulukko 1 Hankkeen aikataulu.

Kustannukset ja rahoitus

Hanke on toteutunut hankkeelle saadun rahoituksen mukaisesti 216 135 €.

Raportointi, julkaisut ja seuranta

Hankkeesta on laadittu vuosiraportti 2023 sekä tämä loppuraportti 2024. Hankkeesta julkaistiin juttu Vesistökuunnostusverkoston 10/2023 uutiskirjeessä³. Hankkeen tuloksista tehtiin raportti Tapion verkkosivuille aineistopankkiin⁴ sekä blogikirjoitus, joka julkaistaan hankkeen verkkosivuilla.

Toteutusvaiheen arviointi

Vanhan ojainventointiaineiston koonti oli työlästä, sillä aineisto oli yli 10 vuotta vanhaa eikä kaikkea ollut digitaalisesti saatavana. Aineiston koontiin oli kuitenkin varauduttu aikataulullisesti. 40 kohteen aineistosta jäi puuttumaan kolme kohdetta, joiden ojainventointimittauspisteiden sijaintia ei löytynyt niin paperi kuin digitaalisessa muodossa.

Vuoden 2023 ojainventoinnissa oli useita mittajia. Tällöin oli tärkeää, että kaikki mittasivat muuttujia samalla tavalla. Yhdenmukainen mittaustapa varmistettiin yhteisellä mittauskäynnillä ennen ojainventointeja, jonka yhteydessä tehtiin tarkat kuvalliset ohjeet.

Puolelle alueista ei ollut olemassa tiheäpulsseista laserkeilausaineistoa 5 p/m^2 , mutta myös harvennetulla $0,5 \text{ p/m}^2$ -aineistolla voi saada luotettavia ojasyvyystulkintoja. Kaikille 40 alueelle ladattiin myös $0,5 \text{ p/m}^2$ -aineistot 5 p/m^2 -aineiston ohella, joten puolet aineistosta oli sellaista, että voitiin verrata 5 p/m^2 - ja $0,5 \text{ p/m}^2$ -tulkintojen eroja.

Ennustemalli metsäojien madaltumisen ennustamiseen

Ennustemalli on ohjelmoitu Excel-käyttöliittymän ja Visual Basic-ohjelmointikielen avulla helppokäyttöiseen muotoon. Ennustemallin kaavoja voidaan käyttää kahdella eri tavalla (Ennustemalli 1 ja Ennustemalli 2). Ennustemallilla on mahdollista laskea madaltumiskehitys sekä malliversiolla 1, että versiolla 2. Ennustemalli on kuvattu tarkemmin liitteessä 1 (ladattavissa Tapion raportisarjasta⁶). Ennustemallin Excel-tiedosto on ladattavissa Tapion verkkosivuilta laskureista⁷.

Ennustemalliversiossa 1 laaditaan ennuste ojitushetkestä 50 v eteenpäin. Malliin tarvitaan taulukon (Taulukko 3) mukaiset muuttujat.

Data	Parametrin kuvaus	1 Rahkaturve = S,CS, BS
1984	Edellisen ojituksen vuosi (aikaisin mahdollinen on 1974)	2 Ruskosammalturve = B, SB, CB
1.1	Ojasyvyys ojituksen jälkeen (m)	3 Saraturve= C, SC, BC
1	Turverokoksen paksuus edellisen ojituksen aikana (m)	1 = H1
3	Turvelaji 1..3 (Selitys vieressä)	2 = H2, H3, H4
2	Turpeen maatuneisuusaste 1..5 (selitys vieressä)	3 = H5, H6
1	Suon ravinteisuustaso 1..5 (Selitys vieressä)	4 = H7, H8, H9
1	Turpeen alla olevan kivennäismaan tyyppi 0..3 (selitys vieressä)	5 = H10
1	1 = Sarkaoja 2 = Kokooja	Ravinteisuustaso 1 (Ruohoturvekangas, GTK 14)
30	Ei tarvita valuma-alueen kokoa jos sarkaoja	Ravinteisuustaso 2 (Mustikkaturvekangas, GTK 33)
66	Leveysaste (60 - 72 astetta)	Ravinteisuustaso 3 (Puolukaturvekangas, GTK 56)
		Ravinteisuustaso 4 (Varputurvekangas, GTK 72)
		Ravinteisuustaso 5 (Jäkäläturvekangas, GTK 92)
2	1 = Sarkaoja 2 = Kokooja	Kivilajin edelleen luokittelu
30	Yläpuolisen valuma-alueen koko (ha), Max=200	0 = ei tietoa TAI ei tarvita
		1 = hieno
		2 = keskikarkeat
		3 = karkeat

Taulukko 3 Ennustemallin versiossa 1 tarvittavat lähtötiedot.

Ennustemalliversioon 2 tehdään ennuste, kun ojitushetkestä on jo kulunut useita vuosia. Ennustemallilla ennustejakso on myös 50 v, mutta ennuste tehdään useita vuosia edellisen ojituksen toteuttamisen jälkeen. Ennustemallissa 2 tarvittavat lähtötiedot on esitetty taulukossa (Taulukko 4).

Data	Parametrin kuvaus	1 Rahkaturve = S,CS, BS
1984	Milloin tehtiin edellinen ojitus (korkeintaan 40 v sitten)	2 Ruskosammalturve = B, SB, CB
-9	Ojasyvyys ed. ojituksen jälkeen (m) JOS -9, niin ennuste taaksepäin!	3 Saraturve= C, SC, BC
1	Turverokoksen paksuus edellisen ojituksen aikana (m)	1 = H1
3	Turvelaji 1..3 (Selitys vieressä)	2 = H2, H3, H4
4	Turpeen maatuneisuusaste 1..5 (selitys vieressä)	3 = H5, H6
4	Suon ravinteisuustaso 1..5 (Selitys vieressä)	4 = H7, H8, H9
2	Turpeen alla olevan kivennäismaan tyyppi 0..3 (selitys vieressä)	5 = H10
1	1 = Sarkaoja 2 = Kokooja	Ravinteisuustaso 1 (Ruohoturvekangas, GTK 14)
77	Ei tarvita valuma-alueen kokoa jos sarkaoja	Ravinteisuustaso 2 (Mustikkaturvekangas, GTK 33)
2024	Ennusteen tekemisvuosi	Ravinteisuustaso 3 (Puolukaturvekangas, GTK 56)
0.5	Ojasyvyys ennusteen tekohetkellä (m) (pakollinen tieto)	Ravinteisuustaso 4 (Varputurvekangas, GTK 72)
60	Leveysaste (60 - 72 astetta)	Ravinteisuustaso 5 (Jäkäläturvekangas, GTK 92)
		Kivilajin edelleen luokittelu
		0 = ei tietoa TAI ei tarvita
		1 = hieno
		2 = keskikarkeat
		3 = karkeat

Taulukko 4 Ennustemallissa 2 tarvittavat lähtötiedot.

⁶ <https://tapio.fi/aineistopankki/julkaisut-ja-raportit/>

⁷ <https://tapio.fi/laskurit/ojien-madaltumisen-ennustemalli/>

TP2 Ojien kunnan kehittyminen – Ojainventointi

Vuoden 2023 aikana toteutettiin suunnitelman mukaiset ojainventoinnit 37 kohteella. Nämä inventoinnit mahdollistivat työpaketin 1 mukaisen ennustemenetelmän kehittämisen. Ojaininventoinneista ja niihin liittyvistä puustomittauksista on nyt olemassa 30 vuoden aikasarja. Inventointien tiedot on kerätty Excel-muotoon ja kohteet on valokuvattu. Mittaustiedot ojasyvyyksien muutoksesta on hyödynnetty mallinnuksessa.

Keskisyvyydet			
1994	2012	2023	Koealue
1,17	0,72	0,63	Sepänsuo
0,91	0,63	0,50	Kaulanperä
1,12	0,53	0,79	Isosuo
1,05	0,70	1,05	Vuohensuo
1,05	0,75	0,78	Pitkäneva
1,24	0,74	0,76	Hirsisuo
1,21	0,62	1,04	Paloneva
1,13	0,71	0,76	Alkkia
1,13	0,72	0,69	Porrasneva
0,95	0,74	0,77	Kiekonneva
0,98	0,54	0,71	Pottisuo
1,07	0,67	0,76	Liisansuo
0,82	0,53	0,60	Ruskeesuo
0,82	0,71	0,89	Alaräme
1,05	0,72	1,04	Purnukorpi
0,88	0,57	0,72	Mantilansuo
0,83	0,57	0,52	Honkasuo
			<i>Tervasuo</i>
0,99	0,68	0,68	Soidinkorpi
0,93	0,67	0,64	Heinäsuu
1,07	0,61	0,58	Haarasuo
0,80	0,55	0,64	Kämpä
			<i>Vähä-Oivari</i>
1,11	0,70	0,79	Hautakangas
1,04	0,72	0,74	Sydänkorvenrämäkkä
1,07	0,61	0,67	Takkikallio
0,93	0,69	0,85	Tupasalo
0,87	0,49	0,49	Korpiala
1,00	0,75	0,72	Raippamaanoja
1,16	0,76	0,97	Jänissuo
1,07	0,73	1,01	Rapasensuo
			<i>Komulansuo</i>
0,93	0,71	0,82	Käärmekorpi
1,09	0,76	0,82	Hämäläisneva
0,95	0,62	0,66	Pilpasuo
0,90	0,65	0,68	Isosuo nräme
0,88	0,64	0,76	Ruostekorpi
0,81	0,57	0,58	Ollinneva
1,02	0,61	0,76	Prakunmaa
1,03	0,70	0,91	Kontiojängkä

Taulukko 5 Ojasyvyyksimittausten keskiarvot kaikilla 37 alueella kolmena ajanhetkenä. Lihavoituna alueet, joissa oli tehty ojien kunnostusta. Kursivoituna alueet, jotka jätettiin mittausten ulkopuolelle puuttuvien mittaustietojen takia.

Yhteenveto tuloksista

Ennustemallissa tärkeimpiä mallin tuloksiin vaikuttavia muuttujia ovat alkuperäinen ojitusvyvyys/kun-
nostusojitusvyvyys ja turvepaksuus (Taulukko 6). Liitteessä 2 *Madaltumisennusteen testit* on kuvattu tar-
kemmin taulukon 6 testiskenaarioiden kuvaajia. Syviksi alun perin ojitetuilla (100 cm) paksuturpeisilla
kohteilla ennusteen mukaan ojan madaltuminen hidastuu 10v-20v ojituksen jälkeen, kun taas ohuttur-
peisilla ja hienommilla maalajin kohteilla madaltuminen jatkuu tasaisesti pitkään. Matalammissa (60 cm
syvissä) ojissa madaltuminen on pienempää verrattuna syviin ojiin (Taulukko 6). Mallissa ei kuitenkaan
ole huomioitu ojiin kehittyvän kasvillisuuden mahdollista vaikutusta madaltumistrendiin.

Mallin laajemman käytettävyyden ja paikkatietopohjaisen työkalun luonnin haasteena on, että tärkeitä
malliin vaikuttavia muuttujia ei saada luotettavasti suoraan paikkatiedosta. Mallin käytettävyyttä voisi
helpottaa esimerkiksi niin, että käyttäjä arvioisi karkeammalla tasolla turvepaksuutta (esim. luokittelulla
paksuturpeinen (turve ulottuu ojan pohjaan), keskipaksu, ohutturpeinen). Tällä hetkellä käyttäjä voi kui-
tenkin pyrkiä antamaan parhaan mahdollisen arvion turpeen paksuudesta ja alkuperäisestä ojitusvyvyy-
destä. Ennustemallin versiossa 2 ei tarvitse tietää edellisen ojituksen ojitusvyvyttä. Riittää, kun tuntee
ennustehetken (nykyhetken) ojasyyvyyden ja edellisen ojituksen toteutusvuoden, ja malli tekee ennus-
teen myös ajassa taaksepäin. Malliin on kuitenkin syötettävä tieto turvekerroksen paksuudesta edellisen
ojituksen aikana.

Myös turvekerroksen alla olevalla kivennäismaalajilla on vaikutusta ennustemallin tuloksiin. Hienon
maalajin kohteilla malli ennustaa ojan madaltuvan enemmän kuin karkeammalla maalajilla. Mallissa mu-
kana olevilla muilla muuttujilla (turvelaji, maatuneisuus, kasvupaikkatyyppi ja leveysaste) oli pienempi
vaikutus mallin tuloksiin, mutta niiden tietäminen tarkentaa mallin antamia tuloksia.

Ojasyyvyys	Turvekerroksen paksuus	Maalaji	Turvelaji	Kasvupa-	Maatune-	Ojasyyvyys 10v.	Ojasyyvyys 20v.	Ojasyyvyys 30 v.	Ojasyyvyys 40v.	Ojasyyvyys 50v. Jälkeen
100	0,15	1	3	2	4	0,87	0,75	0,62	0,5	0,37
100	0,15	2	3	2	4	0,87	0,76	0,64	0,52	0,4
100	0,15	3	3	2	4	0,9	0,82	0,73	0,64	0,54
100	0,5	1	3	2	3	0,72	0,59	0,47	0,35	0,29
100	0,3	1	3	2	3	0,85	0,74	0,63	0,53	0,43
100	0,5	3	3	2	3	0,77	0,7	0,63	0,56	0,5
100	0,8	1	3	2	3	0,7	0,56	0,49	0,43	0,38
100	0,8	3	3	2	3	0,73	0,62	0,58	0,55	0,53
100	0,8	1	1	3	2	0,69	0,54	0,46	0,4	0,35
100	100	1,2,3	1	5	4	0,72	0,59	0,53	0,51	0,49
100	100	1,2,3	3	1	2	0,72	0,57	0,5	0,47	0,45
60	60	1,2,3	3	2	2	0,41	0,38	0,37	0,36	0,36
60	60	1,2,3	1	4	2	0,42	0,4	0,38	0,38	0,38
60	40	1	1	4	2	0,43	0,41	0,38	0,35	0,32
60	40	3	1	4	2	0,45	0,44	0,42	0,4	0,39

Taulukko 6. Ennustemallin antamien tulosten vertailua erilaisilla muuttujien kombinaatioilla. Keltaisella on korostettu suurim-
mat ojasyyvytykset ja sinisellä matalimmat ojasyyvytykset 100 cm ja 60 cm lähtösyyvyyden ojista.

Tulosten vieminen käytäntöön

Tapion verkkosivuilla aineistopankin julkaisuissa ja raporteissa⁴ voi tutustua Metsäojien madaltumiskehityksen mallintaminen -raporttiin, joka on myös liitteenä (liite 1). Ennustemalli-Excel on saatavilla Aineistopankin laskureissa⁷. Hankkeen aikana käytiin keskusteluja Suomen metsäkeskuksen kanssa Ennustemalli-Excelin hyödyntämisestä Metsäkeskuksen verkkosivujen kautta jaettavana palveluna. Hankkeen tuloksista on viestitty Tapion kanavissa.

Taulukossa (Taulukko 7) on kuvattu mallissa hyödynnettävien muuttujien vaikutus ennusteeseen ja niiden saatavuus avoimista paikkatietoaineistoista, jotka on koottu Metsäkeskuksen avoimeen metka-työtilaan.

Muuttuja	Vaikutus ennusteeseen	Suomen Metsäkeskuksen QGIS työtilassa
Ojitussyvyys	Suuri	Ei
Turvepaksuus	Suuri	Ei
Turvelaji	Pieni	Metsävarakuvio (soiltype)
Maatuneisuus	Pieni	Ei suoraan
Kasvupaikkatyyppi	Pieni	Metsävarakuvio (fertilityclass), GTK suotyyppit ja turvekankaat
Kivennäismaalajin tyyppi	Kohtalainen	Metsävarakuvio (soiltype), GTK:n maalajiaineisto
Ojatyypin (sarkaoja/kokoojaoja)	Suuri	Suunnittelijalla tiedossa
Kokoojaojan yläpuolisen valuma-alueen koko	Kohtalainen	Metsäkeskuksen valuma-alueen rajausta -työkalu
Leveysaste	Pieni	Ei, selvitetävissä muuta kautta

Taulukko 7 Mallin muuttujat ja tietojen saatavuus avoimista paikkatietoaineistoista, jotka ovat Suomen metsäkeskuksen metka-työtilassa.

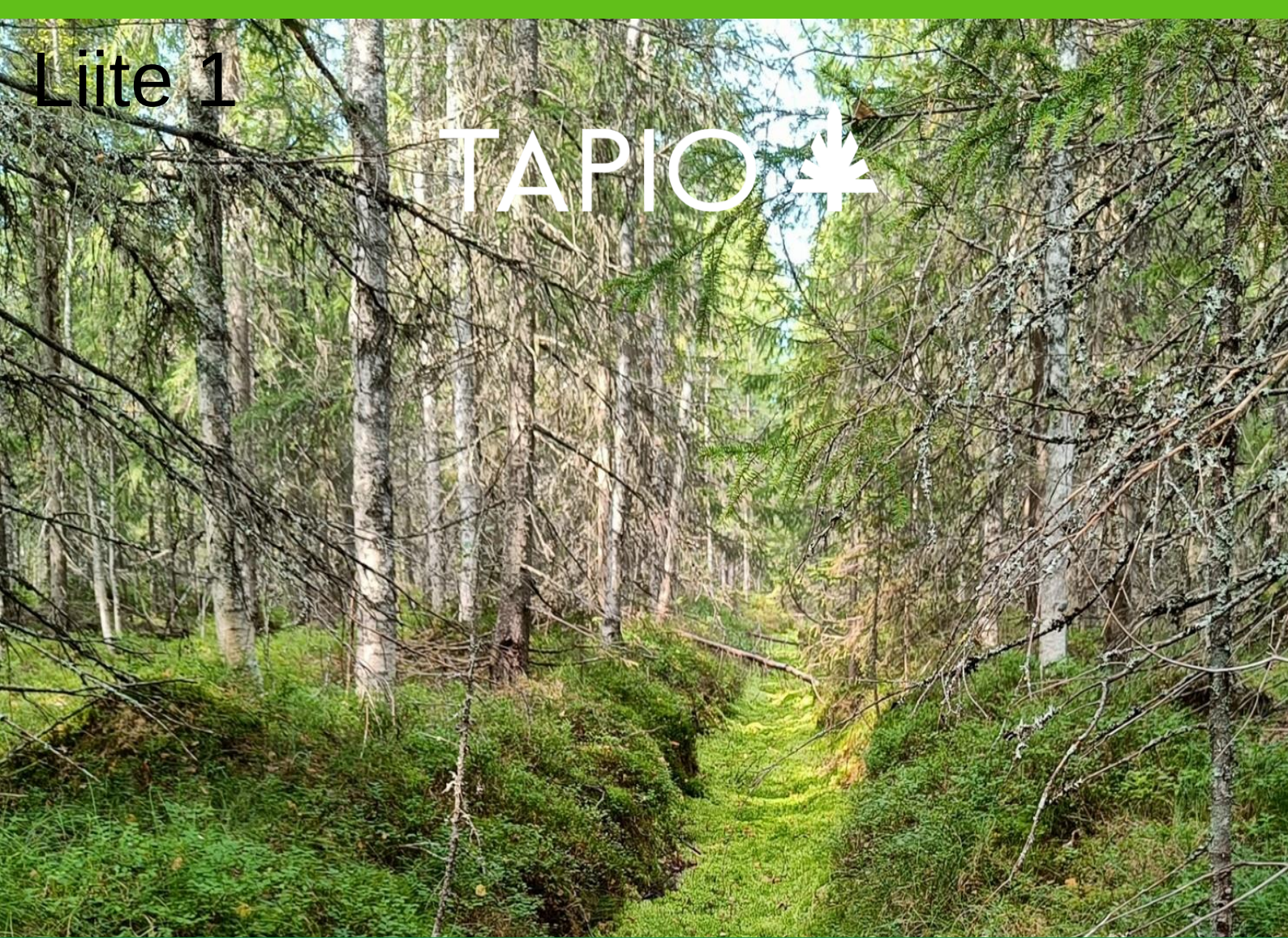
Tulosten merkitys ja jatkotoimenpiteet

Hankkeessa koostettu pitkäaikainen kunnostettujen ojien seurantatieto auttaa mahdollisten muiden oja- ja ennallistamissuunnittelijoiden käyttöön tarkoitettujen paikkatietotyökalujen tulevia kehittämissuunnitelmia. Hankkeessa kehitettyä ojasyvyyden ennustemallia hyödyntämällä saadaan tietoa ojien madaltumisenopeudesta ja siitä, millaiseksi nyt kunnostettavat ojat tai kunnostamatta jätettävät ojat voivat pitkällä aikavälillä kehittyä. Mallin käyttäminen suunnittelussa vaatii järjestelmäkehittämistä, jotta mallia voidaan hyödyntää laajassa mittakaavassa. Tällä hetkellä Ennustemalli-Excel mallintaa yhden kohdan yhdestä ojasta.

Liitteet

Liite 1 Metsäojien madaltumiskehityksen mallintaminen -raportti

Liite 2 Madaltumisennusteen testit

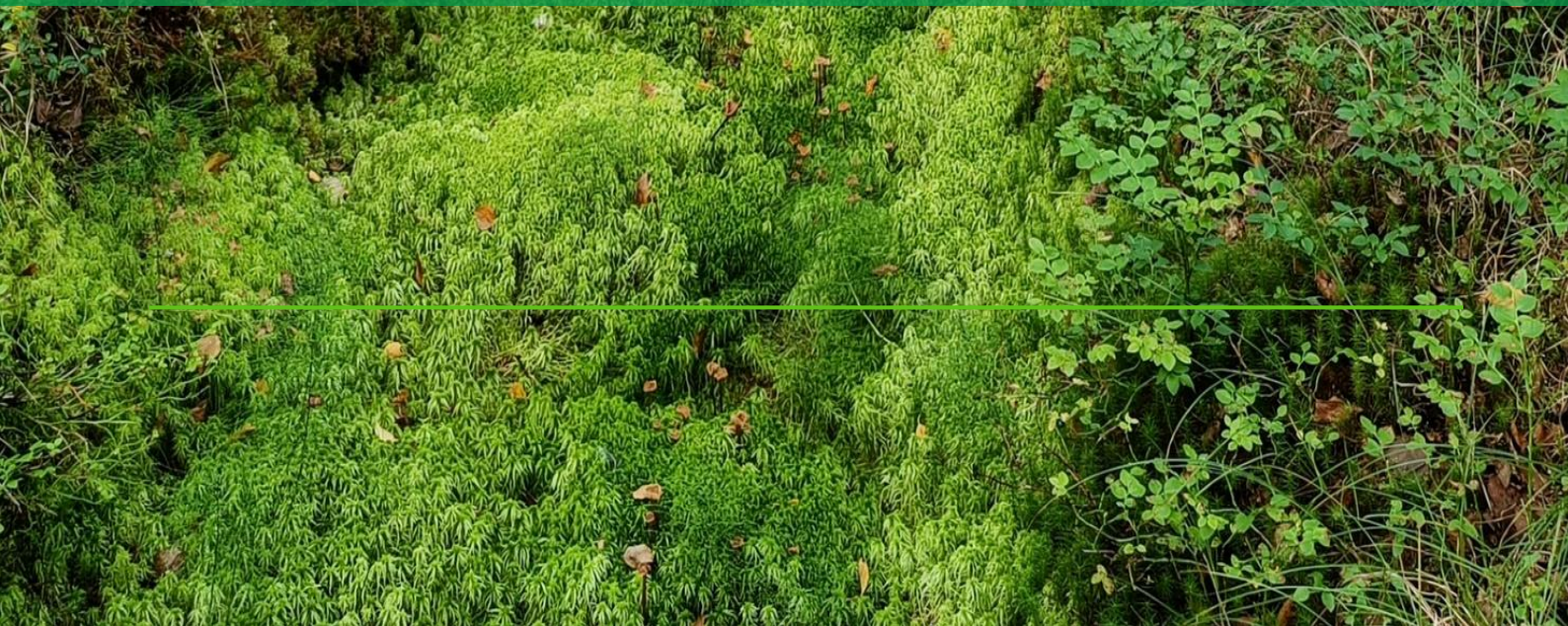


Liite 1

TAPIO 

Metsäojien madaltumiskehityksen mallin- taminen

31.10.2024



Tapio Oy (jäljempänä Tapio) vastaa palvelun toteuttajana ja raportin laatijana siitä, että raportti on laadittu ammattitaitoisesti, huolellisesti ja alalla vallitsevaa hyvää ammattikäytäntöä noudattaen. Raportti vastaa tilannetta sen antamishetkellä, eikä Tapio siten ole vastuussa myöhemmin esim. olosuhteiden muuttumisesta johtuneista seikoista. Toimeksiannon suorittamista varten Tapio on saanut toimeksiantajalta tai kolmansilta aineistoa ja laskentamalleja, joiden oikeellisuuteen ja todenmukaisuuteen Tapio on luottanut ilman eri tutkimusta tai todentamista, ellei kyse ole aineistosta, jonka oikeellisuuden tai todenmukaisuuden selvittäminen on nimenomaisesti kuulunut toimeksiantoon.

Tapio ei vastaa missään tapauksessa raportin välillisistä eikä epäsuorista vahingoista. Tapion vastuu rajoittuu kaikissa tapauksissa sille toimeksiannosta maksettuun määrään, ellei Tapion osoiteta menetelleen tahallisesti tai törkeän tuottamuksellisesti. Kolmannella taholla on oikeus luottaa lausuntoon vain siinä tarkoituksessa, mihin lausunto on nimenomaisesti pyydetty. Tapion vastuu kolmatta tahoa kohtaan ei voi olla suurempi, kuin mitä se on lausunnon pyytäneellä taholla kohtaan.



Kauppila, M., Karvonen, T. Anttila, T. & Ronkainen, T. 2024, Metsäojien madaltumiskehityksen mallintaminen. Tapion raportteja nro 73.

© Tapio Oy

Kansikuva: Maija Kauppila

ISBN 978-952-7435-36-6

ISSN 2342-804X

Työn tilaaja: Raportti on laadittu osana Maa- ja metsätalousministeriön rahoittamaa Hiilestä Kiinni ohjelman hanketta: Metsäojien madaltumiskehityksen mallintaminen

Sisällysluettelo

YHTEENVETO	3
TAUSTA	4
OJAINVENTOINNIT	5
AINEISTON KERUU	5
TULOKSET	7
MALLINNUKSEN AINEISTOT	11
MAASTOMITTAUSTULOKSET	11
MITATTUJEN OJASYVYYKSIEN VERTAAMINEN LASERKEILAUSAINEISTOON	12
MUUT PAIKKATietoaineistot	13
TUPASALON ESIMERKKI	13
OJASYVYYDEN MATALOITUMISEN ENNUSTEMALLIT	18
OJASYVYYDEN ENNUSTEMALLIT	18
ENNUSTEMALLIVERSIO 1: ENNUSTE LAADITAAN OJITUSHETKESTÄ 50 V. ETEENPÄIN	18
ENNUSTEMALLIVERSIO 2: TEHDÄÄN ENNUSTE, KUN OJITUSHETKESTÄ ON JO KULUNUT USEITA VUOSIA	21
LÄHTEET	23
LIITE 1. ENNUSTEMALLIN MUUTTUJAT JA MALLISSA KÄYTETYT KAAVAT	24
TURVEKERROKSEN PAINUMISTA JA UUDEN TURVEKERROKSEN KASVUA KUVAAVAT MALLIT	24
ENNUSTEMALLIN KAAVAT	25

Yhteenveto

Metsäojien madaltumiskehityksen mallintaminen käsittelee Suometsien hoitoon kehitettyä mallinnusmenetelmää, jolla voidaan ennustaa metsäojien kunnon kehittymistä. Ennustemallin avulla suunnittelija voi arvioida ojien kunnostustarvetta ja näin välttää tarpeettomia ojakunnostuksia, jolloin voidaan vähentää suometsien vesistökuormitusta ja kasvihuonekaasupäästöjä.

Ennustemallia varten inventoitiin 1990-luvulla ojitettut kohteet, joista on aiempaa inventointitietoa kolmelta inventointikerralta. Pitkäaikaisen ojainventointitiedon avulla pystyttiin selvittämään ojien mataloitumiskehitys. Mallinnuksessa käytettiin ojainventointiaineiston lisäksi vapaasti ladattavia maanmittauslaitoksen, GTK:n, Suomen ympäristökeskuksen ja Luonnonvarakeskuksen paikkatietoaineistoja.

Lopputuloksena tuotettiin Excel-pohjainen ennustemalli, jota voidaan käyttää ojien kehityksen ennustamiseen. Ennustemalli arvioi ojan madaltumisen yhdessä ojan pisteessä. Malli on vapaasti käytettävissä ja ladattavissa Tapion verkkosivuilta.

Metsäojien madaltumiskehityksen mallintaminen -raportti toteutettiin samannimisessä hankkeessa (MEMMA) 2023-2024. MEMMA-hankkeen toteutti Tapio Oy yhteistyössä WaterHope Oy:n kanssa. Hankkeen rahoitti Maa- ja metsätalousministeriön Hiilestä kiinni -ilmastotoimenpidekokonaisuus, jolla pyritään vähentämään maa- ja metsätalouden ja muun maankäytön kasvihuonekaasupäästöjä ja vahvistamaan hiilinieluja.

Tausta

Tapio toteutti Metsäojien madaltumiskehityksen mallintaminen-raportin saman nimisessä hankkeessa (MEMMA) osana Maa- ja metsätalousministeriön Hiilestä kiinni -ilmastotoimenpidekokonaisuutta, jolla pyritään vähentämään maa- ja metsätalouden ja muun maankäytön kasvihuonekaasupäästöjä ja vahvistamaan hiilinieluja. Hanke toteutettiin vuosien 2023-2024 aikana.

Lähes puolet Suomen soista, noin 5,9 miljoonaa hehtaaria, on ojitettu metsätaloustyökalu varten. Suomettien hoito on keskeisessä asemassa ilmasto-kestävän metsänhoidon toteutuksessa. Suomettien rooli ilmakehän hiilensidonnassa riippuu olennaisesti metsäojien ja puuston ylläpitämisestä kuivavarasta. Puuston kasvukauden aikana 30–40 cm kuivatussyvyys saralla on riittävä puuston kasvun ylläpitämiseksi. Ojitus-tyvytydellä on vaikutus kuivatukseen ja oletetusti myös ojien kunnon säilymiseen. Toisaalta mitä tehokkaampi kuivatava vaikutus ojalla on, sitä isommiksi kasvihuonekaasupäästöt turpeesta ja vesistökuormitus kasvavat. Maaperän turpeen hiilivaraston säilymisellä on suuri vaikutus ilmastoon: 10 cm turvekerroksessa on varastoituneena yhtä paljon hiiltä kun 100 m³/ha puuston biomassassa samankokoisella alueella. Turvemaiden hiilitasapainon kannalta on erityisen tärkeää osoittaa ojien kunnostustoimenpiteet sellaisille kohteille, joilla kunnostus on kannattava ja tarpeellinen toimenpide puuston kasvun kannalta sekä välttää ojien kaivamista liian syviksi. Hyvällä ojasuunnittelulla ja toteutuksella on suora vaikutus turvemaiden metsien kasvukykyyhin ja rooliin ilmakehän hiilensidonnassa.

Mallinnuksen kehittämisessä käytettiin 30 vuoden ajanjaksolta, vuosien 1990-2023 ajalta ojainventointitietoja. 1990-luvulla alkaneessa Vesihallituksen METVE-projektissa selvitettiin metsätalouden vesistöhaittoja. METVE-projektissa kunnostettiin 40 kohteen ojat 1990-luvun alussa, minkä jälkeen Tapio on seurannut ojien kunnon kehittymistä. Ojat inventointiin kunnostamisen jälkeen vuonna 1994, sekä tämän jälkeen vuonna 2006 ja vuosien 2011–2013 välillä. Vuonna 2023 toteutettiin MEMMA-hankkeessa viimeisin inventointikierros, eli neljäs kerta, kun ojat inventoitiin.

30 vuoden ojainventointitietoihin perustuvan ennustemallin avulla on mahdollista arvioida ojien nykykunnon perusteella, miten kauan ojat todennäköisesti pysyvät jatkossa kuivatusta vastaavassa kunnossa. Menettely parantaa suunnittelijan mahdollisuuksia arvioida kohteen ojien perkaustarvetta. Lisäksi ojien inventointitiedon perusteella tarkasteltiin paikkatietopohjaisen hydrologisen kytkeytyneisyyden mallin kykyä tunnistaa ojasyvyys.

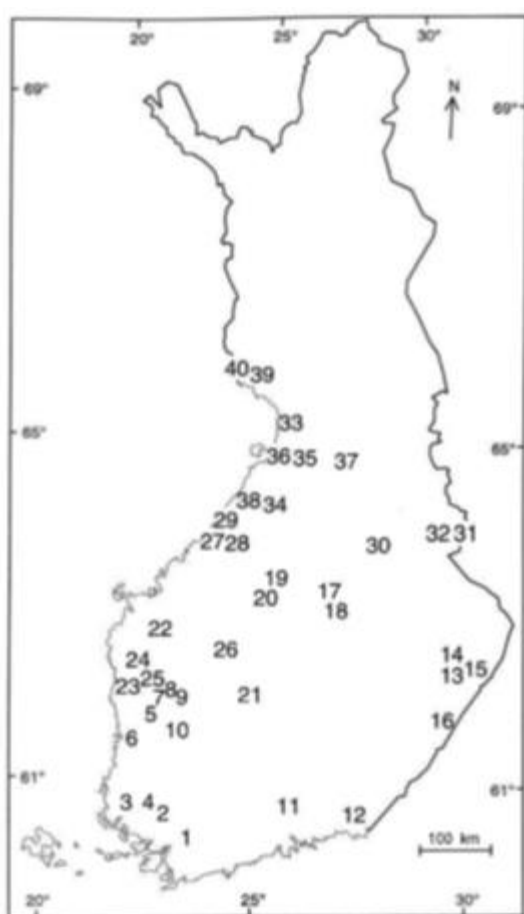
Lisäksi hankkeessa hyödynnettiin laserkeilausaineiston analysointiin perustuvaa menetelmää, jonka tavoitteena on tunnistaa ne osat uomaverkostosta, joiden kunnostaminen on tarkoituksenmukaista ojien nykyisen kunnon ja maanpinnan muotojen perusteella. Mitattuja ojasyvyystietoja verrattiin laserkeilausaineiston tuottamaan ojien kunnon arvioon.

Madaltumiskehityksen mallintamisella voidaan kehittää suomettien hoidon suunnittelua. Puuston haihdunnalla ja ojien ennustettavalla kunnolla on merkittävä yhteisvaikutus suometsen vesitalouteen ja kuivatustilaan.

Ojainventoinnit

Aineiston keruu

Mallinnuksen kehittämisessä käytettiin 30 vuoden ajanjaksolta, vuosien 1990-2023 aikana kerättyjä ojainventointitietoja. 1990-luvulla alkaneessa Vesihallituksen METVE-projektissa selvitettiin metsätalouden vesistöhaittoja. METVE-projektissa kunnostettiin 40 suometsäkohteen kuivatusojat (Kuva 1) 1990-luvun alussa, minkä jälkeen Tapio on seurannut ojien kunnon kehittymistä. Ojat inventointiin kunnostamisen jälkeen vuonna 1994, sekä tämän jälkeen vuonna 2006 ja vuosien 2011–2013 välillä. Vuonna 2023 toteutettiin MEMMA-hankkeessa neljäs ja viimeisin inventointikierros.



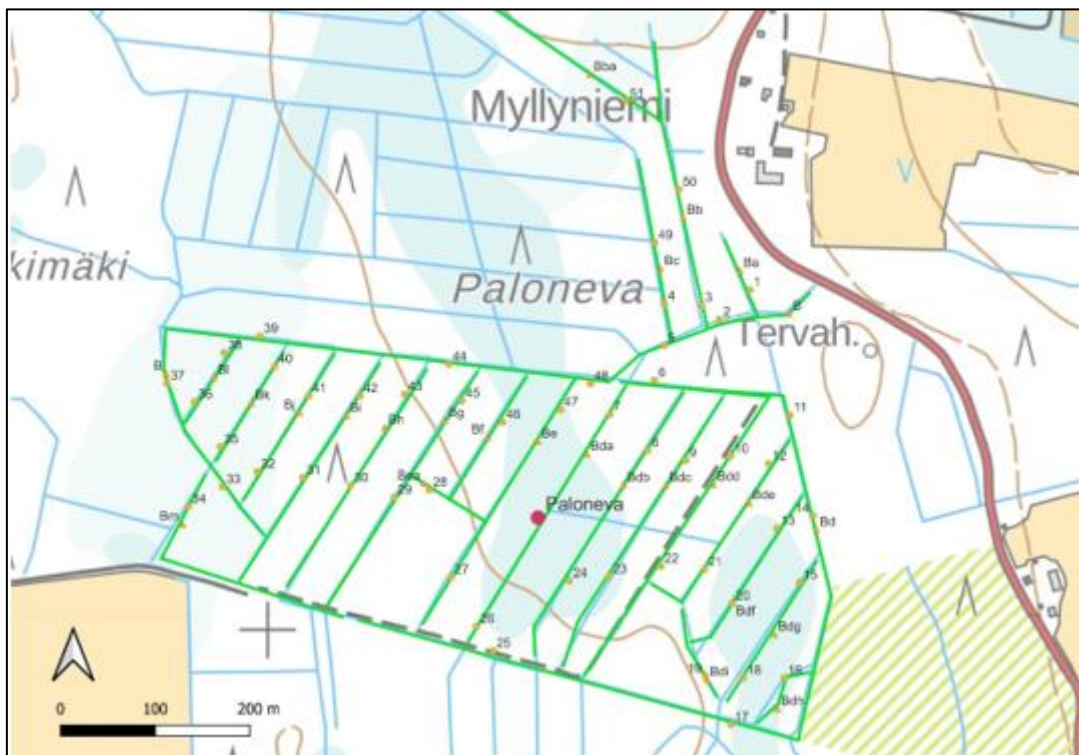
Kuva 1 Seurantakohteiden sijainti kartalla.

Seurantakohteiden ojista inventoitiin kaikkina neljänä inventointikertoina samat muuttujat:

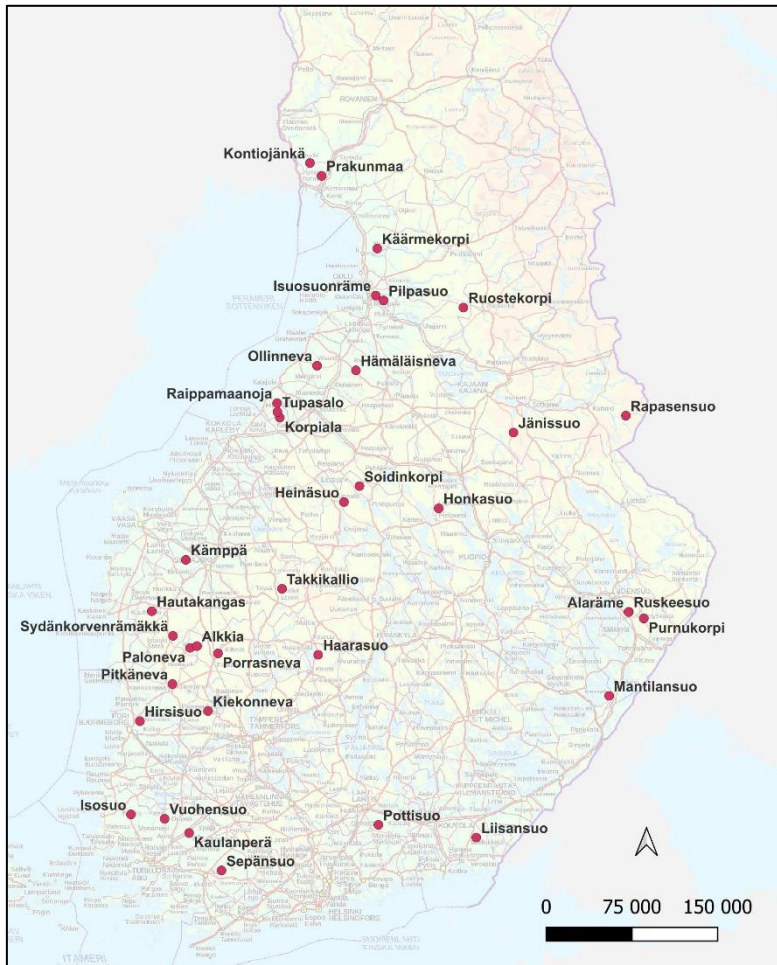
- Ojan syvyys, ojan pinta- ja pohjaleveys, kasvillisuus ja sen peittävyys
- Ojan toimivuus (hyvä, kohtalainen, heikko), myös ojien mahdollisten tukkeumien syyt (kynnys, rumpu, lietekasauma, kasvillisuus, hakkutähteet).
- Puustomittaukset ojien mittauspisteiden läheisyydessä, puuston kehitysluokka, turpeen paksuus
- Vesiensuojelurakenteiden kunto ja toimivuus

MEMMA-hankkeessa kerättiin yhteen viimeisimpien 2011-2013 inventoitujen 40 ojitusalueen mittaus-tiedot ja vietiin QGis paikkatietojärjestelmään. Kolme (3) kohdetta (Komulansuo, Tervasuo ja Vähä-Oi-vari) jätettiin puuttuvien mittauspistetietojen vuoksi MEMMA-hankkeen inventoinnin ulkopuolelle.

MEMMA-hankkeessa 2023 tehtyä ojainventointia varten luotiin paikkatiedon mobiilisovellukseen QFiel-diin maastotallennuslomake. Lomake sisälsi vuosien 2011-2013 digitoidut mittauspisteiden sijainnit ja ojaviivat kartalla sekä kohteilla mitattavat vastaavat muuttujat kuten aiempina vuosina. Mittauspisteitä oli kokoomaojissa 50 metrin ja sarkaojissa 100 metrin välein, noin 50 mittauspistettä yhdellä kohteella. Mitatut ojat ja mittauspisteiden sijainnit digitoitiin (Kuva 2). Vuoden 2023 aikana inventoitiin 37 ojitus-kohdetta (Kuva 3) sisältäen noin 1 650 mittauspistettä. Ojien mittauspisteet valokuvattiin inventointien yhteydessä.



Kuva 2. Esimerkkikartta mitatulta koealueelta (Paloneva). Kirjaimet kuvaavat ojan nimeä ja numerot mittauspistettä.



Kuva 3 MEMMA-hankkeessa vuonna 2023 inventoidut ojituskohteet.

Tulokset

Ojasyvyyden muutos

Vuonna 2023 tehtiin ojamittaukset samoilta pisteiltä kuin aikaisempina mittauskertoina. Tarkastelussa ovat mittauksista lasketut ojakohtaiset keskiarvot. Tarkastelussa on vain sarkaojat ja kokoojaojat on jätetty keskiarvosta pois. Kaikista alueista tehtiin tiedustelu mahdollisista ojitusilmoituksista alueellisiin ELY-keskuksiin. Osalle koalueista (Kontiojätkä, Paloneva, Vuohensuo, Kämpän kohdalla osalla alueesta) oli tehty ojitusilmoitus: nämä alueet jätettiin pois analyysistä siinä tapauksessa, että mitattu ojasyvyys kasvoi mittausajanjaksojen välillä.

Keskisyvydet			
1994	2012	2023	Koealue
1,17	0,72	0,63	Sepänsuo
0,91	0,63	0,50	Kaulanperä
1,12	0,53	0,79	Isosuo
1,05	0,70	1,05	Vuohensuo
1,05	0,75	0,78	Pitkäneva
1,24	0,74	0,76	Hirsisuo
1,21	0,62	1,04	Paloneva
1,13	0,71	0,76	Alkkia
1,13	0,72	0,69	Porrasneva
0,95	0,74	0,77	Kiekonneva
0,98	0,54	0,71	Pottisuo
1,07	0,67	0,76	Liisansuo
0,82	0,53	0,60	Ruskeesuo
0,82	0,71	0,89	Alaräme
1,05	0,72	1,04	Purnukorpi
0,88	0,57	0,72	Mantilansuo
0,83	0,57	0,52	Honkasuo
			<i>Tervasuo</i>
0,99	0,68	0,68	Soidinkorpi
0,93	0,67	0,64	Heinäsuo
1,07	0,61	0,58	Haarasuo
0,80	0,55	0,64	Kämpä
			<i>Vähä-Oivari</i>
1,11	0,70	0,79	Hautakangas
1,04	0,72	0,74	Sydänkorvenrämäkkä
1,07	0,61	0,67	Takkikallio
0,93	0,69	0,85	Tupasalo
0,87	0,49	0,49	Korpiala
1,00	0,75	0,72	Raippamaanoja
1,16	0,76	0,97	Jänissuo
1,07	0,73	1,01	Rapasensuo
			<i>Komulansuo</i>
0,93	0,71	0,82	Käärmekeppi
1,09	0,76	0,82	Hämäläisneva
0,95	0,62	0,66	Pilpasuo
0,90	0,65	0,68	Isosuoönräme
0,88	0,64	0,76	Ruostekorpi
0,81	0,57	0,58	Ollinneva
1,02	0,61	0,76	Prakunmaa
1,03	0,70	0,91	Kontiojätkä

Taulukko 1 Ojasyvyysmittausten keskiarvot kaikilla 37 alueella kolmena ajanhetkenä. Lihavoituna alueet, joissa oli tehty ojien kunnostusta. Kursivoituna alueet, jotka jätettiin mittausten ulkopuolelle puuttuvien mittauspistetietojen takia.

Mittauspisteiden yläpuolisen valuma-alueen ja ojan madaltumisen välistä yhteyttä kaikille 1 650 mittauspisteelle katsottiin kuvaajan avulla (Kuva 4 Mittauspisteiden yläpuolisen valuma-alueen pinta-alan (ha) ja ojan mitatun madaltumisen välinen yhteys jaksolla 1994 – 2012/2013. Kuva 4). Tulosten mukaan yhteys on niin heikko, että sarkaojien ojasyvyyden madaltumismalliin ei otettu mukaan yläpuolisen valuma-alueen kokoa. Kokoojaojille yläpuolisen valuma-alueen koko otettiin mukaan selittävänä tekijänä. Eroosio ja sedimentaatio voi olla ”tasapainossa” mittauspaikoilla, joiden yläpuolinen valuma-alue on suuri. Turvekerroksen kasvun vaikutus on merkittävä niissä mittauspisteissä, joissa yläpuolisen valuma-alueen pinta-ala on pieni.



Kuva 4 Mittauspisteiden yläpuolisen valuma-alueen pinta-alan (ha) ja ojan mitatun madaltumisen välinen yhteys jaksolla 1994 – 2012/2013.

Puuston kasvun lisäys

Puuston kasvun lisäys laskettiin laskemalla puuston kuutiomäärän muutokset kolmen ajanjakson välillä (1994 – 2013, 2013 – 2019 ja 2019 – 2021). Vuoden 1994 data on otettu vuoden 1994 kenttäkokeista ja vuosien 2013, 2019 ja 2021 data Luonnonvarakeskuksen hila-aineistoista jokaiselle kohdealueelle.

Puuston kuutiomäärien muutosta käytettiin apuna arvioitaessa mitkä mittausvälit poistettiin ennustemallin aineistosta. Jos kuutiomäärän pieneneminen oli enemmän kuin $50 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{mittausväli}$, niin nämä mittauspaikat jätettiin pois aineistoista, kun muodostettiin mallin yhtälöitä. Puuston kuutiomäärän pieneneminen saattaa indikoida avohakkuuta, joka voi vaikuttaa ojasyvyyden madaltumiseen. Näitä aineistoja ei käytetty ennustemenetelmän muuttujina, vaan niiden avulla arvioitiin, onko alueella tehty niin merkittäviä hakkuita, että sen jakson mittauspisteet jätetään pois ennustemallin selittäjistä (pienennys enemmän kuin $50 \text{ m}^3/\text{ha}$). Pois jäivät Paloneva, Mantilansuo ja Heinäsuo 2013-2023.

Kasvun lisäys m ³			
1994-2013	2013-2019	2019-2021	Alue
4,4	5,1	4,5	Sepänsuo
	6,3	6	Kaulanperä
4,1	-1,7	2,5	Isosuo
6,1	-5,4	11,5	Vuohensuo
3,4	-7,2	11	Pitkäneva
4,4	-7,2	-0,5	Hirsisuo
4,8	-9,5	15,5	Paloneva
	-1,2	1	Alkkia
3,4	-6,2	1,5	Porrasneva
2,8	1,3	9	Kiekonneva
2,7	3,1	-0,5	Pottisuo
2,8	-0,9	4,5	Liisansuo
2,4	-3	10,5	Ruskeesuo
4,9	-1	2,5	Alaräme
3,2	5,8	-9	Purnukorpi
5,8	-9	-7,5	Mantilansuo
0,4	-2,2	7	Honkasuo
			<i>Tervasuo</i>
4,7	0,5	-5	Soidinkorpi
	-11	9	Heinäsuu
1,4	1,8	-0,5	Haarasuo
1,8	8	-8,5	Kämpä
			<i>Vähä-Oivari</i>
4,1	0,1	13,5	Hautakangas
2,8	1,5	5,5	Sydänkorvenrämäkkä
2	4,8	3,5	Takkikallio
4,5	-5,2	14,5	Tupasalo
4,4	-0,5	-22,5	Korpiala
3,2	0,3	-1	Raippamaanoja
3,7	6,6	-4	Jänissuo
2,8	-0,4	-5	Rapasensuo
			<i>Komulansuo</i>
1,7	8,8	-7,5	Käärmekorpi
3	-1,5	-2	Hämäläisneva
2,5	3	-4,5	Pilpasuo
2,2	4,3	-1,5	Isosuo nräme
3,3	1,3	-0,5	Ruostekorpi
3,1	-2	10,5	Ollinneva
-0,8	2,5	11,5	Prakunmaa
0,5	4,5	-15,5	Kontiojänkä

Taulukko 2 Puuston kuutiomäärät on poimittu Luonnonvarakeskuksen hila-aineistoista vuosilta 2013, 2019 ja 2021 jokaiselle kohdealueelle. Kursivoituna alueet, jotka jätettiin laskelmien ulkopuolelle puuttuvien mittauspistetietojen takia.

Mallinnuksen aineistot

Maastomittaustulokset

Edellä kuvattua maastossa mitattua aineistoa hyödynnettiin mallin muodostamisessa ja arvioinnissa. Lopullisessa ennustemallissa kerätyistä aineistoista käytettiin seuraavia oja- ja mittauspistekohtaisia tietoja:

- alkuperäinen ojasyvyys (m)
- turvekerroksen paksuus (m) ja turpeen maatuneisuusaste
- turvekerroksen alapuolella olevan kivennäismaakerroksen paksuus ja maalaji

Turvelaji jaettiin mallissa kolmeen eri tyyppiin:

- Rahkaturve = S, CS, BS (*S-rahkaturve, CS-sararahkaturve, BS-ruskosammalrahkaturve*)
- Ruskosammalturve = B, SB, CB (*B-ruskosammalturve, SB-rahkaruskosammalturve, CB-sararuskosammalturve*)
- Saraturve = C, SC, BC (*C-saraturve, SC-rahkasaraturve, BC-ruskosammalsaraturve*)

Ennustemallissa turpeen maatuneisuusasteikkona käytettiin jakoa (von Post asteikko 1-10):

- Luokka 1 = H1
- Luokka 2 = H2, H3, H4
- Luokka 3 = H5, H6
- Luokka 4 = H7, H8, H9
- Luokka 5 = H10

Turpeen alapuolella olevan kivennäismaan osalta ennustemallissa lähtötietona käytettiin jakoa:

- Hienot: savimoreeni, hiesumoreeni, savi ja hieno hiesu
- Keskikarkeat: hietamoreeni, hieno hietä, karkea hietä ja hieno hiekka
- Karkeat: hiekkamoreeni, soramoreeni, kivinen moreeni, karkea hiekka, hiekkainen sora ja kivinen sora

Turvemaiden osalta malliin lisättiin mahdollisuus antaa lähtötietona GTK:n paikkatietoaineistoista poimittava suon ravinteisuustaso:

- Ravinteisuustaso 1 (Ruohoturvekangas)
- Ravinteisuustaso 2 (Mustikkaturvekangas)
- Ravinteisuustaso 3 (Puolukkaturvekangas)
- Ravinteisuustaso 4 (Varputurvekangas)
- Ravinteisuustaso 5 (Jäkäläturvekangas)

Jokaiselle koealueelle laadittiin yläpuolisen valuma-alueen rasteri ja sen perusteella jokaisen mittauspisteen yläpuolisen valuma-alueen koko (ha). Vain kokoojaojille käytettiin selittävänä muuttujana yläpuolisen valuma-alueen kokoa (kts. Kuva 4).

Mitattujen ojasyvyyksien vertaaminen laserkeilausaineistoon

Madaltumiskehityksen ennustemallissa käytettiin kaikkien 40 ojainventointialueen laserkeilausaineistoja. Koealueista 20 oli sellaisia, joille oli olemassa tiheäpulsista laserkeilausaineistoa 5 p/m² (5p-aineisto) (kts. Taulukko 3) ja muilla käytettiin harvapulsista 0,5 p/m² aineistoa (0,5p-aineisto). Vertailun vuoksi 0,5p-aineistoa käytettiin myös niille alueille, joilta oli olemassa tarkka 5p-aineisto.

NRO	5P-tuotantoalue	Koealueet	Lkm
1	Alavus	Takkikallio	1
2	Iisalmi	Honkasuo, Tervasuo	2
3	Keuruu	Haarasuo	1
4	Kokkola	Tupasalo, Raippamaanoja, Korpiala	3
5	Kuivaniemi	Käärmekeppi	1
6	Lahti	Pottisuo	1
7	Loimaa	Vuohensuo	1
8	Merikarvia	Vähä-Oivari	1
9	Parkano	Pitkäneva, Paloneva, Alkkia, Porrasneva	4
10	Pori	Hirsisuo	1
11	Puolanka	Ruostekorpi	1
12	Salo	Sepänsuo, Kaulanperä	2
13	Siikalatva	Hämäläisneva	1
		Yhteensä	20

Taulukko 3 5p-tuotantoalueet ja niille osuvat Tapion ojainventointialueet.

Lidar 5p-aineiston avulla tehty ojan pohjan korkeustason ja ojasyvyyden tulkinta tehtiin seuraavalla tavalla:

- kaikki ojat jaettiin 5 m pituisiin jaksoihin
- etsittiin jokaiseen 5 m ojaksoon osuvat Lidar 5p maanpintapisteet ja niistä poimittiin pienin arvo, jonka tulkittiin olevan ojan pohjan syvyytensä $Z_{\min}$
- jokaisen ojakson ympärillä oleva maanpinnan vertailutaso arvioitiin poimimalla korkeusmalista ympäröivien solmujen (pois lukien kaikki ojasolmut) keskimääräinen maanpinnan korkeus (Z_{keski})
- tulkittu ojasyvyys laskettiin kahden edellä kuvatun erotuksena $Z_{\text{ojasyv}} = Z_{\text{keski}} - Z_{\min}$

Ojasyvyysmittauksia oli käytettävissä noin 1 650, jotka oli mitattu vuonna 2023. Mittauspisteitä oli keskimäärin 50 kpl/alue. Mittauspisteille kerättiin Lidar 5p-aineistolla ja Lidar 0,5p-aineistolla saadut korkeudet. 20 alueelle tehtiin ojasyvyysvertailu vuoden 2023 mitattuihin mittauspisteisiin. Vertailu osoitti, että Lidar 5p-aineistolla saatujen korkeuksien keskiarvo on sama kuin mitattujen, tuloksissa on kuitenkin hajontaa. Lidar 0,5p aineistolla saadut korkeudet antoivat keskimääräiseksi ojasyvyyydeksi 16 cm liian matalan mitattuihin tuloksiin nähden. (Taulukko 4)

Mittaus	Lidar 5P	Lidar 05P	Ero 5P	Ero 05P						
0.75	0.76	0.59	-0.01	0.16	Keskiarvot/kaikki					
Keskisyvytydet						Keskisyvytydet				
Mittaus	Lidar 5P	Lidar 05P	Ero 5P	Ero 05P	Alue	Mittaus	Lidar 5P	Lidar 05P	Ero 5P	Ero 05P
0.63	0.68	0.60	-0.05	0.02	Sepänsuo	0.58	0.71	0.55	-0.12	0.03
0.50	0.33	0.28	0.16	0.21	Kaulanperä	0.64		0.63		0.02
0.79		0.52		0.27	Isosuo					
1.05	0.98	0.84	0.06	0.21	Vuohensuo	0.79		0.59		
0.78	0.88	0.78	-0.10	0.00	Pitkäneva	0.74		0.67		
0.76	0.63	0.61	0.13	0.15	Hirsisuo	0.67	0.71	0.59	-0.04	0.08
1.04	1.05	0.98	-0.01	0.06	Paloneva	0.85	0.94	0.83	-0.09	0.01
0.76	0.80	0.70	-0.03	0.06	Alkkia	0.49	0.55	0.43	-0.06	0.07
0.69	0.78	0.64	-0.09	0.05	Porrasneva	0.72	0.71	0.51	0.01	0.20
0.77		0.51		0.25	Kiekonneva	0.97		0.69		0.28
0.71	0.57	0.43	0.14	0.28	Pottisuo	1.01		0.61		0.40
0.76		0.46		0.30	Liisansuo					
0.60		0.38		0.22	Ruskeesuo	0.82	0.73	0.58	0.09	0.24
0.89		0.54		0.35	Alaräme	0.82	0.83	0.71	0.00	0.11
1.04		0.56		0.48	Purnukorpi	0.66		0.59		0.06
0.72		0.47		0.25	Mantilansuo	0.68		0.55		0.14
0.52	0.60	0.49	-0.08	0.03	Honkasuo	0.76	0.61	0.53	0.15	0.23
					Tervasuo	0.58		0.52		0.06
0.68		0.53		0.15	Soidinkorpi	0.76		0.49		0.27
0.64		0.53		0.12	Heinäsuu	0.91		0.37		0.54

Taulukko 4 Vertailu vuonna 2023 mitattujen ojasyvyyksien ja tiheäpulsaisen laserkeilausaineiston 5 pistettä/m² (Lidar 5P) ja harvennetun laserkeilausaineiston 0,5 pistettä/m² (Lidar 0,5P) välillä.

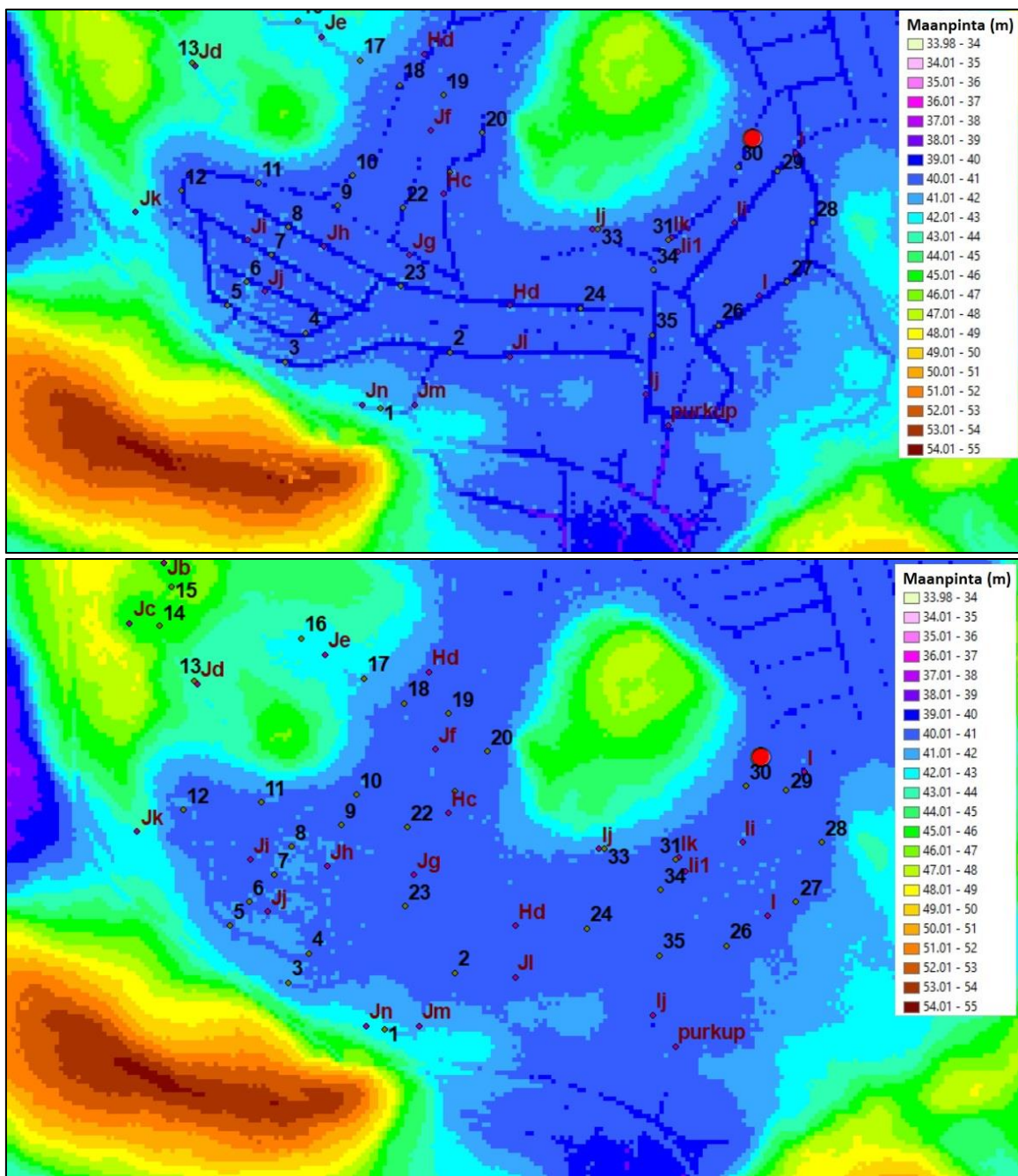
Muut paikkatietoaineistot

Kaikilta koealueilta koottiin vapaasti ladattavat paikkatietoaineistot:

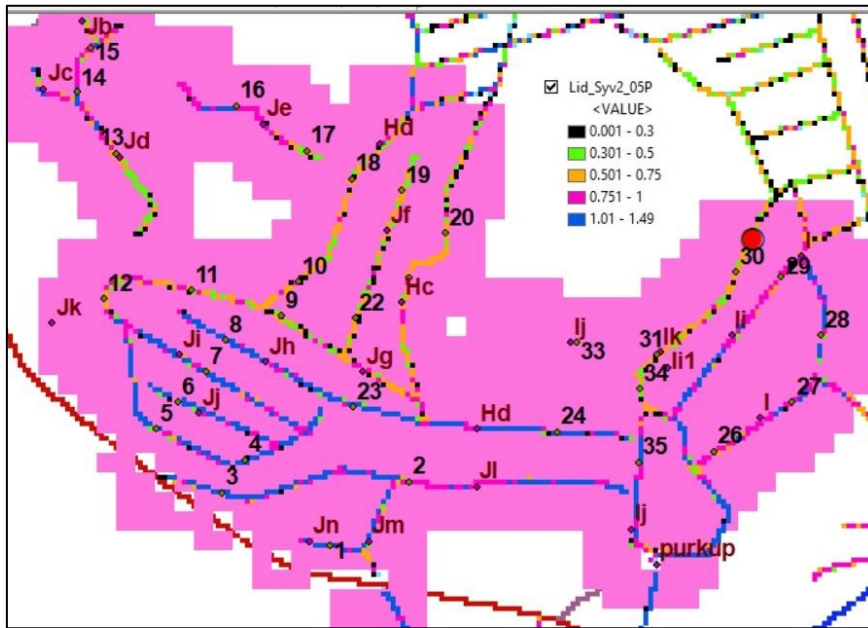
- Ojainventointiaineistot (1990, 2011 ja 2023): maastomittaukset, ojaiviivat, ojanimet ja koealueiden valuma-alueet (MEMMA-hankkeessa kerätty aineistot)
- Korkeusmalli 2 m (ruutukoko 2 m x 2 m) (Maanmittauslaitos)
- Tiheäpulsinen laserkeilausaineisto 5 pistettä/m² (Lidar 5P). Aineistot käytössä 20 koealueelle (Maanmittauslaitos)
- Harvennettu laserkeilausaineisto 0,5 pistettä/m² (Lidar 0,5P). Aineistot käytössä kaikille 40 koealueelle. (Maanmittauslaitos)
- Ojat ja tiet (Maanmittauslaitoksen maastotietokanta)
- Puuston kuutiomäärä 2013, 2019 ja 2021 (Luonnonvarakeskus)
- Päätyyppi: kivennäismaa, korpi, räme (Luonnonvarakeskus)
- Maaluokka: metsämaa, kitumaa, joutomaa (Luonnonvarakeskus)
- Puuston ikä (Luonnonvarakeskus)
- CORINE Land Cover ja uomaverkosto (Suomen ympäristökeskus)
- Maalajiluokka, pääosin 1:200 000, 1:20 000 kattaa vain pienen osan koealueista (GTK)
- Suomaiden ravinteisuusluokka (GTK)

Tupasalon esimerkki

Jokaisella kohteella vertailtiin 2023 mitattua ojasyvyysaineistoa ja laserkeilausaineistoa. Tupasalon alueelta ei ollut käytettävissä 5p-aineistoa. Kuvissa (Kuva 5) on esitetty maanpinnan korkeusmalli, joka on tehty Maanmittauslaitoksen 2x2 m² korkeusmallin perusteella (ylempi kuva) ja korkeusmalli Lidar 0,5p-aineiston avulla (alempi kuva). Kuvassa (Kuva 6) on esitetty 0,5p-laserkeilausaineiston perusteella tehty ojasyvyystulkinta Tupasalon koalueelle.

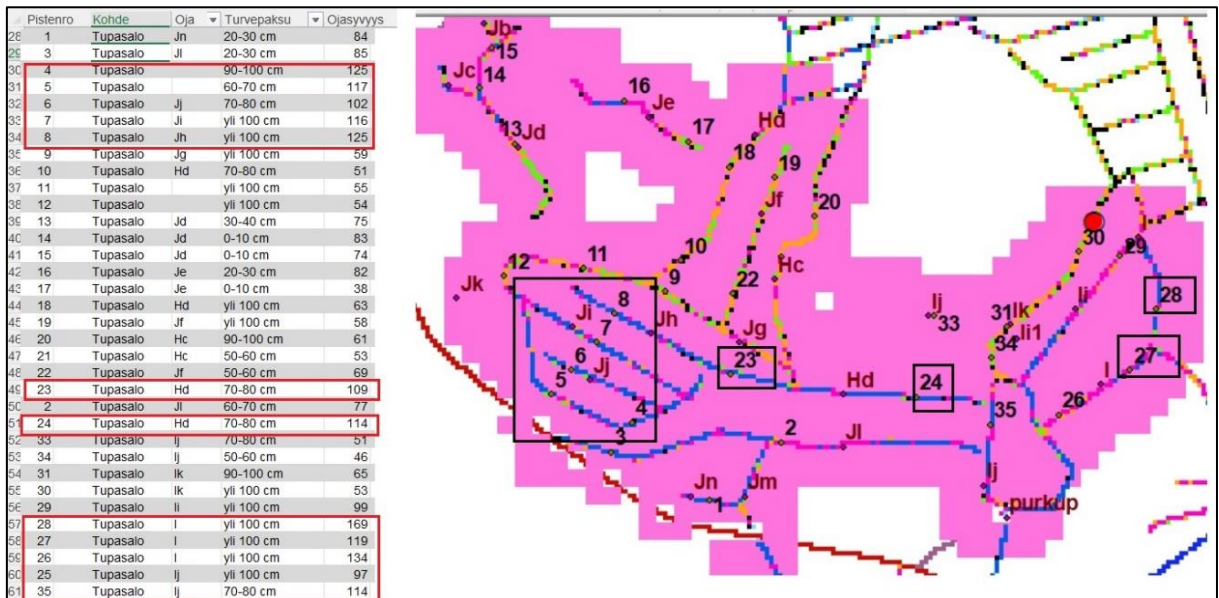


Kuva 5 Tupasalon alueen korkeusmallit. a) MML:n 2x2 m² aineisto (ylempi kuva) ja b) Lidar 0,5p-aineiston perusteella tehty korkeusmalli (alempi kuva). Ojien paikat näkyvät erittäin selvästi Lidar-aineiston perusteella tehdystä korkeusmallista.



Kuva 6 Tupasalon koealueen ojat (kirjaimet), mittauspisteet (numerot) ja Lidar 0,5p-aineiston perusteella tulkittu ojasyvyys (m). Alueen eteläosassa on paljon ojia, joissa syvyys on tulkinnan mukaan yli 100 cm.

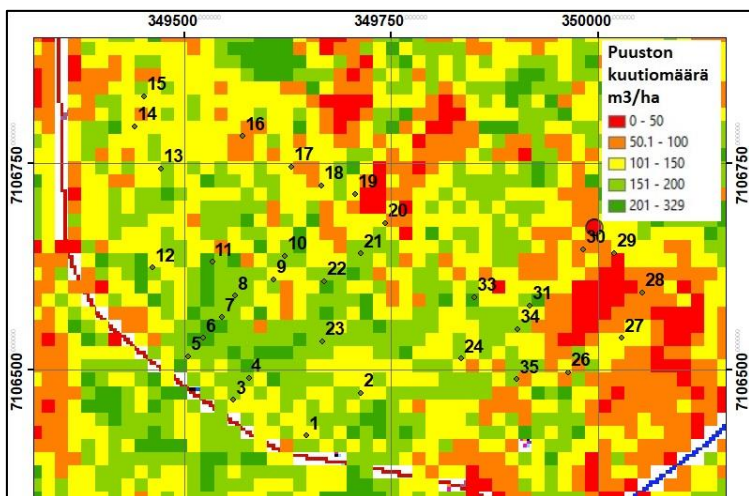
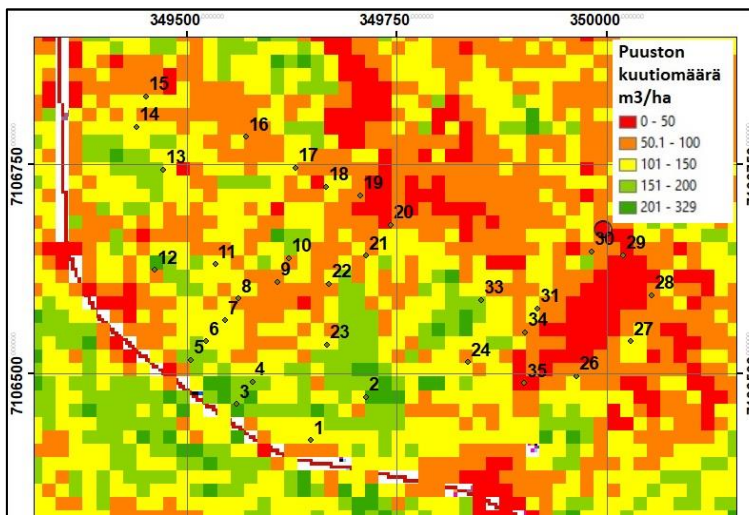
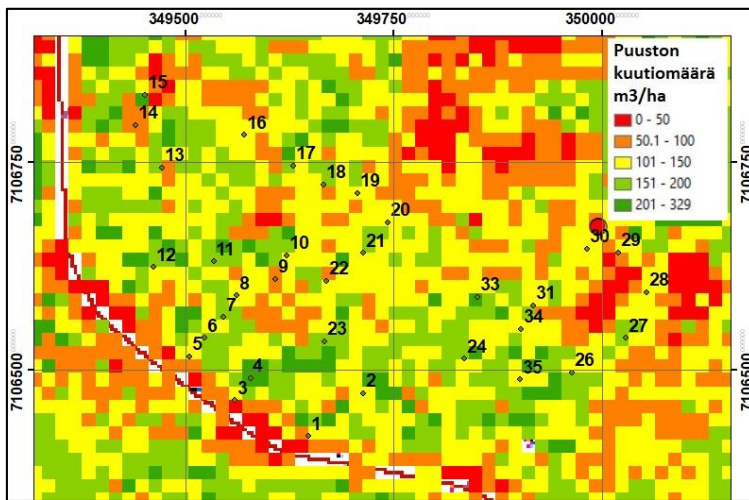
Mittauspisteitä oli Tupasalossa 35. Kuvassa (Kuva 7) on kuitenkin esitetty alustavaa vertailua Tupasalon alueelta. Sinisellä merkityt ojat ovat lasertulkinnan perusteella sellaisia, joilla ojasyvyys on yli 100 cm. Kuvan (Kuva 7) vasemmassa reunassa on esitetty vuoden 2023 maastomittausten tulokset eri havaintopisteille. Suuret mitatut ojasyvyys näytävät osuvan erittäin hyvin tulkittujen syvyyksien kanssa.



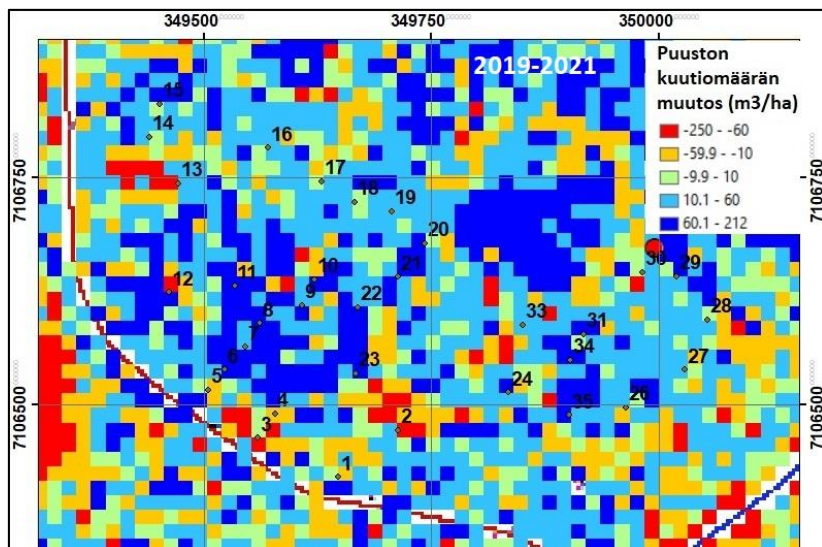
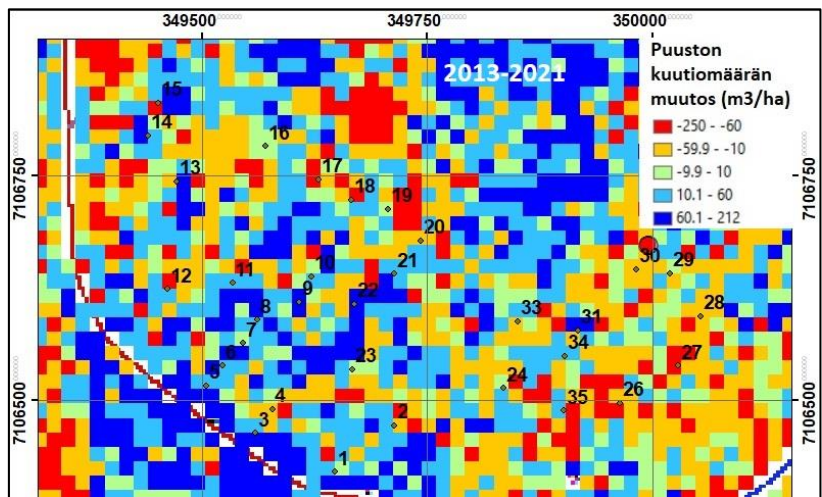
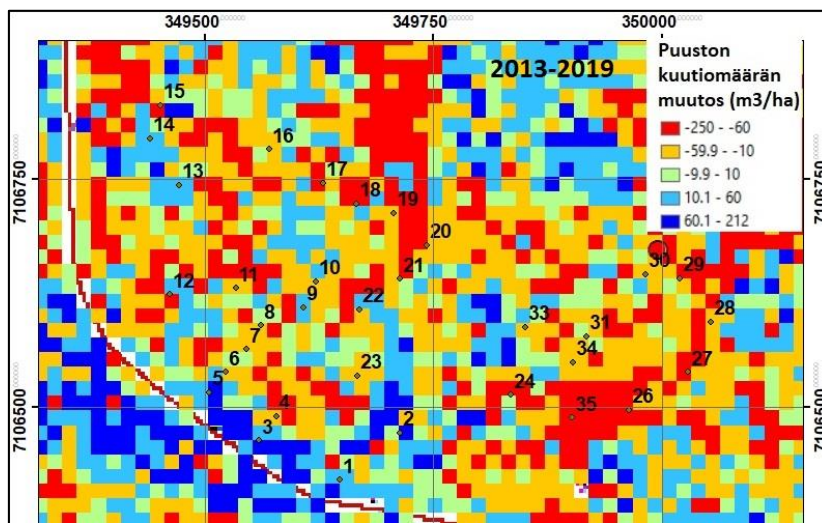
Kuva 7 Tupasalon mittauspisteiden (1..35) 2023 mitattu ojasyvyys ja vastaava Lidar 0,5p-tulkinta. Suuria mitattuja ojasyvyys osuu pisteisiin 4..8, 23, 24 ja 27 ja 28, joissa myös Lidar-tulkinnan mukaan syvyys on yli 100 cm. Tulosten mukaan osa alueen ojista on perattu v. 1990 jälkeen, joten kyseisiä ojia ei voida käyttää madaltumiskehityksen mallintamisessa.

Kuvissa (Kuva 8) on esitetty puuston kuutiomäärä Luken aineistojen perusteella vuosien 2013, 2019 ja 2021. Kuvissa (Kuva 9) on esitetty näiden rasterien avulla lasketut puuston kuutiomäärän muutokset v. 2013–2021 välisenä aikana. Näitä aineistoja ei käytetty ennustemallin muuttujina, vaan niiden avulla

arvioitiin, onko alueella tehty niin merkittäviä hakkuita, että sen jakson mittauspisteet jätetään pois enustemallin selittäjistä (vähennys enemmän kuin 50 m³/ha).



Kuva 8 Puuston kuutiomäärä (m³/ha) Luken aineistojen perusteella. a) Vuosi 2013 (ylin kuva), b) vuosi 2019 (keskellä oleva kuva) ja c) vuosi 2021 (alin kuva).



Kuva 9 Puuston kuutiomäärän muutos (m^3/ha) Luken aineistojen perusteella. a) Vuosien 2013 ja 2019 välinen muutos (ylin kuva), b) vuosien 2013 ja 2021 välinen muutos (keskellä oleva kuva) ja c) vuosi en 2019 ja 2021 välinen muutos (alin kuva).

Ojasyvyyden mataloitumisen ennustemallit

Ojasyvyyden ennustemallit

Alkuperäinen idea oli käyttää vuosina 1994, 2012/2013 ja 2023 kerättyjä tarkkoja MEMMA-aineistoja ennustemallin laadinnassa. Aikaisempina vuosina kerätty data on niin yksityiskohtaista, että käytännön ennustetilanteissa näitä tietoja ei ole mahdollista saada mallin muilta kuin MEMMA-kohteilta. Siitä syystä päädyttiin ratkaisuun, jossa ennustemallit tehtiin käyttäen vain niitä MEMMA-aineistoja, jotka on melko todennäköisesti mahdollista kerätä mallin uusilta sovelluskohteilta tai arvioida riittävän luotettavasti (kts. Maastomittaustulokset). Tällä ratkaisulla mallin mahdollisten sovelluskohteiden määrä kasvaa huomattavasti.

Ennustemallin laadinnassa otettiin mukaan alkuperäisistä 1 650 mittauspisteestä ne, joiden alueella ei ollut tehty ojitushetkiä. Aineistoista poistettiin myös ne mittauspisteet, joissa ojasyvyys oli kasvanut mittausjaksojen välillä (syy ojasyvyyden kasvuun niin epäselvä, että mittauspiste kannatti jättää pois). Aineistoista poistettiin myös ne alueet, joilla puuston kuutiomäärä oli pienentynyt enemmän kuin 50 m³/ha v. 2013 ja 2021 välisenä aikana (puuston kuutiomäärän pieneneminen saattaa indikoida avohakkuuta, joka voi vaikuttaa ojasyvyyden madaltumiseen, joten varmuuden vuoksi nämä jaksot jätettiin pois).

Aikaisempien tutkimusten mukaan kasvukauden lämpösumman lisääntyminen voimisti mataloitumista (Joensuu 2014). Ennustemalliin otettiin selittäväksi muuttujaksi leveysaste, joka kuvaa hyvin kasvukauden lämpösummaa eri puolilla Suomea, mutta on selvästi helpompi lähtötietomuuttuja kuin lämpösumma.

MEMMA-aineistojen avulla oli mahdollista tehdä ennustemallit neljälle erityyppiselle profiilille:

- 1) Paksuturpeiset profiilit sarkaojissa (turvepaksuus ojitushetkellä yli 0,8 m)
- 2) Ohutturpeiset profiilit sarkaojissa (turvepaksuus 0,3 – 0,8 m)
- 3) Kivennäismaiden profiilit (turvepaksuus alle 0,3 m)
- 4) Kokoojaojien ennustemalli

Yksityiskohtainen lista mallin muuttujista ja ennustemallin kaavoista on esitetty liitteessä 1

Ennustemallin kaavoja voidaan käyttää kahdella eri tavalla (Malli 1 ja Malli 2). Kehitetty ennustemalli on ohjelmoitu Excel-käyttöliittymän ja Visual Basic-ohjelmointikielen avulla helppokäyttöiseen muotoon, jolla on mahdollista laskea madaltumiskehitys sekä malliversiolla 1, että versiolla 2. Excel-tiedosto on ladattavissa Tapion verkkosivuilta aineistopankin laskureista¹.

Ennustemalliversio 1: Ennuste laaditaan ojitushetkestä 50 v. eteenpäin

Tällä ennustemallilla ennustejakso on 50 v, vaikka datajakso on vain 30 v. Ennusteen epävarmuus kasvaa mitä pidempi jakso lasketaan. Ennustemallissa 1 tarvittavat lähtötiedot on esitetty taulukossa (Taulukko 5 Ennustemallin versiossa 1 tarvittavat lähtötiedot. (Taulukko 5).

¹ <https://tapio.fi/laskurit/ojien-madaltumisen-ennustemalli/>

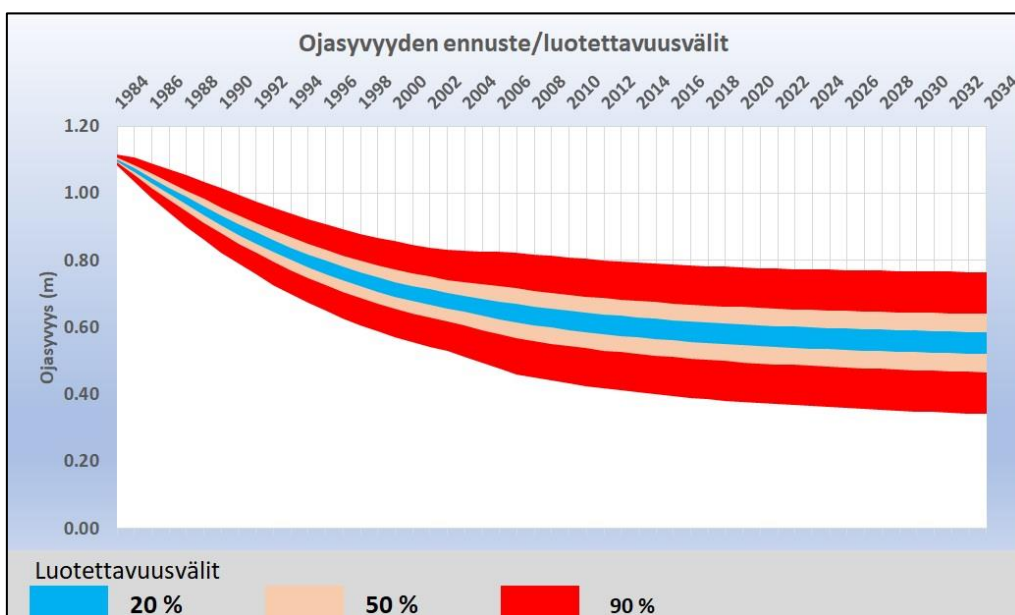
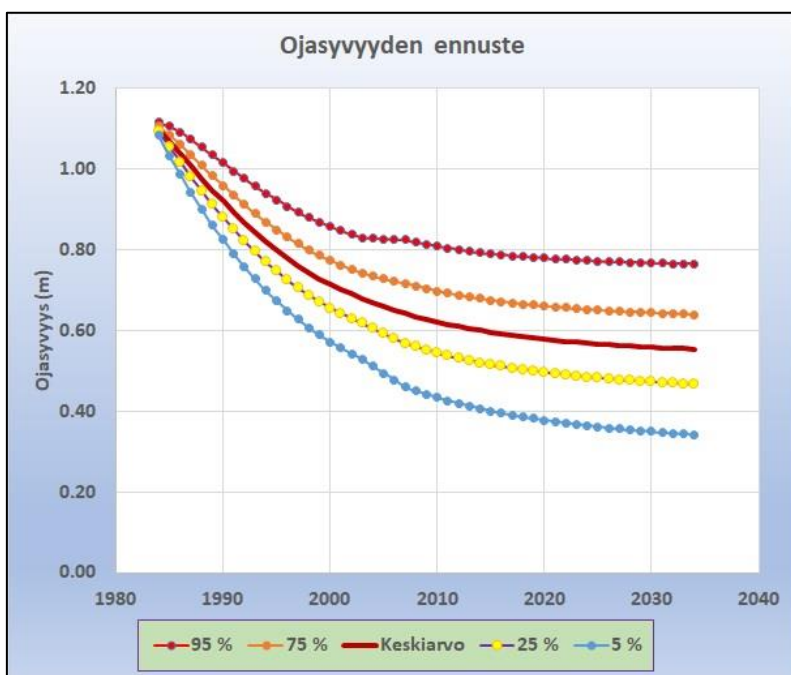
Data	Parametrin kuvaus	1 Rahkaturve = S,CS, BS
1984	Edellisen ojituksen vuosi (aikaisin mahdollinen on 1974)	2 Ruskosammalturve = B, SB, CB
1.1	Ojasyvyys ojituksen jälkeen (m)	3 Saraturve= C, SC, BC
1	Turvekerroksen paksuus edellisen ojituksen aikana (m)	1 = H1
3	Turvelaji 1..3 (Selitys vieressä)	2 = H2, H3, H4
2	Turpeen maatuneisuusaste 1..5 (selitys vieressä)	3 = H5, H6
1	Suon ravinteisuustaso 1..5 (Selitys vieressä)	4 = H7, H8, H9
1	Turpeen alla olevan kivennäismaan tyyppi 0..3 (selitys vieressä)	5 = H10
1	1 = Sarkaoja 2 = Kokooja	Ravinteisuustaso 1 (Ruohoturvekangas, GTK 14)
30	Ei tarvita valuma-alueen kokoa jos sarkaoja	Ravinteisuustaso 2 (Mustikkaturvekangas, GTK 33)
66	Leveysaste (60 - 72 astetta)	Ravinteisuustaso 3 (Puolukkaturvekangas, GTK 56)
		Ravinteisuustaso 4 (Varputurvekangas, GTK 72)
2	1 = Sarkaoja 2 = Kokooja	Ravinteisuustaso 5 (Jäkäläturvekangas, GTK 92)
30	Yläpuolisen valuma-alueen koko (ha), Max=200	Kivilajin edelleen luokittelu
		0 = ei tietoa TAI ei tarvita
		1 = hieno
		2 = keskikarkeat
		3 = karkeat

Taulukko 5 Ennustemallin versiossa 1 tarvittavat lähtötiedot.

Kivennäismaan tyyppiä ei tarvita, jos turvekerros on vähintään ojasyvyyden paksuinen. Kivennäismaakerroksen paksuutta ei tarvitse antaa. Sen paksuudeksi oletetaan Ojasyvyys-Turpeen paksuus – 0,1 m, missä 0,1 on pinnan oletettu humuskerroksen paksuus. Lisäksi annetaan leveysaste (60 - 72 astetta), joka kuvaa hyvin lämpösumman eli kasvukauden pituuden vaikutusta. Lämpösumma olisi hankala parametri muille kuin asiantuntijoille. Jos ennustetaan kokoojaajan syvyyden kehitys, niin on annettava sen yläpuolisen valuma-alueen koko (ha). Datassa max.-koko oli 200 ha, joten sitä suurempaa arvoa Excel-ohjelma ei hyväksy.

Ohjelma tekee ennusteen 50 v eteenpäin ja laskee keskiarvoennusteen lisäksi sen luotettavuusrajat (5 %, 25 %, 40 %, 60 %, 75 % ja 95 %), jotka tulostetaan sekä käyrinä, että luotettavuusrajat väritettyinä alueina. Kuvaajassa x-akselilla on vuodet ja y-akselilla ojasyvyys metreinä. Alkupisteessä on syötetty tieto ojan syvyydestä ja ojitusvuosi.

Esimerkki Ennustemallin 1 tulostuksista on esitetty kuvissa (Kuva 10 Esimerkki Ennustemallin 1 tulostuksista, kun käytetyt lähtötiedot on esitetty taulukossa 5. Kuva 10), kun laskennassa käytetyt parametrit on esitetty taulukossa (Taulukko 5). Kuva 10 ojan syvyys alussa vuonna 1984 on 1,10 m ja kohde on paksuturpeinen (1 m). Oja madaltuu ensimmäisen kymmenen vuoden aikana keskiarvona syvyyteen 0,82 m eli madaltuminen on 28 cm. 1994–2004 madaltuminen on 15 cm, 2004-2014: 7 cm, 2014-2024: 3 cm ja 2024-2034: 2 cm.



Kuva 10 Esimerkki Ennustemallin 1 tulostuksista, kun käytetyt lähtötiedot on esitetty taulukossa 5.

	95 %	75 %	Keskiarvo	25 %	5 %
1984	1,12	1,11	1,10	1,09	1,08
1994	0,94	0,87	0,82	0,77	0,70
2004	0,83	0,73	0,67	0,60	0,51
2014	0,79	0,68	0,60	0,52	0,41
2024	0,77	0,65	0,57	0,48	0,36
2034	0,76	0,64	0,55	0,47	0,34

Taulukko 6 Yllä olevan kuvaajan tulokset 10 vuoden välein ojitusvuodesta 1984 vuoteen 2034.

Ennustemalliversio 2: Tehdään ennuste, kun ojitushetkestä on jo kulunut useita vuosia

Tällä ennustemallilla ennustejakso on myös 50 v, mutta ennuste tehdään useita vuosia edellisen ojituksen toteuttamisen jälkeen. Ennustemallissa 2 tarvittavat lähtötiedot on esitetty taulukossa (Taulukko 7).

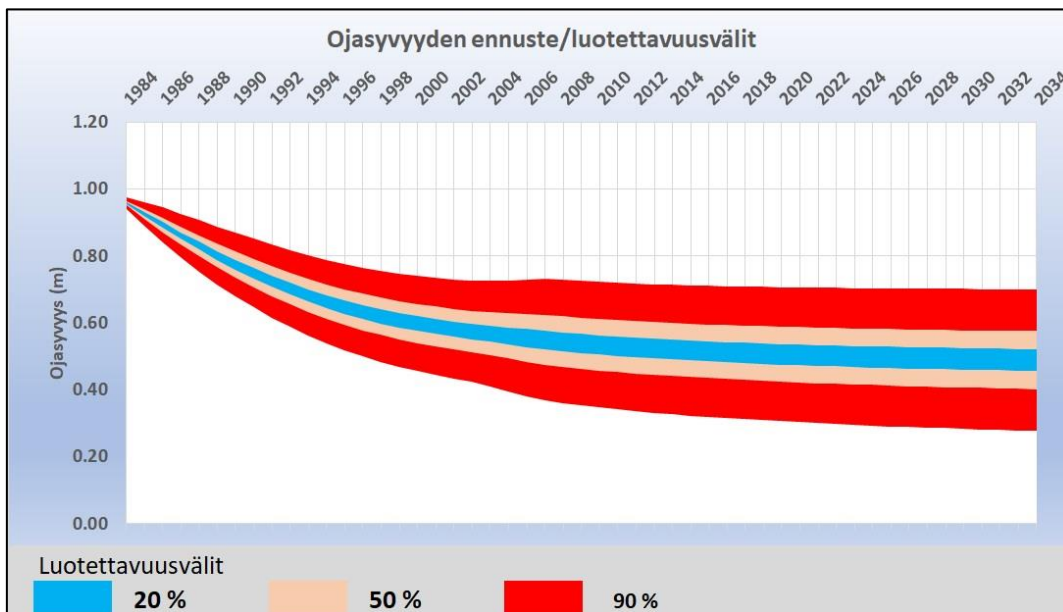
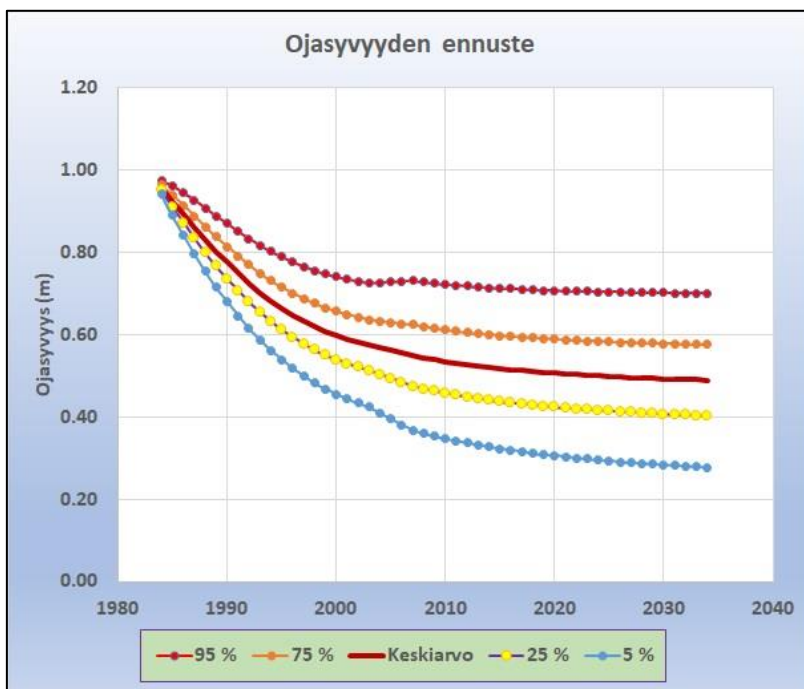
Data	Parametrin kuvaus	1 Rahkaturve = S, CS, BS
1984	Milloin tehtiin edellinen ojitus (korkeintaan 40 v sitten)	2 Ruskosammalturve = B, SB, CB
-9	Ojasyvyys ed.ojituksen jälkeen (m) JOS -9, niin ennuste taaksepäin!	3 Saraturve= C, SC, BC
1	Turvekerroksen paksuus edellisen ojituksen aikana (m)	1 = H1
3	Turvelaji 1..3 (Selitys vieressä)	2 = H2, H3, H4
4	Turpeen maatuneisuusaste 1..5 (selitys vieressä)	3 = H5, H6
4	Suon ravinteisuustaso 1..5 (Selitys vieressä)	4 = H7, H8, H9
2	Turpeen alla olevan kivennäismaan tyyppi 0..3 (selitys vieressä)	5 = H10
1	1 = Sarkaoja 2 = Kokooja	Ravinteisuustaso 1 (Ruohoturvekangas, GTK 14)
77	Ei tarvita valuma-alueen kokoa jos sarkaoja	Ravinteisuustaso 2 (Mustikkaturvekangas, GTK 33)
2024	Ennusteen tekemisvuosi	Ravinteisuustaso 3 (Puolukkaturvekangas, GTK 56)
0.5	Ojasyvyys ennusteen tekohetkellä (m) (pakollinen tieto)	Ravinteisuustaso 4 (Varputurvekangas, GTK 72)
60	Leveysaste (60 - 72 astetta)	Ravinteisuustaso 5 (Jäkäläturvekangas, GTK 92)
		Kivilajin edelleen luokittelu
		0 = ei tietoa TAI ei tarvita
		1 = hieno
		2 = keskikarkeat
		3 = karkeat

Taulukko 7 Ennustemallissa 2 tarvittavat lähtötiedot.

Tämän ennustemallin laskennassa oletetaan, että edellisen ojituksen ajankohta tunnetaan (korkeintaan 40 v sitten). Ojitushetken ojasyvyys voidaan antaa, jos se tiedetään, tai annetaan ojasyvyudeksi luku -9, jolloin ohjelma tekee ennusteen myös taaksepäin. Lisäksi annetaan ennusteen tekemisvuosi ja ojasyvyys ennustevuonna (pakollinen tieto). Lähtötiedot ovat muuten samat ennustemalliversiossa 1.

Jos mallille annetaan lähtötietoina sekä ojitushetken, että ennustehetken ojasyvyudet, niin ohjelma tekee mallinnuksen siten, että ennustehetken ojasyvyys on annettu arvo. Jos mallille annetaan vain ennustehetken ojasyvyys, niin ohjelma arvioi ojitushetken ojasyvyyden ja tekee ennusteen sekä taaksepäin yhteensä 50 v ajalle (esimerkiksi 40 v taaksepäin ja 10 v eteenpäin). Esimerkit ennustemalliversio 2 tulostuksista on esitetty kuvissa (Kuva 11 Esimerkki malliversio 2 tulostuksista, kun käytetyt lähtötiedot on esitetty taulukossa 6.Kuva 11), kun käytetyt parametrit ovat taulukon (Taulukko 7) mukaiset.

Esimerkki Ennustemallin 2 tulostuksista on esitetty kuvissa (Kuva 10 Esimerkki Ennustemallin 1 tulostuksista, kun käytetyt lähtötiedot on esitetty taulukossa 5.), kun laskennassa käytetyt parametrit on esitetty taulukossa (Taulukko 7). Kuva 11 ennustettu ojan syvyyden keskiarvo alussa vuonna 1984 on 0,96 m ja kohde on paksuturpeinen (1 m). Ennustevuosi on 2024, jolloin ojasyvyys tiedetään olevan 0,5 m. Oja madaltuu ensimmäisen kymmenen vuoden aikana keskiarvona syvyyteen 0,68 m eli madaltuminen on 28 cm. 1994–2004 madaltuminen on 11 cm, 2004–2014: 5 cm, 2014–2024: 2 cm ja 2024–2034: 1 cm.



Kuva 11 Esimerkki malliversion 2 tulostuksista, kun käytetyt lähtötiedot on esitetty taulukossa 6.

	95 %	75 %	Keskiarvo	25 %	5 %
1984	0,97	0,96	0,96	0,95	0,94
1994	0,80	0,73	0,68	0,63	0,56
2004	0,73	0,63	0,57	0,50	0,41
2014	0,71	0,60	0,52	0,44	0,33
2024	0,70	0,58	0,50	0,42	0,30
2034	0,70	0,58	0,49	0,40	0,28

Taulukko 8 Yllä olevan kuvaajan tulokset 10 vuoden välein ojitusvuodesta 1984 vuoteen 2034.

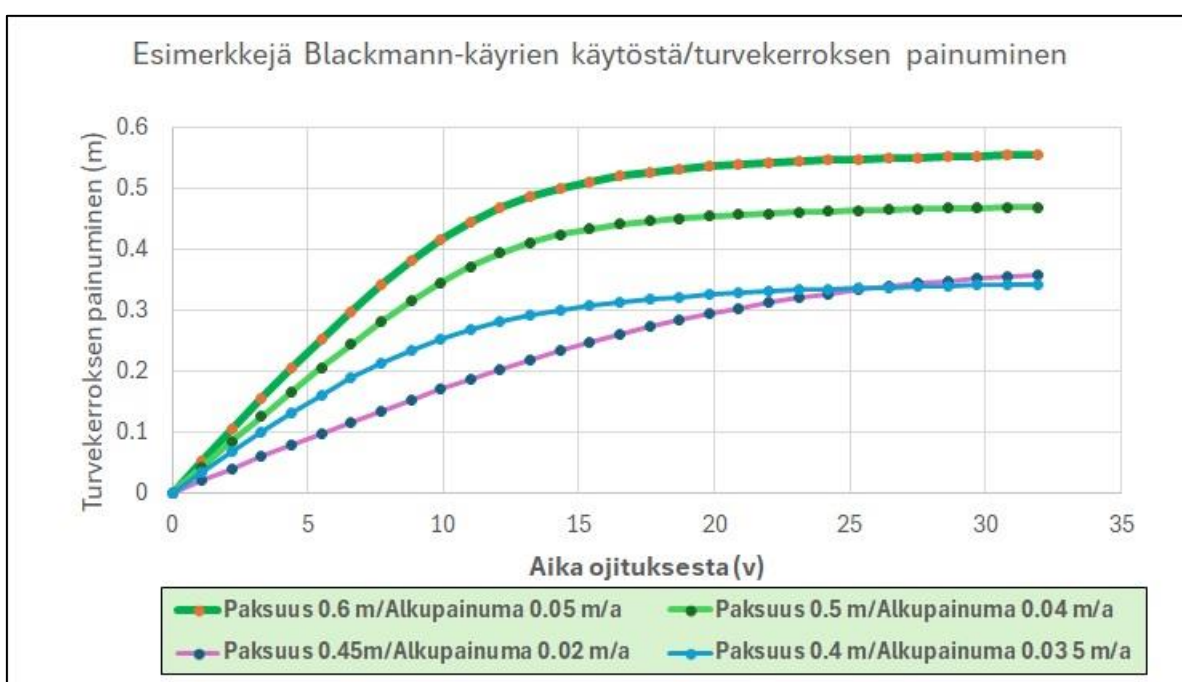
Lähteet

Joensuu, Samuli, Martti Vuollekoski & Maija Kauppila 2014: Ojien ja vesiensuojelurakenteiden kunto vanhoilla ojitusalueilla. Julkaisematon aineisto. Saatavana pyydettäessä.

Liite 1. Ennustemallin muuttujat ja mallissa käytetyt kaavat

Turvekerroksen painumista ja uuden turvekerroksen kasvua kuvaavat mallit

Turvekerroksen painumista ja uuden turvekerroksen paksuuden kasvua kuvataan mallissa Blackmann-käyrien avulla (**Virhe. Viitteen lähdettä ei löytynyt.**). Painumismallissa lähtötietoina tarvitaan turvekerroksen paksuus ojitushetkellä (m) ja ojituksesta kulunut aika (v). Mallissa tarvitaan kolme aineistojen perusteella kalibroitua parametria: 1) alkupainuma, joka kuvaa käyrän kaltevuutta ennustejakson alussa, 2) parametri ksii, joka kuvaa sitä, kuinka nopeasti käyrä alkaa tasaantua ja 3) maksimipainuma. Vastavat kolme parametria tarvitaan uuden turvekerroksen kasvua kuvaavassa mallissa. Eri tilanteiden parametrit on esitetty taulukossa (**Virhe. Viitteen lähdettä ei löytynyt.**).



Liite 1/Kuva 1 Esimerkkejä Blackmann-käyrien käytöstä turvekerroksen painumisen arviointiin, kun selittäjänä on aika edellisestä ojituksesta kulunut aika.

MEMMA-aineistojen avulla tehtiin ennustemallit neljälle erityyppiselle profiilille:

- 1) Paksuturpeiset profiilit sarkaojissa (turvepaksuus ojitushetkellä yli 0.8 m)
- 2) Ohutturpeiset profiilit sarkaojissa (turvepaksuus 0.3 – 0.8 m)
- 3) Kivennäismaiden profiilit (turvepaksuus alle 0.3 m)
- 4) Kokoojaojien ennustemalli

Erityyppisten profiilien parametrit on esitetty taulukossa 1/Liite 1. Ennustemalleja ei ole mahdollista esittää yhden kaavan avulla, vaan ojasyvyyden madaltumisen laskentaan tarvitaan useita kaavoja, jotka ovat järkevintä toteuttaa jollakin ohjelmointikielellä (Excel-tiedostossa ohjelmointikieli on Visual Basic).

	Paksuturpeiset alueet (≥ 0.8 m)	Ohutturpeiset alueet (0.3..0.8 m)	Kivennäismaan alueet (<0.3 m)	Kokoojat	
P_Tlaji(1)	0.58320	0.40599	0.36436	0.47077	Turvekerroksen painuminen
P_Tlaji(2)	0.49912	0.41230	0.41230	0.41230	ja turvelajin vaikutus
P_Tlaji(3)	0.56609	0.44122	0.31230	0.39290	
P_HPost(1)	0.30000	0.25120	0.22000	0.21100	Turvekerroksen painuminen
P_HPost(2)	0.24098	0.17345	0.22283	0.15110	ja maatuneisuuden vaikutus
P_HPost(3)	0.19154	0.15192	0.15898	0.11230	
P_HPost(4)	0.16036	0.14821	0.01000	0.05110	
P_HPost(5)	0.11200	0.12300	0.01000	0.02110	
P_Ravinne(1)	0.00110	0.00112	0.00112	0.00092	Suon ravinteisuuden vaikutus (GTK)
P_Ravinne(2)	0.01111	0.01111	0.00112	0.00120	
P_KivMaa(1)	0.04070	0.02927	0.01743	0.02034	Kivennäismaalajin vaikutus
P_KivMaa(2)	0.01678	0.01876	0.01675	0.01295	
P_KivMaa(3)	0.01121	0.01591	0.01279	0.00525	
P_KivMaa(4)	1.00420	0.70765	0.79679	0.67000	
PBL(1)	0.04651	0.03923	0.01576	0.03987	Alkukaltevuus (painuma)/Blackmann-käyrien parametrit/turpeen painuminen ajan funktiona
PBL(2)	0.19024	0.18660	0.18660	0.16304	Ksii
PBL(3)	0.67800	0.56700	0.23400	0.60000	Max. Painuma (m)
KBL(1)	0.00261	0.00261	0.00230	0.04000	Alkukasvu (kaltevuus)/Blackmann-käyrien vaikutus/turvekerroksen kasvu ajan funktiona
KBL(2)	0.00100	0.00100	0.00100	0.00000	Ksii
KBL(3)	0.05130	0.05130	0.03003	0.04182	Max. kasvu (m)
P_VA(1)	0.00000	0.00000	0.00000	0.00220	Kokoojalle yläpuolisen valuma-alueen vaikutus (ei käytetä sarkaojille)
P_VA(2)	0.00000	0.00000	0.00000	0.15120	
LeveysPara	0.1056	0.1056	0.1056	0.1056	Leveysasteella on hyvä korrelaatio lämpösomman kanssa ja se on helppo parametri!

Liite 1/Taulukko 1 Ennustemallin parametrit erityyppisille profiileille.

Ennustemallin kaavat

Kehitetty ennustemalli on ohjelmoitu Excel-käyttöliittymän ja Visual Basic-ohjelmointikielen avulla helpokäyttöiseen muotoon, joka on ladattavissa Tapion verkkosivuilta aineistopankin laskureista¹. Jos käyttäjä haluaa tehdä ennustemallin osaksi omaa työkaluaan, niin kaavat on esitetty siinä muodossa, jossa ne on helpointa liittää omiin sovelluksiin jonkun ohjelmointikielen avulla. Muuttujien nimet ovat samat kuin taulukossa (**Virhe. Viitteen lähde ei löytenyt.**). Mallin parametrit on jaettu neljään luokkaan: p aksuturpeiset alueet, ohutturpeiset alueet, kivennäismaat ja kokoojat. Jos käyttäjä ohjelmoi mallin, niin parametrikombinaatio on valittava sen mukaan, mille kohteelle ennuste laaditaan.

- Lasketaan kivennäismaan paksuus (kommentti)

$KivPaks = OjaSyv - 0.1 - Tpaks$! Huom: 0.1 on oletusarvo ohuelle turvekerrokselle

JOS $KivPaks < 0$ NIIN $KivPaks = 0$

- Lasketaan apumuuttujat

$LeveysEff = 1 + (66 - LeveysAste) / 12 * LeveysPara$!Huom: leveysaste välillä 60 – 72)

$Apu1 = P_Tlaji(Tlaji) * Tpaks$

$Apu2 = P_HPost(HPost) * Tpaks$

$Apu2B = P_Ravinne(2) * (6 - Ravinne)$

$Apu3 = (Apu1 + Apu2 + Apu2B) * LeveysEff$

$Apu11 = P_KivMaa(KivMaa) * KivPaks$

JOS Sarka = 1 NIIN $Va_EFF = 0$

JOS ValumaA > 200 NIIN $ValumaA = 200$

JOS Sarka = 2 NIIN $Va_EFF = P_VA(1) * (ValumaA)^{P_VA(2)}$

- Lasketaan ojasyyvyys ajanhetkelle V joko yhden vuoden laskenta TAI ohjelmassa silmukka, jossa V saa vuorollaan arvot 0, 1, ... 50

$Apu4 = 0.5 * PBL(1) * V + 0.5 * Apu3 - 1 * 0.5 * ((Apu3 + PBL(1) * V)^2 - 4 * Apu3 * PBL(1) * V * (1 - PBL(2)))^{0.5}$

$Apu5B = P_Ravinne(2) * (V)^{0.5} * (6 - Ravinne)$

$Apu5 = Apu5B + 0.5 * KBL(1) * V + 0.5 * KBL(3) - 1 * 0.5 * ((KBL(3) + KBL(1) * V)^2 - 4 * KBL(3) * KBL(1) * V * (1 - KBL(2)))^{0.5}$

$Apu12 = Apu11 * V * P_KivMaa(4)$

$Malli_OjaSyv(V) = OjaSyv - Apu4 + Apu5 - Apu12 - Va_EFF * V$



Maistraatinportti 4 A

00240 Helsinki

tapio@tapio.fi

www.tapio.fi



Liite 2.

Madaltumisennusteen testit

Memma-hanke 4.9.2024

Madaltumisennuste

1. Kaksi mallia

1. Malli 1 tehdään ennuste 50 v. eteenpäin nykyhetkestä
2. Malli 2 tiedetään ojitusvuosi (mutta ei välttämättä ojitusyvyttä), tiedetään ennustevuoden ojasyvyys ja ennustetaan ojasyvyys 50 v. ajanjaksolle menneeseen ja tulevaan.
3. Aineiston pohjana 1994, 2012 ja 2024 tehdyt maastomittaukset

Huom!

Malli ennustaa vain yhden pisteen kehityksen.

3 Saraturve= C, SC, BC	
1 = H1	
2 = H2, H3, H4	
3 = H5, H6	
4 = H7, H8, H9	
5 = H10	

Ravinteisuustaso 1 (Ruohoturvekangas, GTK 14)
Ravinteisuustaso 2 (Mustikkaturvekangas, GTK 33)
Ravinteisuustaso 3 (Puolukkaturvekangas, GTK 56)
Ravinteisuustaso 4 (Varputurvekangas, GTK 72)
Ravinteisuustaso 5 (Jäkäläturvekangas, GTK 92)

Kivilajin edelleen luokittelu	kivilaji
0 = ei tietoa TAI ei tarvita	
1 = hieno = 1, 2, 8, 9, 10	
2 = keskikarkeat = 3, 11, 12, 13	
3 = karkeat = 4, 5, 6, 7, 14,15,16	

1,00 = "SaMr"
2,00 = "HsMr"
3,00 = "HtMr"
4,00 = "HkMr"
5,00 = "SrMr"
6,00 = "KiMr"
7,00 = "LoMr"
8,00 = "Sa"
9,00 = "HHs"
10,00 = "KHs"
11,00 = "HHt"
12,00 = "KHt"
13,00 = "HHk"
14,00 = "KHk"
15,00 = "HSr"

Johtopäätöksiä

- Turvepaksuus ja ojasyvyys on tärkeimpiä muuttujia, jotka vaikuttavat oleellisesti mallin tuloksiin.
- **Turvepaksuuden arviointi:** Karkeampi taso voisi riittää ennustemallissa (esim. paksuturpeinen (turve ulottuu ojan pohjaan), keskipaksu, ohutturpeinen). Cm-tarkkuudella arviointi on käyttäjälle haastavaa. Tällä hetkellä käyttäjä voi pyrkiä antamaan parhaan mahdollisen arvion turpeen paksuudesta.
- Turpeen painumisen takia myös hankala arvioida turvepaksuutta jos ojituksesta kauan aikaa. -> tekee madaltumisennusteesta epätarkemman mallissa 2. Tässäkin karkeampi luokittelu voisi riittää.
- Turvekerroksen alla olevalla maalajilla on myös vaikutusta madaltumisennusteeseen. Hieno maalaji madaltuu enemmän.
- Turvelaji, maatuneisuus ja kasvupaikkatyyppi on vain pieni vaikutus ennusteen tuloksiin.
- Matalammissa 60 cm ojissa madaltuminen jatkuu vain ensimmäiset 10 v. (n. 20 cm), jonka jälkeen hidastuu tai pysähtyy.
- Käyttäjää voi ohjeistaa antamaan **paras arvio turvelajista, maatuneisuudesta ja kasvupaikasta**, jos ei tarkkaan tiedossa.
- Turvekerroksen alla oleva **kivennäismaalajin tyyppi** (hieno, kesikarkea, karkea) on hyvä olla selvillä. Tämän voi **saada metsävarakuviosta** tai hyödyntää GTK:n maalajiaineistoa.
- **Turvepaksuus** tulee tietää, ja **ei saada suoraan paikkatiedosta**.
 - Riittäisikö karkeampi luokittelutaso lähtötiedoksi vrt. cm arvio?
- Alkuperäinen **ojasyvyys** tulee tietää. **Ei saada paikkatiedosta**.

Mallin muuttujat ja tietojen saatavuus avoimista aineistoista, SMK metka-työtilassa

Muuttuja	Vaikutus ennusteeseen	SMK QGIS työtilassa
Ojitussyvyys	Suuri	Ei
Turvepaksuus	Suuri	Ei
Turvelaji	Pieni	Metsävarakuvio (soiltype)
Maatuneisuus	Pieni	Ei suoraan
Kasvupaikkatyyppi	Pieni	Metsävarakuvio (fertilityclass), GTK suotyypit ja turvekankaat
Kivennäismaalajin tyyppi	Kohtalainen	Metsävarakuvio (soiltype)
Ojatyypin (sarka/kokooja)	Suuri	Suunnittelijalla tiedossa
Yläpuolisen VA koko (kun kys. kokooja)	Kohtalainen	SMK valuma-alueen rajausta -työkalu
Leveysaste	Pieni	Ei, selvitetävissä muuta kautta

Huom. Mallissa 2 ei tarvitse tietää edellisen ojituksen ojitussyvyttä. Riittää, kun tuntee ennustehetken (nykyhetken) ojasyvyyden. Malli tekee ennusteen myös taaksepäin. Pitää silti syöttää turvekerroksen paksuus edellisen ojituksen aikana.

Malli 1 koonti vertailuista

3 Saraturve= C, SC, BC	
1 = H1	
2 = H2, H3, H4	
3 = H5, H6	
4 = H7, H8, H9	
5 = H10	
Ravinteisuustaso 1 (Ruohoturvekangas, GTK 14)	
Ravinteisuustaso 2 (Mustikkaturvekangas, GTK 33)	
Ravinteisuustaso 3 (Puolukkaturvekangas, GTK 56)	
Ravinteisuustaso 4 (Varputurvekangas, GTK 72)	
Ravinteisuustaso 5 (Jäkäläturvekangas, GTK 92)	
Kivilajin edelleen luokittelu	
0 = ei tietoa TAI ei tarvita	
1 = hieno = 1, 2, 8, 9, 10	
2 = keskikarkeat = 3, 11, 12, 13	
3 = karkeat = 4, 5, 6, 7, 14,15,16	
	kivilaji
	1,00 = "SaMr"
	2,00 = "HsMr"
	3,00 = "HtMr"
	4,00 = "HkMr"
	5,00 = "SrMr"
	6,00 = "KiMr"
	7,00 = "LoMr"
	8,00 = "Sa"
	9,00 = "HHs"
	10,00 = "KHs"
	11,00 = "HHt"
	12,00 = "KHt"
	13,00 = "HHk"
	14,00 = "KHk"
	15,00 = "HSr"

Ojasyvyys	Turvekerroksen paksuus	Maalaji	Turvelaji	Kasvupa	Maatune	Ojasyvyys 10v.	Ojasyvyys 20v.	Ojasyvyys 30 v.	Ojasyvyys 40v.	Ojasyvyys 50v. Jälkeen
100	0,15	1	3	2	4	0,87	0,75	0,62	0,5	0,37
100	0,15	2	3	2	4	0,87	0,76	0,64	0,52	0,4
100	0,15	3	3	2	4	0,9	0,82	0,73	0,64	0,54
100	0,5	1	3	2	3	0,72	0,59	0,47	0,35	0,29
100	0,3	1	3	2	3	0,85	0,74	0,63	0,53	0,43
100	0,5	3	3	2	3	0,77	0,7	0,63	0,56	0,5
100	0,8	1	3	2	3	0,7	0,56	0,49	0,43	0,38
100	0,8	3	3	2	3	0,73	0,62	0,58	0,55	0,53
100	0,8	1	1	3	2	0,69	0,54	0,46	0,4	0,35
100	100	1,2,3	1	5	4	0,72	0,59	0,53	0,51	0,49
100	100	1,2,3	3	1	2	0,72	0,57	0,5	0,47	0,45
60	60	1,2,3	3	2	2	0,41	0,38	0,37	0,36	0,36
60	60	1,2,3	1	4	2	0,42	0,4	0,38	0,38	0,38
60	40	1	1	4	2	0,43	0,41	0,38	0,35	0,32
60	40	3	1	4	2	0,45	0,44	0,42	0,4	0,39

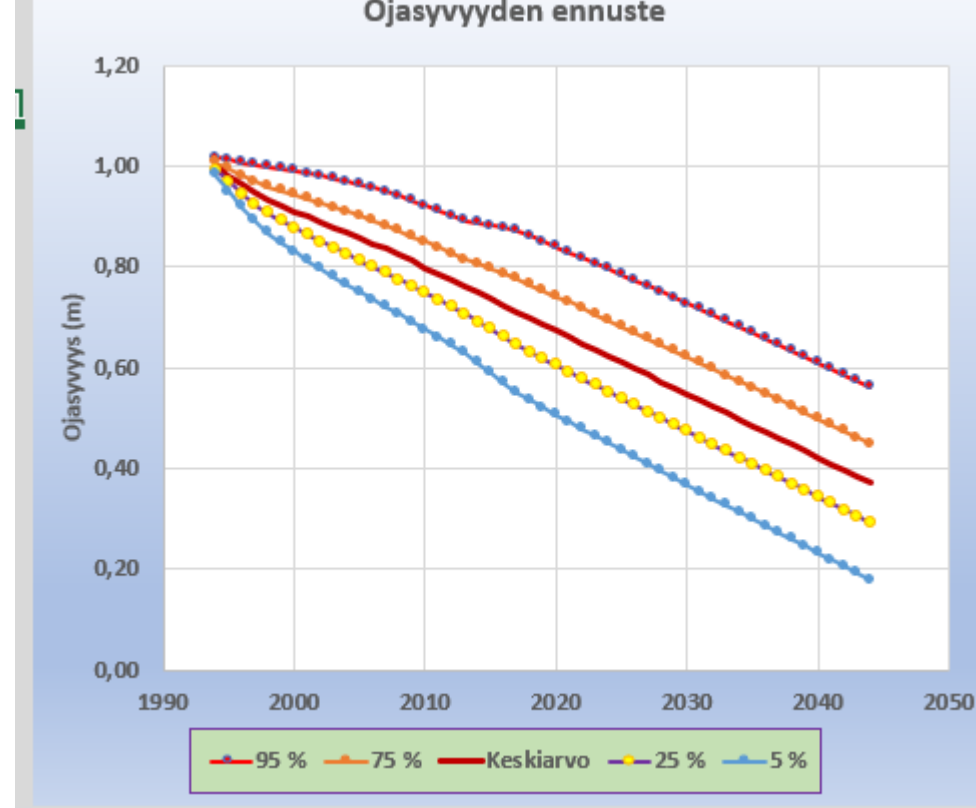
Malli 1 testit, ojasyyvyys 1m

Turvekerros <30 cm

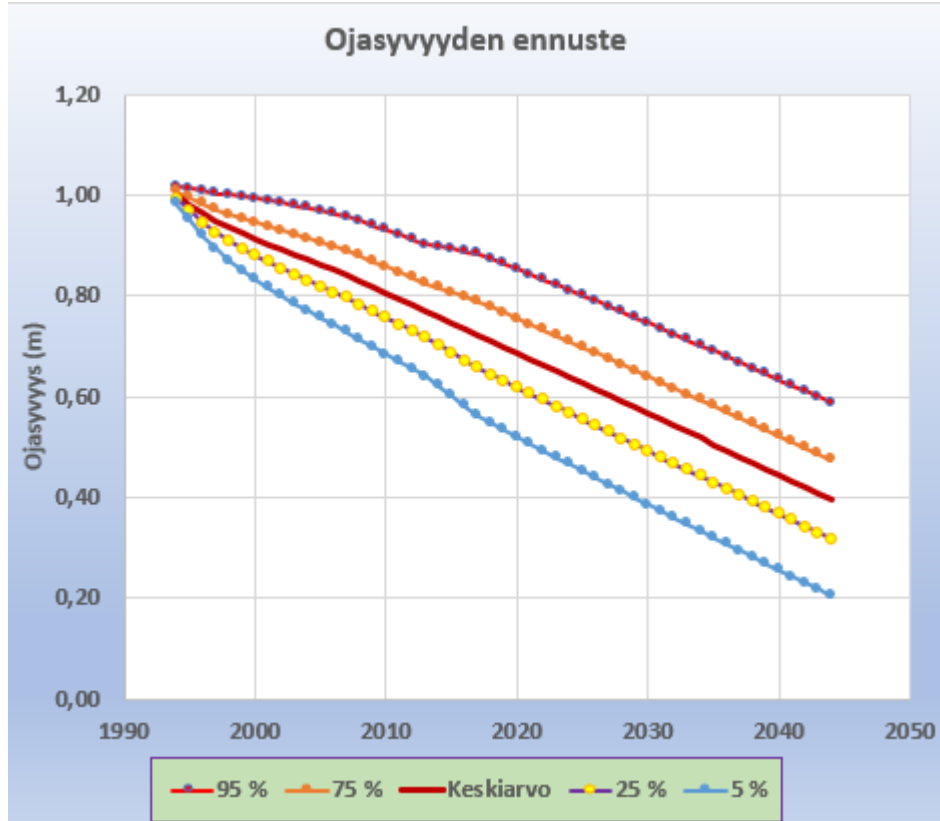
Kommentit

- Hyvin ohutturpeinen (15 cm), 1m ojasyvyys
- Mtkg, saraturve, kivennäismaatyyppi **hieno**
- Madaltuminen erilaista kuin paksuturpeisissa:
Alussa madaltuminen on hitaampaa, mutta se jatkuu tasaisesti koko 50 v.

7	1994	Edellisen ojituksen vuosi (aikaisin mahdollinen on 1974)
8	1	Ojasyvyys ojituksen jälkeen (m)
9	0,15	Turvekerroksen paksuus edellisen ojituksen aikana (m)
10	3	Turvelaji 1..3 (Selitys sarake M)
11	4	Turpeen maatuneisuusaste 1..5 (selitys sarake M)
12	2	Suon ravinteisuusaste 1..5 (Selitys sarake M))
13	1	Turpeen alla olevan kivennäismaan tyyppi 0..3 (selitys sarake M)
14	1	1 = Sarkaoja 2 = Kokoojaoja
15	30	Ei tarvita valuma-alueen kokoa
16	0	Varalla
17	0	Varalla
18	30	Varalla
19	0	Varalla
20	0	Varalla
21	0	Varalla
22	66	Leveysaste (60 - 72 astetta)
23		



	95 %	75 %	Keskiarvo	25 %	5 %
1994	1,02	1,01	1,00	0,99	0,98
2004	0,97	0,91	0,87	0,83	0,77
2014	0,89	0,81	0,75	0,69	0,61
2024	0,80	0,69	0,62	0,55	0,45
2034	0,68	0,57	0,50	0,42	0,31
2044	0,56	0,45	0,37	0,29	0,18

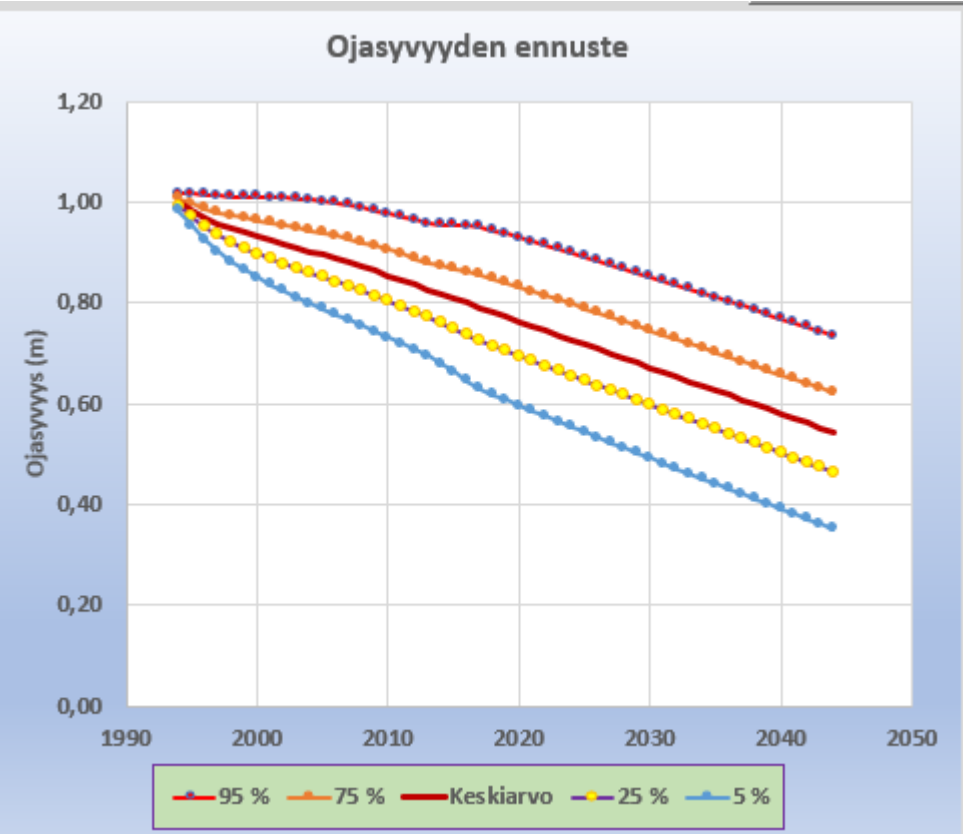


	95 %	75 %	Keskiarvo	25 %	5 %
1994	1,02	1,01	1,00	0,99	0,98
2004	0,98	0,91	0,87	0,83	0,77
2014	0,90	0,82	0,76	0,70	0,62
2024	0,81	0,71	0,64	0,57	0,47
2034	0,70	0,59	0,52	0,44	0,33
2044	0,59	0,47	0,40	0,32	0,20

Kommentit

- Sama kuin edellinen dia, mutta kivennäismaatyyppi **keskikarkea**
- Madaltuminen hitaampaa kuin hienolla, mutta jatkuu silti tasaisena n. 10 cm/10v.

1994	Edellisen ojituksen vuosi (aikaisin mahdollinen on 1974)
1	Ojasyvyys ojituksen jälkeen (m)
0,15	Turvekerroksen paksuus edellisen ojituksen aikana (m)
3	Turvelaji 1..3 (Selitys sarake M)
4	Turpeen maatuneisuusaste 1..5 (selitys sarake M)
2	Suon ravinteisuusaste 1..5 (Selitys sarake M))
2	Turpeen alla olevan kivennäismaan tyyppi 0..3 (selitys sarake M)
1	1 = Sarkaoja 2 = Kokoojaoja
30	Ei tarvita valuma-alueen kokoa
0	Varalla
0	Varalla
30	Varalla
0	Varalla
0	Varalla
0	Varalla
66	Leveysaste (60 - 72 astetta)



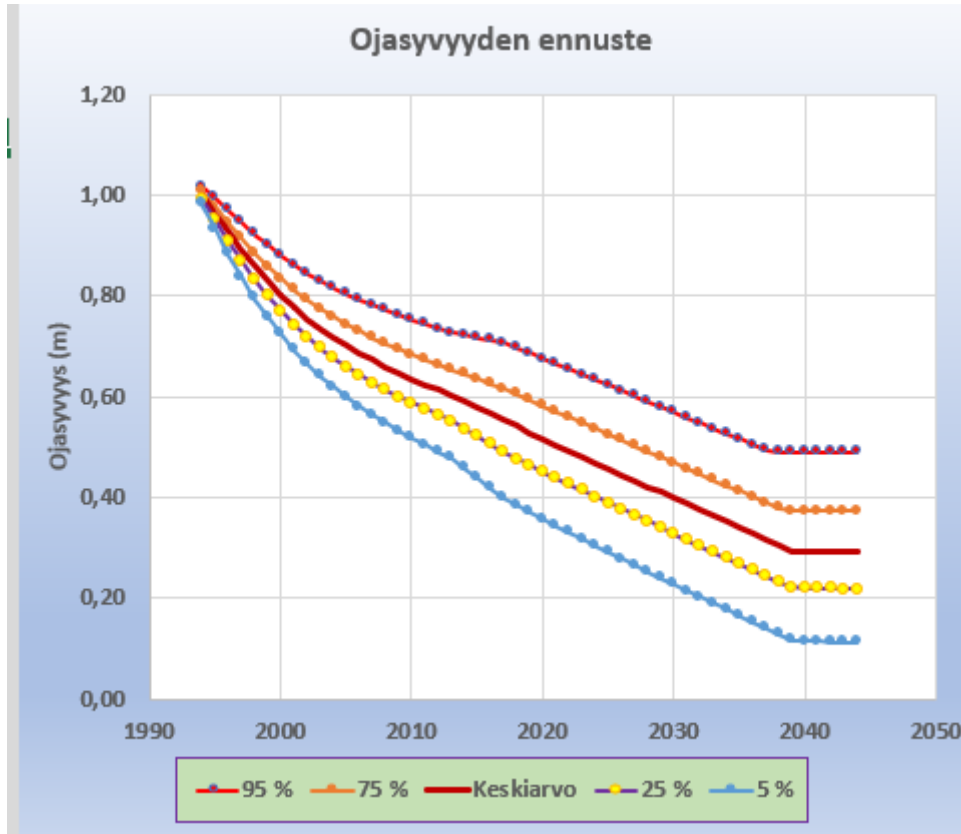
	95 %	75 %	Keskiarvo	25 %	5 %
1994	1,02	1,01	1,00	0,99	0,98
2004	1,00	0,94	0,90	0,86	0,80
2014	0,96	0,87	0,82	0,76	0,68
2024	0,90	0,80	0,73	0,66	0,55
2034	0,82	0,71	0,64	0,56	0,45
2044	0,73	0,62	0,54	0,46	0,35

Kommentit

- Sama kuin edellinen dia, mutta kivennäismaatyyppi **karkea**
- Madaltuminen hitaampaa kuin hienolla, mutta jatkuu silti tasaisena n. 10 cm/10v.
- Madaltuu vähiten
- **Karkea madaltuu vähemmän kuin hieno ja keskikarkea.**

1994	Edellisen ojituksen vuosi (aikaisin mahdollinen on 1974)	1
1	Ojasyvyys ojituksen jälkeen (m)	2
0,15	Turvekerroksen paksuus edellisen ojituksen aikana (m)	3
3	Turvelaji 1..3 (Selitys sarake M)	4
4	Turpeen maatuneisuusaste 1..5 (selitys sarake M)	5
2	Suon ravinteisuustaso 1..5 (Selitys sarake M))	6
3	Turpeen alla olevan kivennäismaan tyyppi 0..3 (selitys sarake M)	7
1	1 = Sarkaoja 2 = Kokoojaoja	8
30	Ei tarvita valuma-alueen kokoa	9
0	Varalla	10
0	Varalla	11
30	Varalla	12
0	Varalla	13
0	Varalla	14
0	Varalla	15
66	Leveysaste (60 - 72 astetta)	16

Ohutturpeiset 30-50 cm

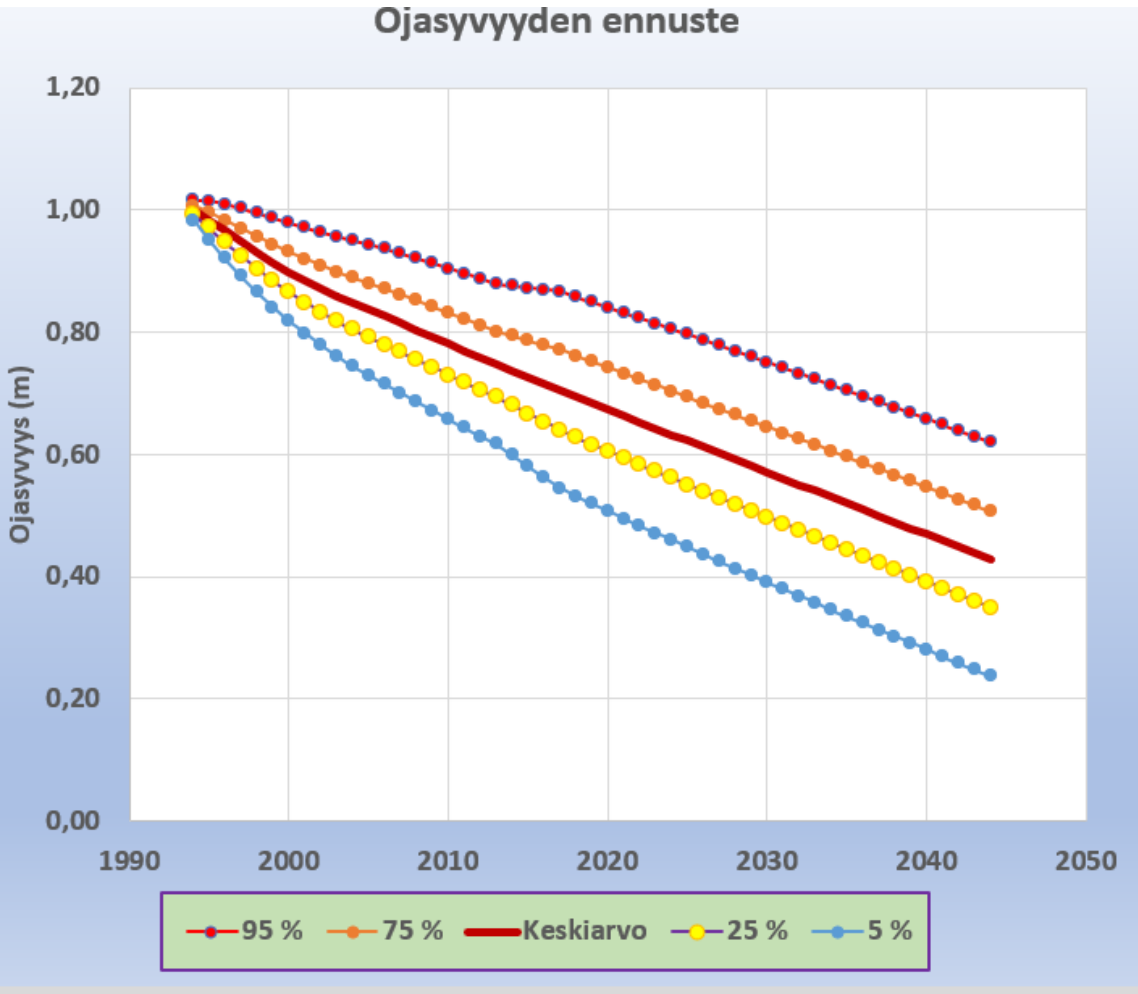


	95 %	75 %	Keskiarvo	25 %	5 %
1994	1,02	1,01	1,00	0,99	0,98
2004	0,82	0,76	0,72	0,68	0,62
2014	0,72	0,64	0,59	0,54	0,46
2024	0,63	0,54	0,47	0,40	0,30
2034	0,53	0,42	0,35	0,28	0,18
2044	0,49	0,37	0,29	0,22	0,11

Kommentit

- Turpeen paksuus **50 cm**
- Maalaji **hieno**
- Madaltuminen alussa samansuuruista, mutta madaltuminen jatkuu voimakkaampana +20 v ojituksen jälkeen
- Madaltuu eniten 50 vuodessa**

1994	Edellisen ojituksen vuosi (aikaisin mahdollinen on 1974)	1
1	Ojasyvyys ojituksen jälkeen (m)	2
0,5	Turvekerroksen paksuus edellisen ojituksen aikana (m)	3
3	Turvelaji 1..3 (Selitys sarake M)	4
3	Turpeen maatuneisuusaste 1..5 (selitys sarake M)	5
2	Suon ravinteisuustaso 1..5 (Selitys sarake M))	6
1	Turpeen alla olevan kivennäismaan tyyppi 0..3 (selitys sarake M)	7
1	1 = Sarkaoja 2 = Kokooja	8
30	Ei tarvita valuma-alueen kokoa	9
0	Varalla	10
0	Varalla	11
30	Varalla	12
0	Varalla	13
0	Varalla	14
0	Varalla	15
66	Leveysaste (60 - 72 astetta)	16



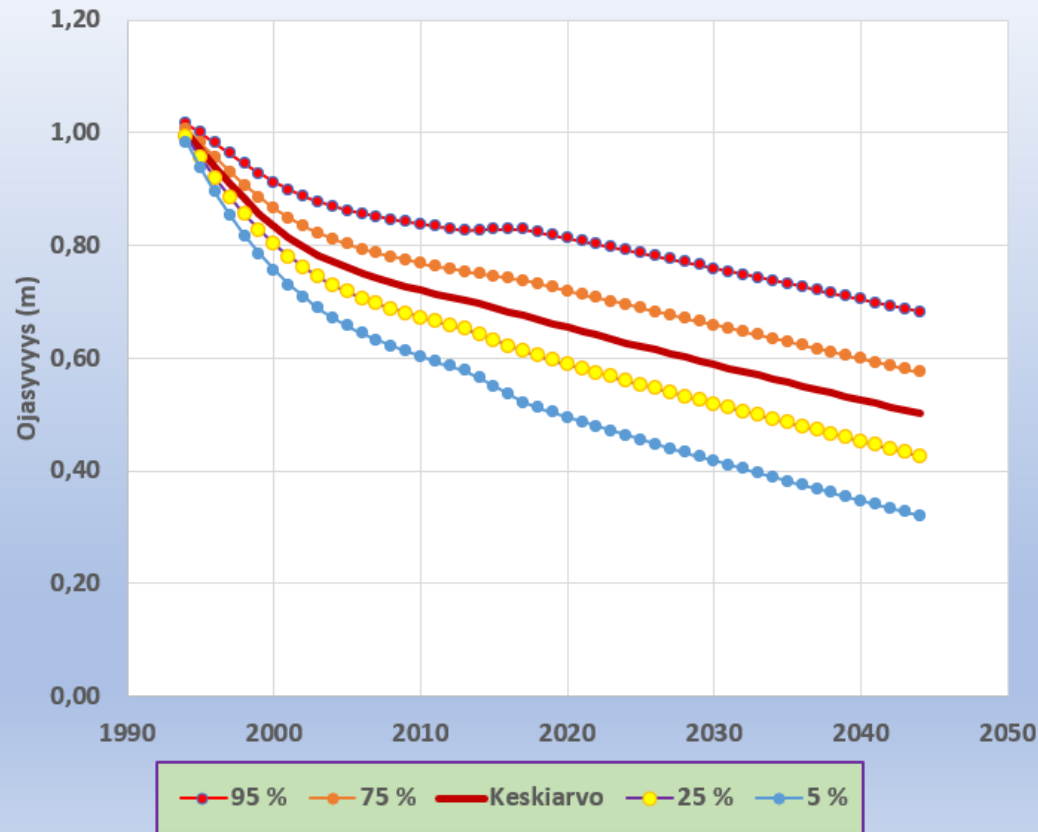
	95 %	75 %	Keskiarvo	25 %	5 %
1994	1,02	1,01	1,00	0,99	0,98
2004	0,95	0,89	0,85	0,81	0,74
2014	0,88	0,79	0,74	0,68	0,60
2024	0,81	0,70	0,63	0,56	0,46
2034	0,71	0,61	0,53	0,45	0,35
2044	0,62	0,51	0,43	0,35	0,24

Kommentit

- Maalaji **hieno**
- Turvekerrokseen paksuus **30 cm**
- Madaltuu vähemmän kuin 50 cm turvekerroksen paksuuden kohde

1994	Edellisen ojituksen vuosi (aikaisin mahdollinen on 1974)
1	Ojasyvyys ojituksen jälkeen (m)
0,3	Turvekerroksen paksuus edellisen ojituksen aikana (m)
3	Turvelaji 1..3 (Selitys sarake M)
3	Turpeen maatuneisuusaste 1..5 (selitys sarake M)
2	Suon ravinteisuustaso 1..5 (Selitys sarake M))
1	Turpeen alla olevan kivennäismaan tyyppi 0..3 (selitys sarake M)
1	1 = Sarkaoja 2 = Kokooja
30	Ei tarvita valuma-alueen kokoa
0	Varalla
0	Varalla
30	Varalla
0	Varalla
0	Varalla
0	Varalla
66	Leveysaste (60 - 72 astetta)

Ojasyvyyden ennuste

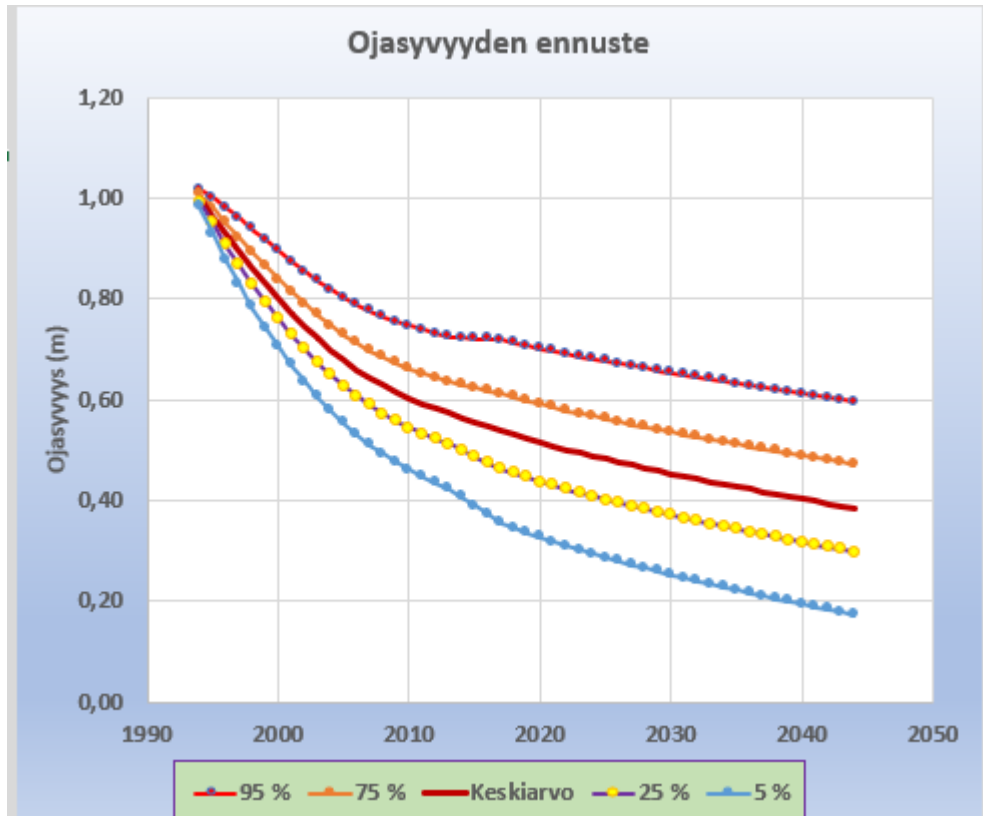


Kommentit

- Madaltuminen alussa samansuuruista, mutta madaltuminen jatkuu voimakkaampana +20 v ojituksen jälkeen
- **Turvepaksuus 50 cm**
- Maalaji **karkea**
- Madaltuu vähemmän kuin hieno

1994	Edellisen ojituksen vuosi (aikaisin mahdollinen on 1974)
1	Ojasyvyys ojituksen jälkeen (m)
0,5	Turvekerroksen paksuus edellisen ojituksen aikana (m)
3	Turvelaji 1..3 (Selitys sarake M)
3	Turpeen maatuneisuusaste 1..5 (selitys sarake M)
2	Suon ravinteisuustaso 1..5 (Selitys sarake M))
3	Turpeen alla olevan kivennäismaan tyyppi 0..3 (selitys sarake M)
1	1 = Sarkaoja 2 = Kokoojaoja
30	Ei tarvita valuma-alueen kokoa
0	Varalla
0	Varalla
30	Varalla
0	Varalla
0	Varalla
0	Varalla
66	Leveysaste (60 - 72 astetta)

**Turvepaksuus 80 cm, ojasyvyys 1m,
vertailut turvelaji, maatuneisuus,
kasvupaikkavaihteluissa**

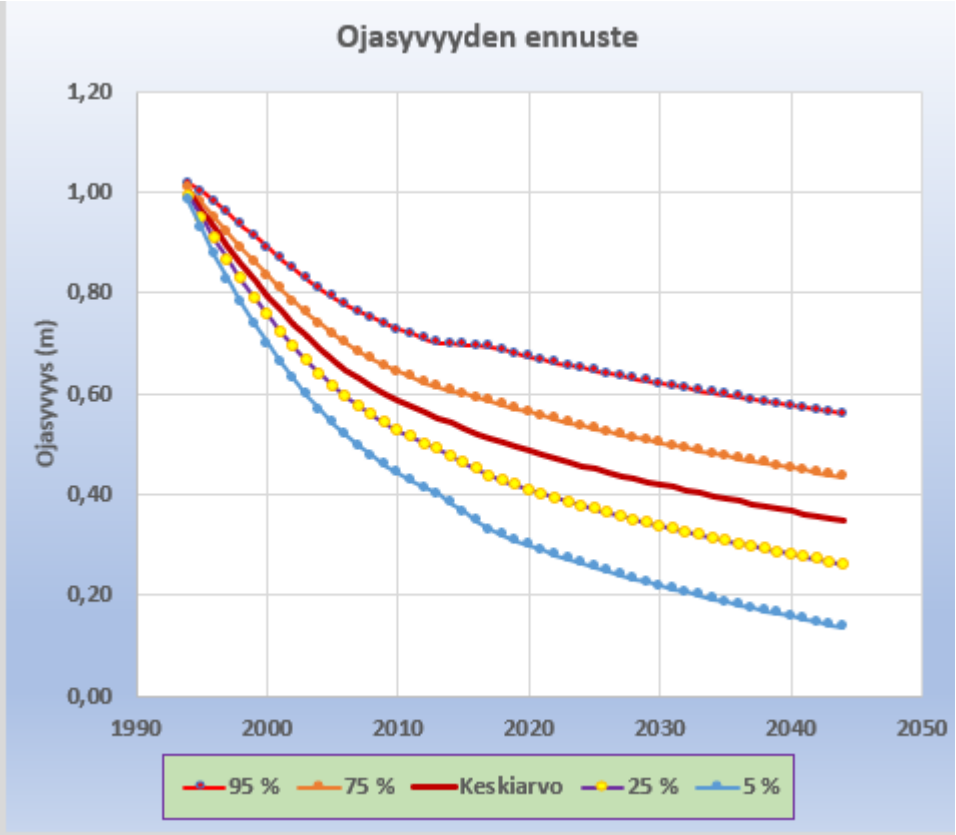


	95 %	75 %	Keskiarvo	25 %	5 %
1994	1,02	1,01	1,00	0,99	0,98
2004	0,82	0,75	0,70	0,65	0,58
2014	0,72	0,63	0,56	0,50	0,41
2024	0,68	0,57	0,49	0,41	0,29
2034	0,64	0,52	0,43	0,35	0,23
2044	0,60	0,47	0,38	0,30	0,17

Kommentit

- Mtkg, saraturve, keskitaso maatuneisuus
- Hieno** maalaji
- Madaltuminen nopeaa alussa, tasoittuu 20 v. päästä, mutta madaltuminen jatkuu hitaasti

7	1994	Edellisen ojituksen vuosi (aikaisin mahdollinen on 1974)	1
8	1	Ojasyvyys ojituksen jälkeen (m)	2
9	0,8	Turvekerroksen paksuus edellisen ojituksen aikana (m)	3
10	3	Turvelaji 1..3 (Selitys sarake M)	4
11	3	Turpeen maatuneisuusaste 1..5 (selitys sarake M)	5
12	2	Suon ravinteisuustaso 1..5 (Selitys sarake M))	6
13	1	Turpeen alla olevan kivennäismaan tyyppi 0..3 (selitys sarake M)	7
14	1	1 = Sarkaoja 2 = Kokoojaoja	8
15	30	Ei tarvita valuma-alueen kokoa	9
16	0	Varalla	10
17	0	Varalla	11
18	30	Varalla	12
19	0	Varalla	13
20	0	Varalla	14
21	0	Varalla	15
22	66	Leveysaste (60 - 72 astetta)	16

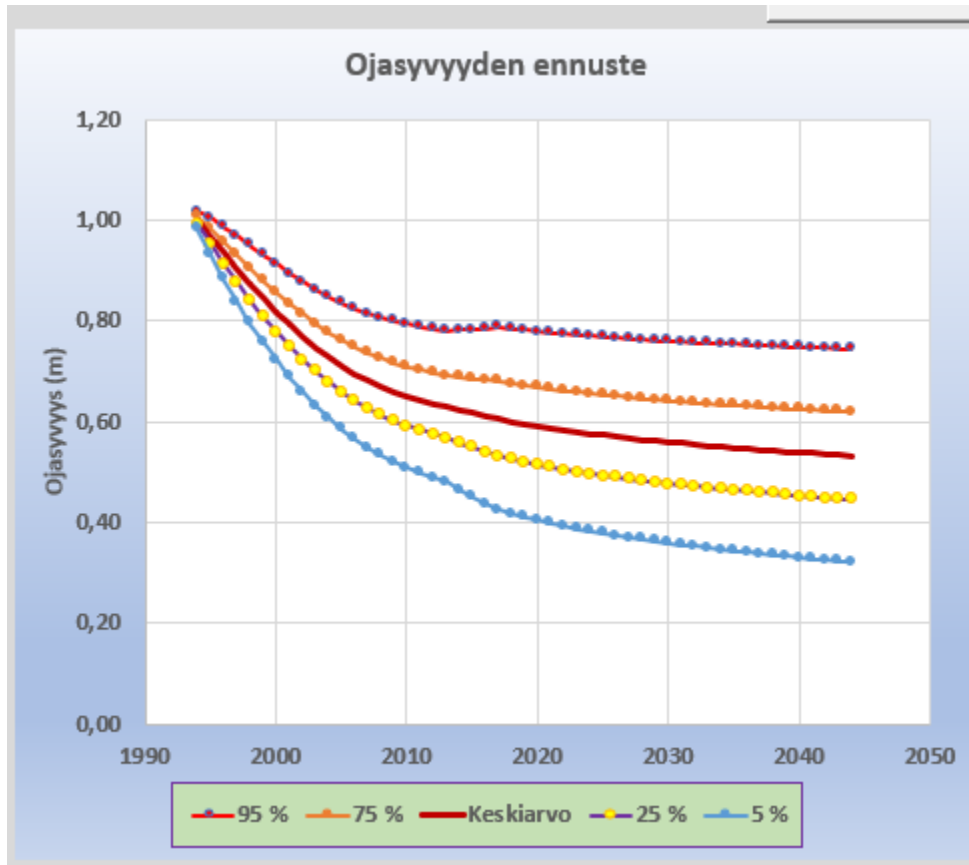


	95 %	75 %	Keskiarvo	25 %	5 %
1994	1,02	1,01	1,00	0,99	0,98
2004	0,81	0,74	0,69	0,64	0,57
2014	0,70	0,61	0,54	0,48	0,38
2024	0,65	0,54	0,46	0,38	0,26
2034	0,60	0,48	0,40	0,31	0,19
2044	0,56	0,43	0,35	0,26	0,14

Kommentit

- Ptkg, rahkaturve, vähemmän maatunut kuin edellisessä, sama ojasyvyys ja turvepaksuus ja maalaji
- Madaltuminen lähes samanlaista kuin edellisessä skenaariossa

1994	Edellisen ojituksen vuosi (aikaisin mahdollinen on 1974)	1
1	Ojasyvyys ojituksen jälkeen (m)	2
0,8	Turvekerroksen paksuus edellisen ojituksen aikana (m)	3
1	Turvelaji 1..3 (Selitys sarake M)	4
2	Turpeen maatuneisuusaste 1..5 (selitys sarake M)	5
3	Suon ravinteisuustaso 1..5 (Selitys sarake M))	6
1	Turpeen alla olevan kivennäismaan tyyppi 0..3 (selitys sarake M)	7
1	1 = Sarkaoja 2 = Kokooja	8
30	Ei tarvita valuma-alueen kokoa	9
0	Varalla	10
0	Varalla	11
30	Varalla	12
0	Varalla	13
0	Varalla	14
0	Varalla	15
66	Leveysaste (60 - 72 astetta)	16



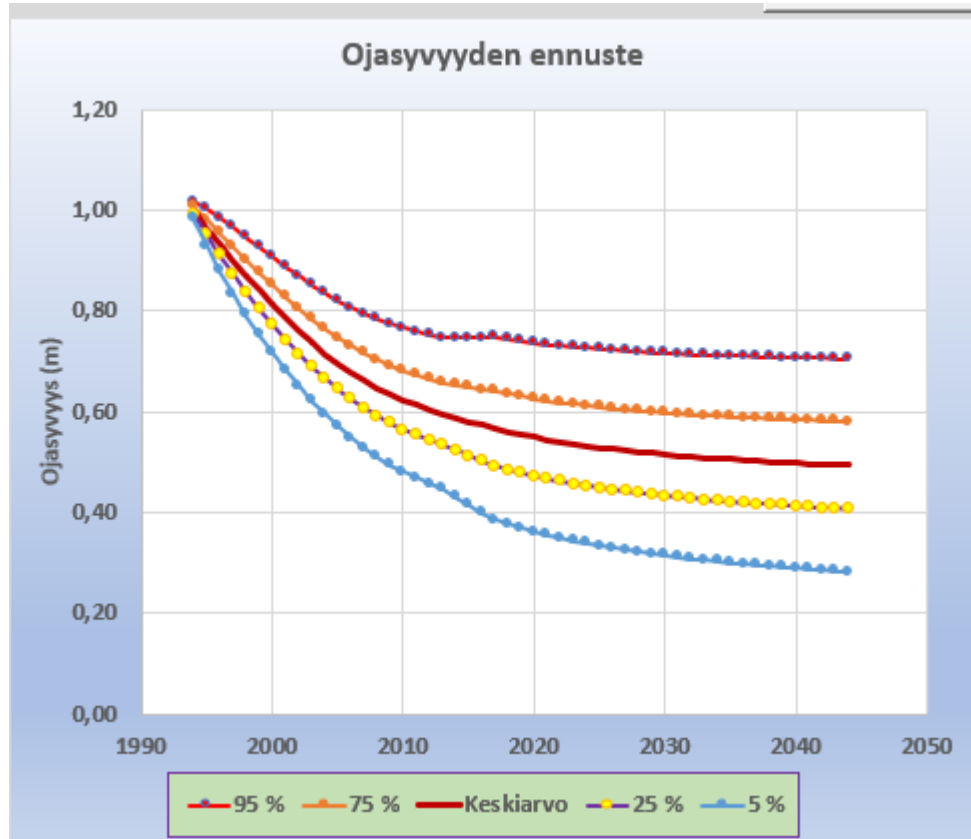
	95 %	75 %	Keskiarvo	25 %	5 %
1994	1,02	1,01	1,00	0,99	0,98
2004	0,85	0,78	0,73	0,68	0,61
2014	0,78	0,69	0,62	0,56	0,47
2024	0,77	0,66	0,58	0,50	0,38
2034	0,76	0,63	0,55	0,47	0,35
2044	0,74	0,62	0,53	0,45	0,32

Kommentit

- Mtkg, saraturve, keskitaso maatuneisuus
 - Karkea** maalaji
- Madaltuu vähemmän kuin hieno

7	1994	Edellisen ojituksen vuosi (aikaisin mahdollinen on 1974)	1
8	1	Ojasyvyys ojituksen jälkeen (m)	2
9	0,8	Turvekerroksen paksuus edellisen ojituksen aikana (m)	3
10	3	Turvelaji 1..3 (Selitys sarake M)	4
11	3	Turpeen maatuneisuusaste 1..5 (selitys sarake M)	5
12	2	Suon ravinteisuustaso 1..5 (Selitys sarake M))	6
13	3	Turpeen alla olevan kivennäismaan tyyppi 0..3 (selitys sarake M)	7
14	1	1 = Sarkaoja 2 = Kokoojaoja	8
15	30	Ei tarvita valuma-alueen kokoa	9
16	0	Varalla	10
17	0	Varalla	11
18	30	Varalla	12
19	0	Varalla	13
20	0	Varalla	14
21	0	Varalla	15
22	66	Leveysaste (60 - 72 astetta)	16
23			
24			

Paksuturpeiset, 1m oja- ja turvesyvyys



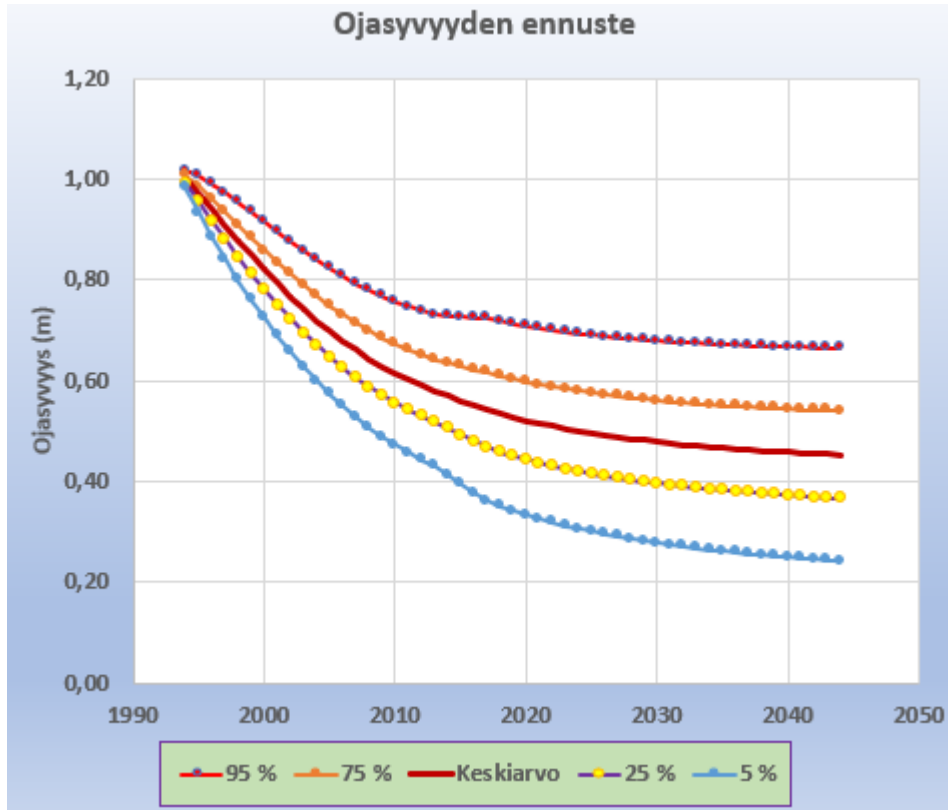
	95 %	75 %	Keskiarvo	25 %	5 %
1994	1,02	1,01	1,00	0,99	0,98
2004	0,84	0,77	0,72	0,67	0,60
2014	0,75	0,65	0,59	0,52	0,43
2024	0,73	0,61	0,53	0,45	0,34
2034	0,71	0,59	0,51	0,42	0,30
2044	0,71	0,58	0,49	0,41	0,28

Kommentit

- Paksuturpeinen Jätkg, ei kivennäismaata ojassa

Madaltuminen ensimmäinen 10v. aluksi samansuuntaista kuin muilla, mutta tasaantuu selkeästi, madaltuu vähiten

1994	Edellisen ojituksen vuosi (aikaisin mahdollinen on 1974)
1	Ojasyvyys ojituksen jälkeen (m)
1	Turverroksen paksuus edellisen ojituksen aikana (m)
1	Turvelaji 1..3 (Selitys sarake M)
4	Turpeen maatuneisuusaste 1..5 (selitys sarake M)
5	Suon ravinteisuustaso 1..5 (Selitys sarake M))
1	Turpeen alla olevan kivennäismaan tyyppi 0..3 (selitys sarake M)
1	1 = Sarkaoja 2 = Kokooja
30	Ei tarvita valuma-alueen kokoa
0	Varalla
0	Varalla
30	Varalla
0	Varalla
0	Varalla
0	Varalla
66	Leveysaste (60 - 72 astetta)



	95 %	75 %	Keskiarvo	25 %	5 %
1994	1,02	1,01	1,00	0,99	0,98
2004	0,84	0,77	0,72	0,67	0,60
2014	0,73	0,64	0,57	0,51	0,41
2024	0,69	0,58	0,50	0,42	0,31
2034	0,67	0,55	0,47	0,39	0,26
2044	0,67	0,54	0,45	0,37	0,24

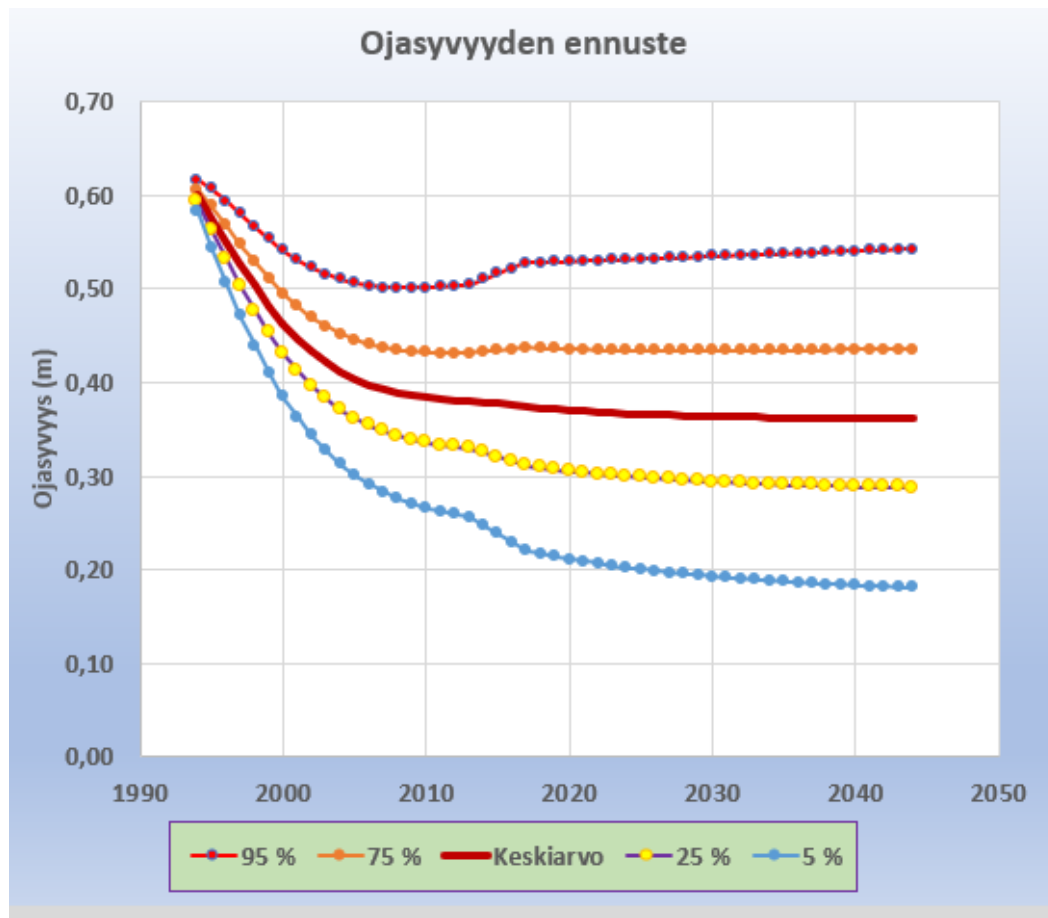
Kommentit

- Paksuturpeinen rhtkg, ei kivennäismaata
- Turvelajin, kasvupaikkatyypin ja maatuneisuusasteen muuttaminen päinvastaisiin kuin dialla 6 (Jätkg) ei vaikuta suuresti madaltumiseen, kun turvepaksuus on sama.
- Kivennäismaatyypin muutos ei muuttanut tuloksia.

1994	Edellisen ojituksen vuosi (aikaisin mahdollinen on 1974)	1
1	Ojasyvyys ojituksen jälkeen (m)	2
1	Turvekerroksen paksuus edellisen ojituksen aikana (m)	3
3	Turvelaji 1..3 (Selitys sarake M)	4
2	Turpeen maatuneisuusaste 1..5 (selitys sarake M)	5
1	Suon ravinteisuustaso 1..5 (Selitys sarake M))	6
1	Turpeen alla olevan kivennäismaan tyyppi 0..3 (selitys sarake M)	7
1	1 = Sarkaoja 2 = Kokoojaoja	8
30	Ei tarvita valuma-alueen kokoa	9
0	Varalla	10
0	Varalla	11
30	Varalla	12
0	Varalla	13
0	Varalla	14
0	Varalla	15
66	Leveysaste (60 - 72 astetta)	16

Malli 1 testit, 0,6 m ojasyyvyys

60 cm turvesyvyys 60 cm oja



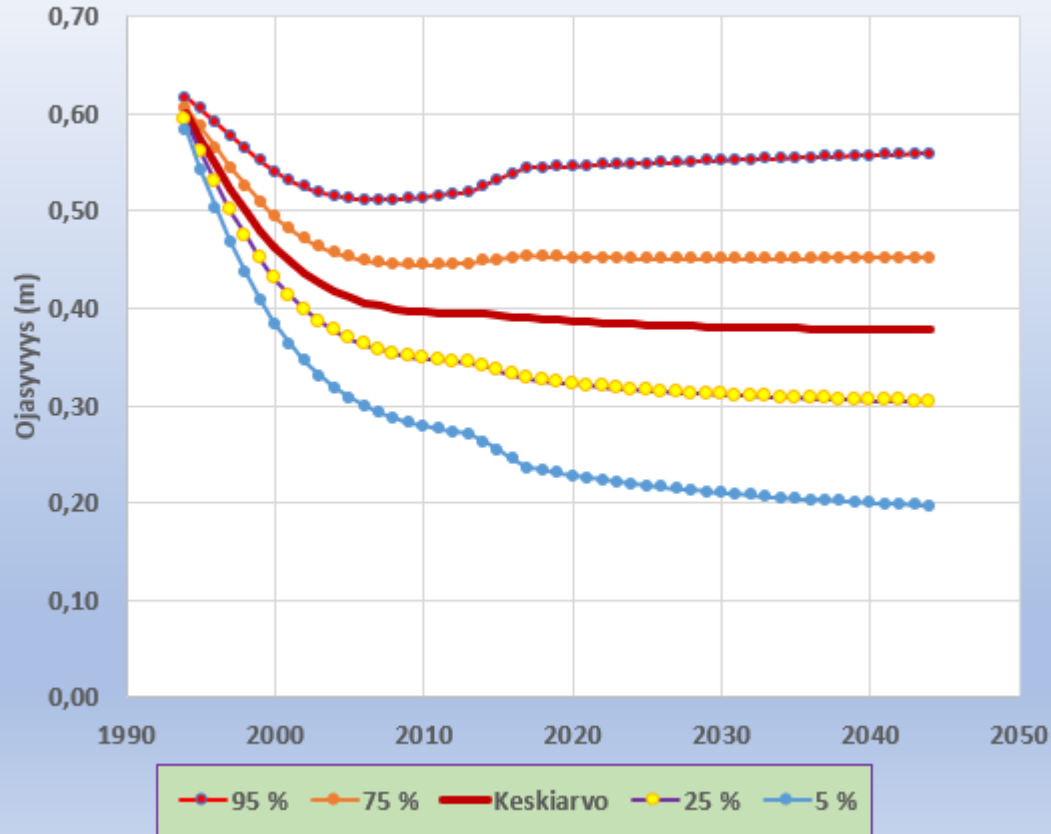
	95 %	75 %	Keskiarvo	25 %	5 %
1994	0,62	0,61	0,60	0,59	0,58
2004	0,51	0,45	0,41	0,37	0,31
2014	0,51	0,43	0,38	0,33	0,25
2024	0,53	0,43	0,37	0,30	0,20
2034	0,54	0,43	0,36	0,29	0,19
2044	0,54	0,44	0,36	0,29	0,18

Kommentit

- 60 cm oja ja 60 cm turvekerros
- Saraturve, heikommin maatunut, mtkg
- Madaltuminen ensimmäiset 10 v, ja lähes pysähtyy sen jälkeen

1994	Edellisen ojituksen vuosi (aikaisin mahdollinen on 1974)	1
0,6	Ojasyvyys ojituksen jälkeen (m)	2
0,6	Turvekerroksen paksuus edellisen ojituksen aikana (m)	3
3	Turvelaji 1..3 (Selitys sarake M)	4
2	Turpeen maatuneisuusaste 1..5 (selitys sarake M)	5
2	Suon ravinteisuustaso 1..5 (Selitys sarake M))	6
1	Turpeen alla olevan kivennäismaan tyyppi 0..3 (selitys sarake M)	7
1	1 = Sarkaoja 2 = Kokoojaoja	8
30	Ei tarvita valuma-alueen kokoa	9
0	Varalla	10
0	Varalla	11
30	Varalla	12
0	Varalla	13
0	Varalla	14
0	Varalla	15
66	Leveysaste (60 - 72 astetta)	16

Ojasyvyyden ennuste



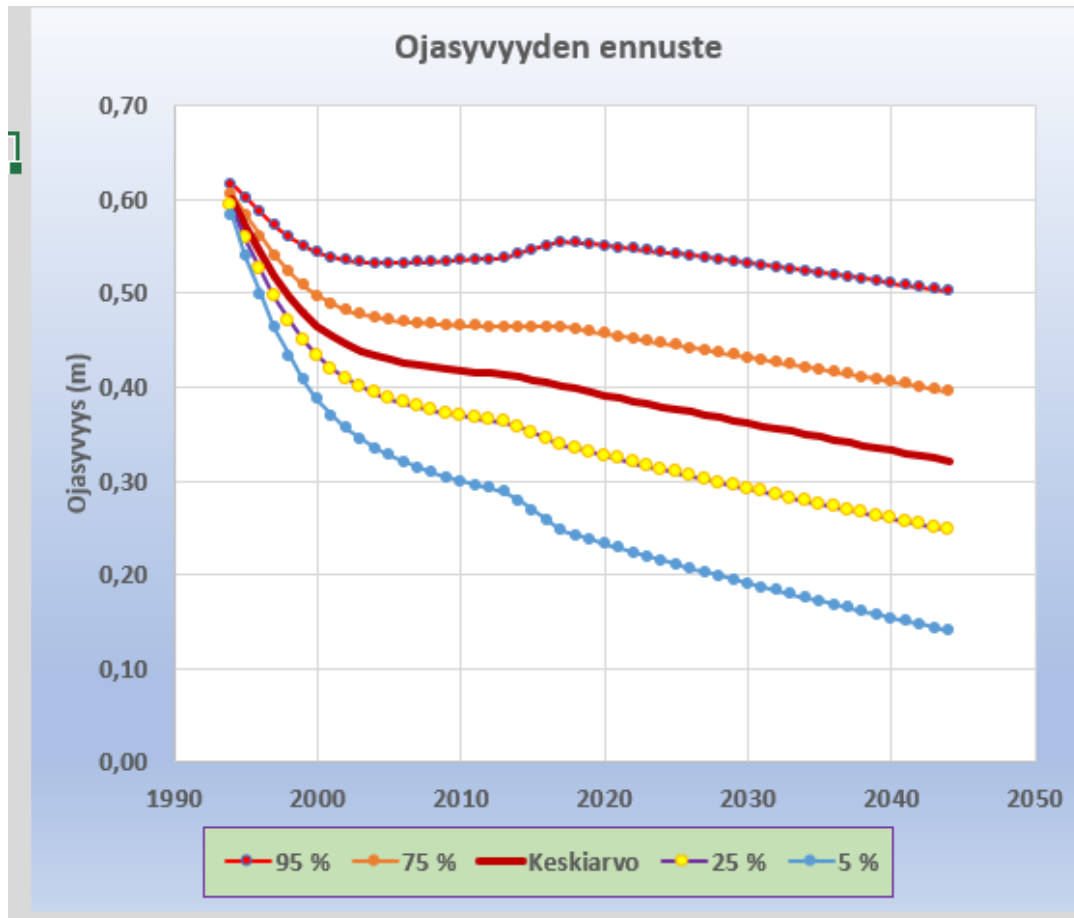
	95 %	75 %	Keskiarvo	25 %	5 %
1994	0,62	0,61	0,60	0,59	0,58
2004	0,52	0,46	0,42	0,38	0,32
2014	0,54	0,46	0,40	0,35	0,27
2024	0,55	0,45	0,38	0,32	0,22
2034	0,55	0,45	0,38	0,31	0,21
2044	0,56	0,45	0,38	0,30	0,20

Kommentit

- 60 cm oja ja 60 cm turvekerros
- Rahkaturve, heikosti maatunut, vatkg
- Madaltuminen ensimmäiset 10 v n. 20 cm
- **Madaltuminen pysähtyy** 10 v jälkeen
- Hyvin vähän eroa ravinteikkaampaan kasvupaikkaan

1994	Edellisen ojituksen vuosi (aikaisin mahdollinen on 1974)	1
0,6	Ojasyvyys ojituksen jälkeen (m)	2
0,6	Turvekerroksen paksuus edellisen ojituksen aikana (m)	3
1	Turvelaji 1..3 (Selitys sarake M)	4
2	Turpeen maatuneisuusaste 1..5 (selitys sarake M)	5
4	Suon ravinteisuusaste 1..5 (Selitys sarake M))	6
1	Turpeen alla olevan kivennäismaan tyyppi 0..3 (selitys sarake M)	7
1	1 = Sarkaoja 2 = Kokooja	8
30	Ei tarvita valuma-alueen kokoa	9
0	Varalla	10
0	Varalla	11
30	Varalla	12
0	Varalla	13
0	Varalla	14
0	Varalla	15
66	Leveysaste (60 - 72 astetta)	16

40 cm turvesyvyys 60 cm oja

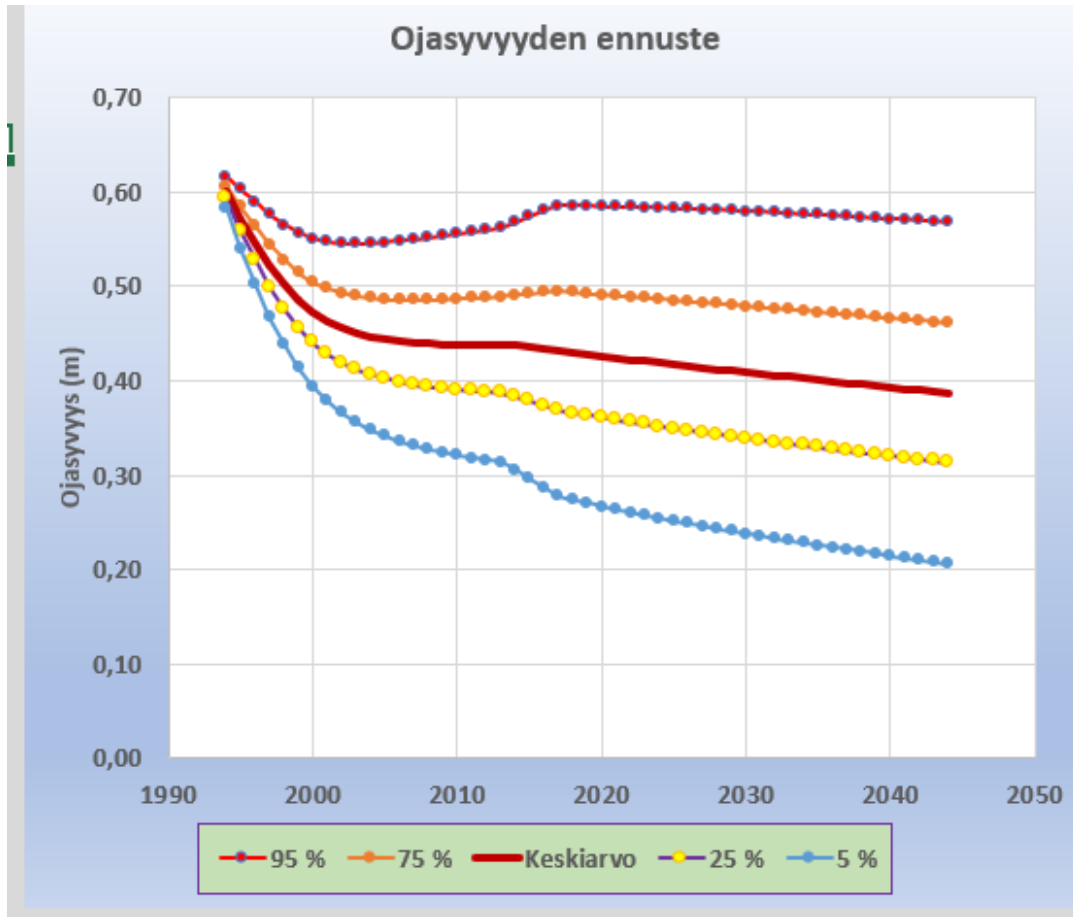


	95 %	75 %	Keskiarvo	25 %	5 %
1994	0,62	0,61	0,60	0,59	0,58
2004	0,53	0,47	0,48	0,39	0,34
2014	0,54	0,46	0,41	0,36	0,28
2024	0,54	0,45	0,38	0,31	0,22
2034	0,52	0,42	0,35	0,28	0,18
2044	0,50	0,40	0,32	0,25	0,14

Kommentit

- 60 cm oja ja 40 cm turvekerros
- Rahkaturve, heikosti maatunut, vatkg
- Kivennäismaalajin tyyppi alla **hieno**
- Madaltuminen ensimmäiset 10 v n. 20 cm
- Madaltuminen jatkuu hitaana

1994	Edellisen ojituksen vuosi (aikaisin mahdollinen on 1974)
0,6	Ojasyvyys ojituksen jälkeen (m)
0,4	Turvekerroksen paksuus edellisen ojituksen aikana (m)
1	Turvelaji 1..3 (Selitys sarake M)
2	Turpeen maatuneisuusaste 1..5 (selitys sarake M)
4	Suon ravinteisuustaso 1..5 (Selitys sarake M))
1	Turpeen alla olevan kivennäismaan tyyppi 0..3 (selitys sarake M)
1	1 = Sarkaoja 2 = Kokoojaaja
30	Ei tarvita valuma-alueen kokoa
0	Varalla
0	Varalla
30	Varalla
0	Varalla
0	Varalla
0	Varalla
66	Leveysaste (60 - 72 astetta)



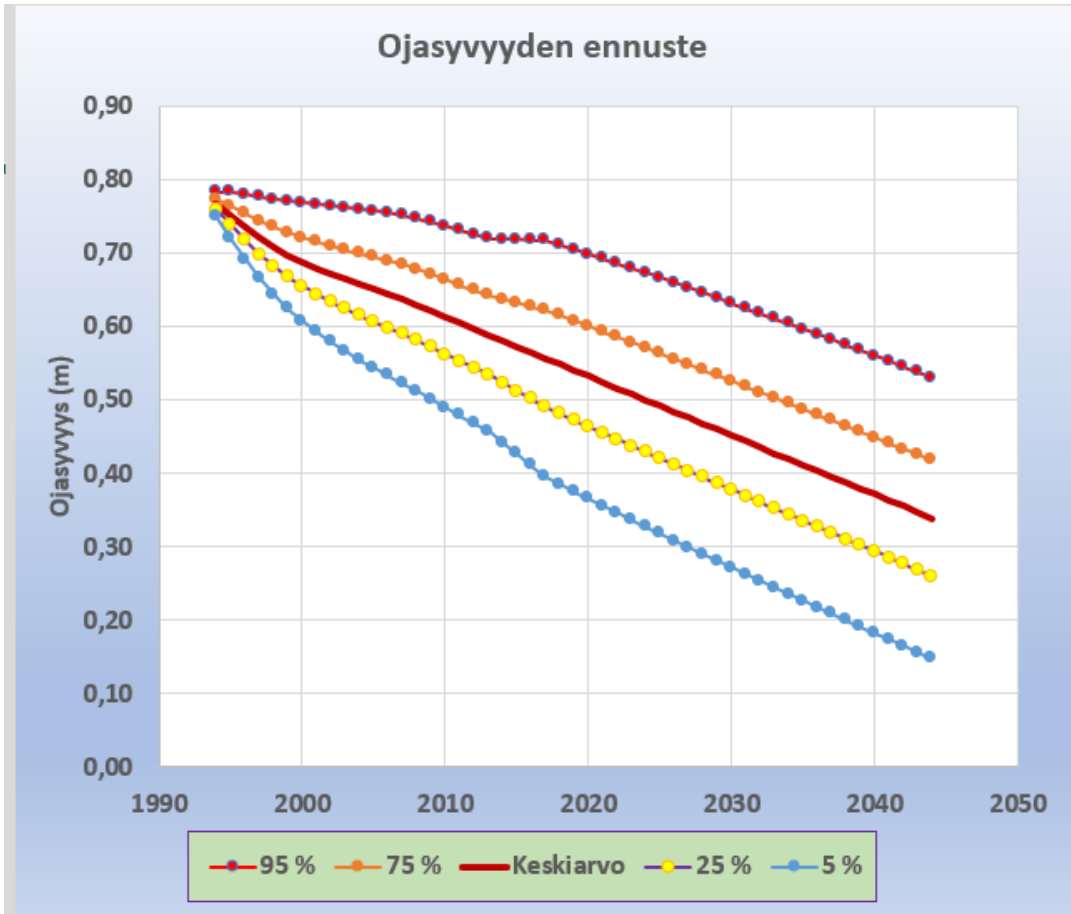
	95 %	75 %	Keskiarvo	25 %	5 %
1994	0,62	0,61	0,60	0,59	0,58
2004	0,55	0,49	0,45	0,41	0,35
2014	0,57	0,49	0,44	0,38	0,31
2024	0,58	0,49	0,42	0,35	0,25
2034	0,58	0,47	0,40	0,33	0,23
2044	0,57	0,46	0,39	0,31	0,21

Kommentit

- 60 cm oja ja 40 cm turvekerros
- Rahkaturve, heikosti maatunut, vatkg
- Kivennäismaalajin tyyppi alla **karkea**
- Madaltuminen ensimmäiset 10 v n. 15 cm
- Madaltuminen jatkuu hitaana

1994	Edellisen ojituksen vuosi (aikaisin mahdollinen on 1974)
0,6	Ojasyvyys ojituksen jälkeen (m)
0,4	Turvekerroksen paksuus edellisen ojituksen aikana (m)
1	Turvelaji 1..3 (Selitys sarake M)
2	Turpeen maatuneisuusaste 1..5 (selitys sarake M)
4	Suon ravinteisuustaso 1..5 (Selitys sarake M))
3	Turpeen alla olevan kivennäismaan tyyppi 0..3 (selitys sarake M)
1	1 = Sarkaoja 2 = Kokoojaaja
30	Ei tarvita valuma-alueen kokoa
0	Varalla
0	Varalla
30	Varalla
0	Varalla
0	Varalla
0	Varalla
66	Leveysaste (60 - 72 astetta)

Malli 2 testit



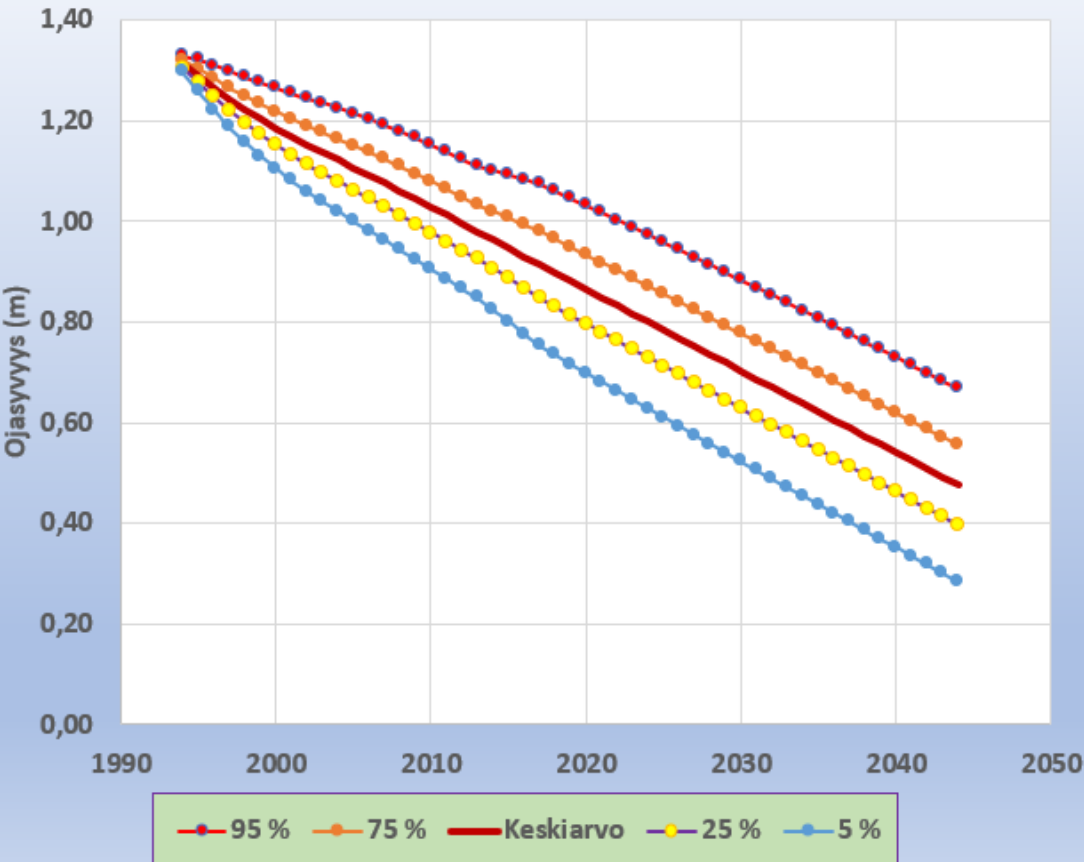
	95 %	75 %	Keskiarvo	25 %	5 %
1994	0,78	0,77	0,77	0,76	0,75
2004	0,76	0,70	0,66	0,62	0,55
2014	0,72	0,64	0,58	0,52	0,44
2024	0,67	0,57	0,50	0,43	0,33
2034	0,60	0,50	0,42	0,34	0,24
2044	0,53	0,42	0,34	0,26	0,15

Kommentit

- Alkuperäistä ojitussyvyyttä ei tiedetä, turvepaksuus 15 cm, nykyinen ojasyvyys 50 cm
- Karkea** kiv. Maa
- Madaltuminen jatkuu samankaltaisena kuin malli 1 vs. tiedoilla.
- Samanlainen vertailu mutta hieno maalaji, 2044 syvyys 0,29 cm.

1994	Milloin tehtiin edellinen ojitus (korkeintaan 40 v sitten)	1
9	Ojasyvyys ed.ojituksen jälkeen (m) JOS -9, niin ennuste taaksepäin	2
0,15	Turvekerroksen paksuus edellisen ojituksen aikana (m)	3
1	Turvelaji 1..3 (Selitys sarake M)	4
3	Turpeen maatuneisuusaste 1..5 (selitys sarake M)	5
3	Suon ravinteisuusaste 1..5 (Selitys sarake M))	6
3	Turpeen alla olevan kivennäismaan tyyppi 0..3 (selitys sarake M)	7
1	1 = Sarkaoja 2 = Kokooja	8
12	Ei tarvita valuma-alueen kokoa	9
0	Varalla	10
0	Varalla	11
30	Varalla	12
2024	Ennusteen tekemisvuosi	13
0,5	Ojasyvyys ennusteen tekohetkellä (m) (pakollinen tieto)	14
0	Varalla	15
60	Leveysaste (60 - 72 astetta)	16

Ojasyvyyden ennuste



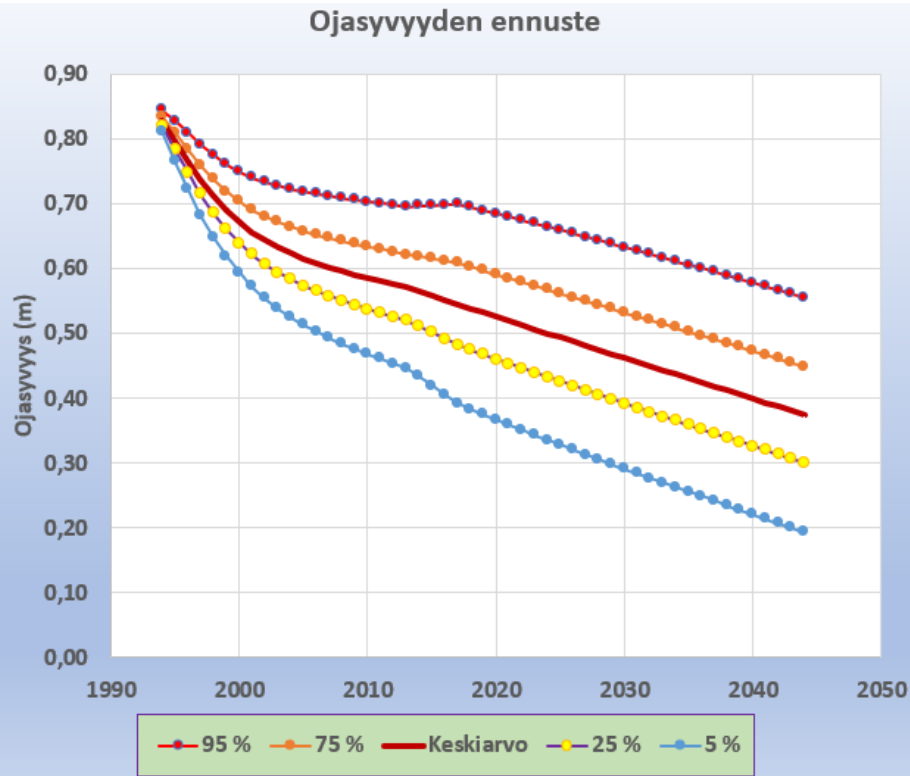
Kommentit

- Alkuperäistä ojitussyvyyttä ei tiedetä, turvepaksuus 15 cm, nykyinen ojasyvyys 80 cm
- **Hieno** kiv. maa
- **Syvempi oja jatkaa mataloitumista pidempään.**
- Samanlainen vertailu mutta karkea maalaji, 2044 syvyys 0,56 cm.

1994	Milloin tehtiin edellinen ojitus (korkeintaan 40 v sitten)
-9	Ojasyvyys ed.ojituksen jälkeen (m) JOS -9, niin ennuste taaksepäin
0,15	Turvekerroksen paksuus edellisen ojituksen aikana (m)
1	Turvelaji 1..3 (Selitys sarake M)
3	Turpeen maatuneisuusaste 1..5 (selitys sarake M)
3	Suon ravinteisuustaso 1..5 (Selitys sarake M))
1	Turpeen alla olevan kivennäismaan tyyppi 0..3 (selitys sarake M)
1	1 = Sarkaoja 2 = Kokoojaoja
12	Ei tarvita valuma-alueen kokoa
0	Varalla
0	Varalla
30	Varalla
2024	Ennusteen tekemisvuosi
0,8	Ojasyvyys ennusteen tekohetkellä (m) (pakollinen tieto)
0	Varalla
60	Leveysaste (60 - 72 astetta)

Kommentit

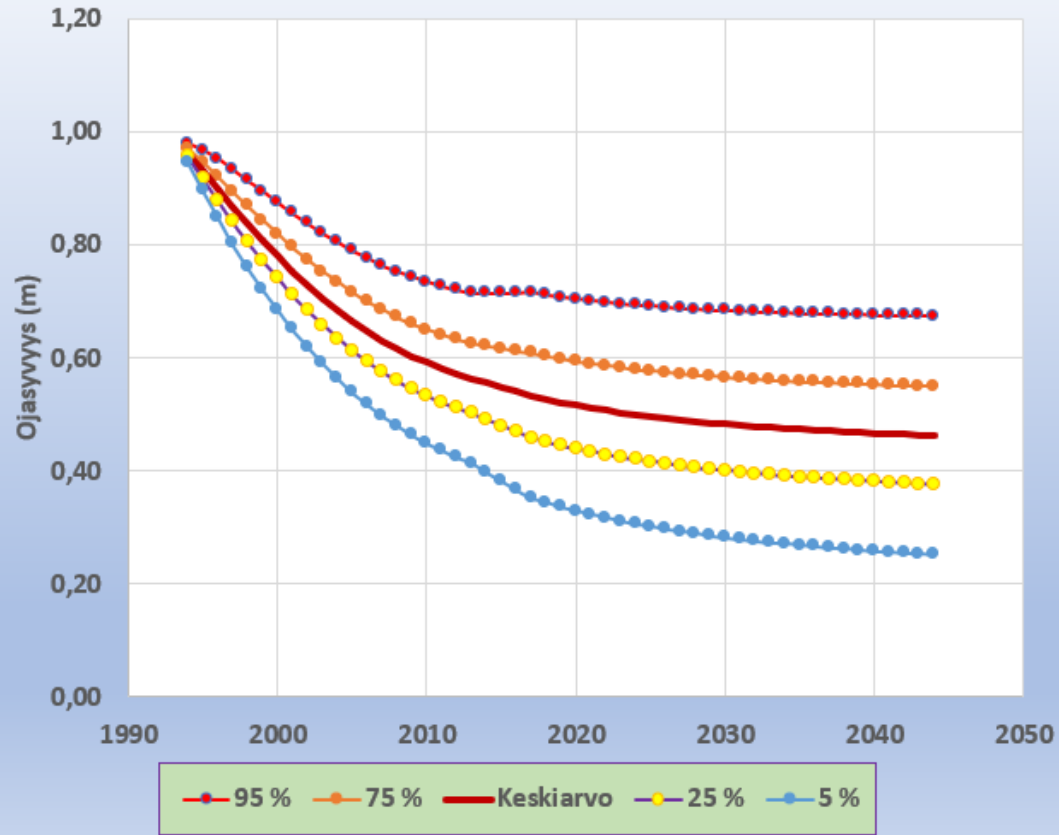
- Alkuperäistä ojitussyvyyttä ei tiedetä, turvepaksuus 40 cm, nykyinen ojasyvyys 50 cm
- Karkea kivennäismaa



	95 %	75 %	Keskiarvo	25 %	5 %
1994	0,84	0,83	0,83	0,82	0,81
2004	0,72	0,66	0,62	0,58	0,53
2014	0,70	0,62	0,57	0,51	0,43
2024	0,66	0,57	0,50	0,43	0,34
2034	0,61	0,51	0,44	0,37	0,26
2044	0,56	0,45	0,37	0,30	0,19

1994	Milloin tehtiin edellinen ojitus (korkeintaan 40 v sitten)	1
-9	Ojasyvyys ed.ojituksen jälkeen (m) JOS -9, niin ennuste taaksepäin	2
0,4	Turvekerroksen paksuus edellisen ojituksen aikana (m)	3
1	Turvelaji 1..3 (Selitys sarake M)	4
3	Turpeen maatuneisuusaste 1..5 (selitys sarake M)	5
3	Suon ravinteisuusaste 1..5 (Selitys sarake M))	6
3	Turpeen alla olevan kivennäismaan tyyppi 0..3 (selitys sarake M)	7
1	1 = Sarkaoja 2 = Kokooja	8
12	Ei tarvita valuma-alueen kokoa	9
0	Varalla	10
0	Varalla	11
30	Varalla	12
2024	Ennusteen tekemisvuosi	13
0,5	Ojasyvyys ennusteen tekohetkellä (m) (pakollinen tieto)	14
0	Varalla	15
60	Leveysaste (60 - 72 astetta)	16

Ojasyvyyden ennuste



	95 %	75 %	Keskiarvo	25 %	5 %
1994	0,98	0,97	0,96	0,96	0,95
2004	0,80	0,73	0,68	0,64	0,56
2014	0,71	0,62	0,56	0,49	0,40
2024	0,69	0,58	0,50	0,42	0,31
2034	0,68	0,56	0,48	0,39	0,27
2044	0,67	0,55	0,46	0,38	0,25

Kommentit

- Alkuperäistä ojitussyvyyttä ei tiedetä, turvepaksuus 100 cm, nykyinen ojasyvyys 50 cm
- Madaltuminen taittuu alun jälkeen.
- Ennusteeseen vain vähäisiä muutoksia, kun alkuperäiseksi ojasyvyudeksi muutetaan 1 m.

1994	Milloin tehtiin edellinen ojitus (korkeintaan 40 v sitten)
-9	Ojasyvyys ed.ojituksen jälkeen (m) JOS -9, niin ennuste taaksepäin
1	Turvekerroksen paksuus edellisen ojituksen aikana (m)
1	Turvelaji 1..3 (Selitys sarake M)
3	Turpeen maatuneisuusaste 1..5 (selitys sarake M)
3	Suon ravinteisuustaso 1..5 (Selitys sarake M))
3	Turpeen alla olevan kivennäismaan tyyppi 0..3 (selitys sarake M)
1	1 = Sarkaoja 2 = Kokooja
12	Ei tarvita valuma-alueen kokoa
0	Varalla
0	Varalla
30	Varalla
2024	Ennusteen tekemisvuosi
0,5	Ojasyvyys ennusteen tekohetkellä (m) (pakollinen tieto)
0	Varalla
60	Leveysaste (60 - 72 astetta)