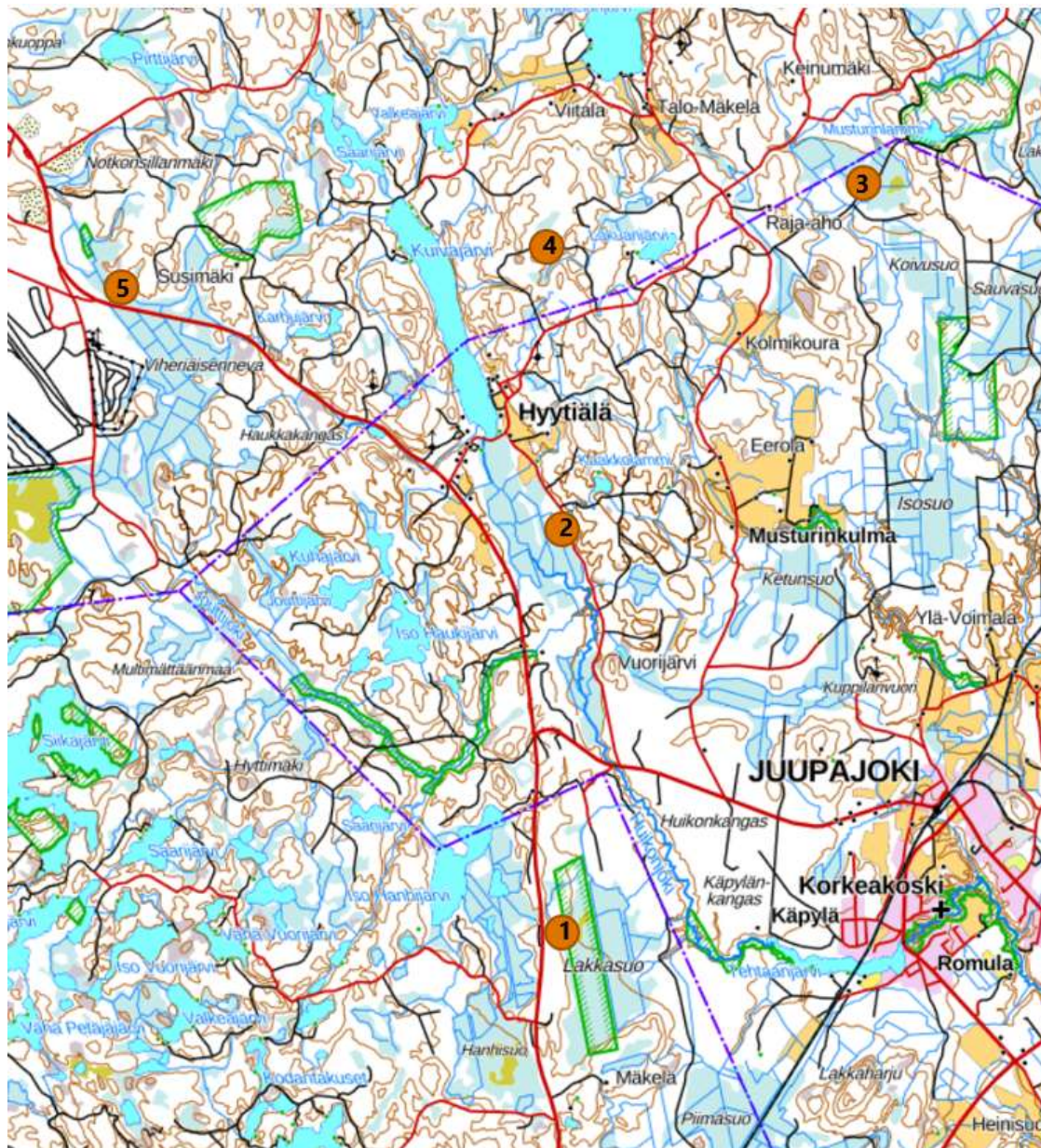


## Metsätalouden vesiensuojelupäivät – maastoretkeily Hyytiälän metsäaseman ympäristössä (Orivesi, Juupajoki, Ruovesi) 12.10.2023

### Metsätalouden käsittelyvaihtoehdot ja vesiensuojelukysymykset turvemailla

Sakari Sarkkola & Markku Saarinen, Luonnonvarakeskus (Luke)



### Retkeilyn maastokohteet

- 1=Metsäsaramäki: Monimuotoisuus- ja jatkuvan kasvatuksen kysymykset ravinteikkaalla ojitusalueella
- 2=Joensarisuo: kaistalehakkuu rämemännikössä
- 3=Musturinsuo: Metsänuudistaminen ja vesiensuojelukysymykset turvemaalla
- 4=Hyytiälänkorpi: Pintavalutuskenttä- ja ennallistaminen
- 5=Viheriäisenneva: Turvemaan tuhkalannoitus, pitkäaikaiset vaikutukset

**KOHDE 1: Metsäsaramäki: Monimuotoisuus- ja jatkuvan kasvatuksen kysymykset ravinteikkaalla ojitusalueella (vanha luonnontilainen ojitusalue metsä ja 2. puusukupolven harvennettu kuusikko)**

-Helsingin yliopiston kestokoealoja (Sarkkola ja Päivänen 2016)

**-Vanha tuvemaametsä:** Koeala (B23) on perustettu vuonna 1952. Sillä seurataan hakkuin käsittelemättömän (luonnonnormaalin) sekametsän kehitystä ravinteikkaalla ojitetulla suolla. Luonnontilaisena alue on ollut ruohokorpi (RhK) ja tällä hetkellä ruohoturvekangasta (RhkgII). Alue on ojitettu 1928. Niskaoja on perattu 1990. Turpeen paksuus on keskimäärin 0,5 m.

Koeala on Hyytiälän ympäristön ojitetuilla soilla sijaitsevista näytealoista runsaspuustoisin, vaikka luonnonpoistuma tuulenskaatoina ja pystyyn kuolleina puina on jo selvästi ylittänyt puuston kasvun. Pisimpien puiden pituus on lähes 40 m. Alun perin luonnontilaisena harvapuustoinen suo on kehittynyt kasvilajistoltaan ja puustorakenteeltaan monimuotoiseksi vanhan metsän kohteeksi.

Useat koealan lepiästä ovat kasvaneet huomattavan järeiksi. Metsiköstä on valittu vuonna 1973 kaksi tervaleppää (*Alnus glutinosa*) metsänjalostuksen kantapuiksi. Erittäin suorarunkoinen E4841 kasvaa aivan pitkospuiden vieressä, koealan välittömässä läheisyydessä.

Kunnostusojituksessa 1990 perattu vain niskaoja, sarkaojat alkuperäisiä ja kaivettu pääkaltevuossuunnan myötäisesti.

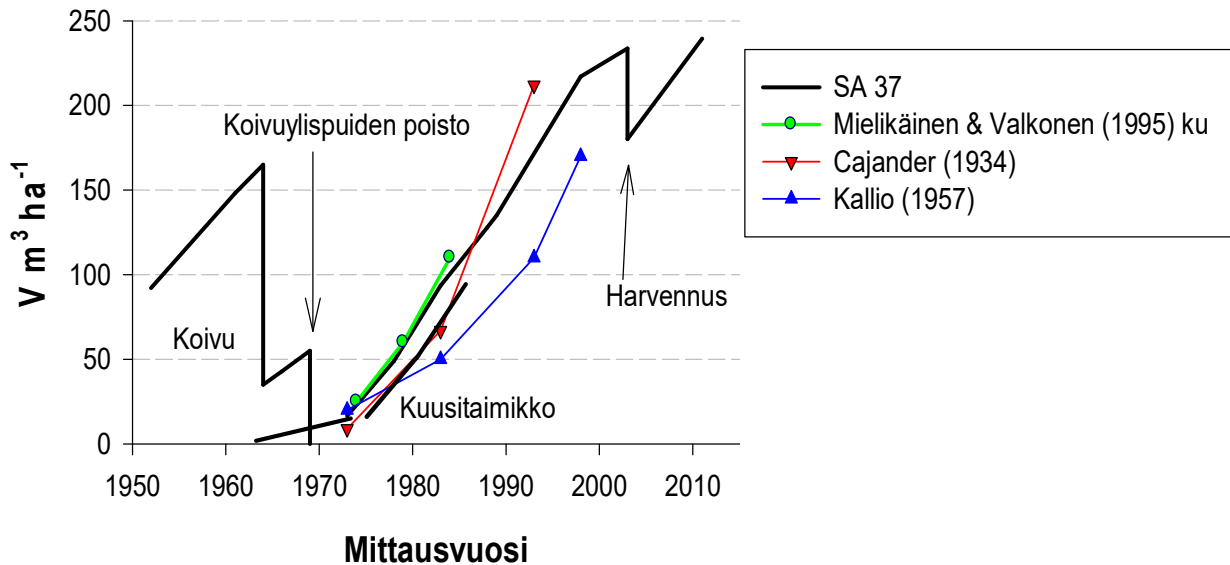
Koeala B 23	1952	1961	1966	1971	1978	1988	1998	2005	2010
V, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	311,3	308,2	302,5	380,5	370,9	413,8	548,0	557,1	505,6
- Poistuma								25,8	62,8
- Jäänyt puusto								487,8	442,8

**-Harvennettu turvemaakuusikko:** Koeala (A37) on perustettu 1952. Sillä seurataan luontaisesti syntyneen kuusikon kehitystä ojitetulla suolla koivuverhokuuston alla ja myöhemmin sen poistamisen jälkeen. Alue, joka on alun perin ollut vähäpuustoista ruohokorpea (Rhk) on ojitettu vuonna 1928 ja luokitellaan tällä hetkellä ruohoturvekankaaksi (Rhkg II). Ennen kuivatusta suon puusto oli hieskoivuvaltaista, jossa kuusta ja mäntyä esiintyi sekapuuna. Puusto harvennettiin 1949 ja kaikki kuuset ja männyt sekä puolet koivuista poistettiin 1964. Tällöin puusto hakattiin ns. "Multamäen omenapuuasentoon", jolla tarkoitetaan professori S.E. Multamäen mukaan nimettyä kuusen luontaisenuudistamisen menetelmää, jossa uudistusalalle jätetään harva koivuverhokuusto. Koivikon alle syntynyt kuusitaimikko vapautettiin vuonna 1969. Kuusikkoon tehtiin myöhäinen ensiharvennus alaharvennuksena talvella 2004. Viimeisen hakkuun jälkeen kuusikon kehitys on ollut nopeaa. Puuston tuotos on ollut vertailukelpoinen kivennäismaiden parhaimpien kasvupaikkojen tuotoksen kanssa. Turpeen paksuus on 0,4 m.

Viime vuosina puustossa on alkanut esiintyä mm. kaliuminpuutosta. Mahdolliset jatkokasvatusvaihtoehdot:

-Jaksollinen kasvatus: Jatkoharvennus+tuhalannoitus. Uudistaminen aikanaan suojuspuuhakkuuna tai avohakkuuna+viljelytoimet

- Jatkuvapeitteinen kasvatus: Yläharvennustyyppinen poimintahakkuu (ns. siirtymävaiheen hakkuuna, jolla metsään yritetään aikaansaada erirakenteisuutta)+tuhalannoitus



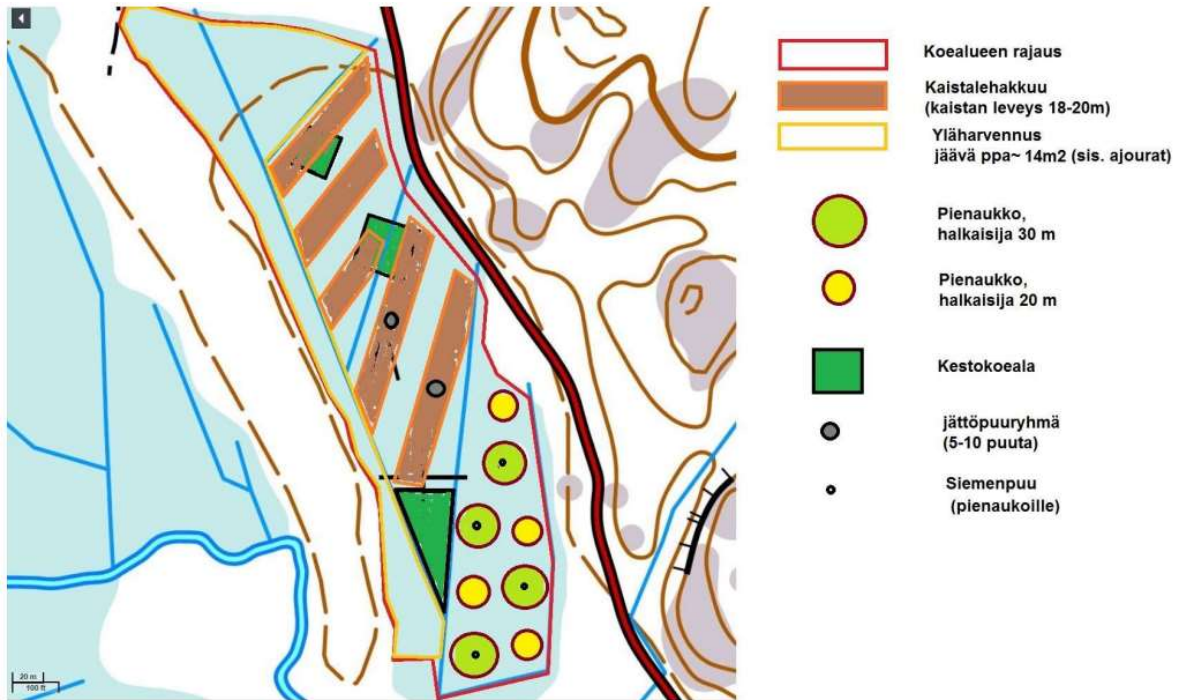
Koivuverhokuuston alle luontaisesti syntyneen kuusikon tilavuuden kehitys ruohoturvekankaan (Rhtkg) koealalla A 37. Koivupuustosta poistettiin 1964 noin 75 % ja loput ylispuukoivut poistettiin 1969. Kuusikko harvennettiin vuonna 2004, jolloin poistuma oli noin 22 % kokonaistilavuudesta. Vertailuna puuston tilavuuden iänmukainen kehitys kangasmaan OMaT-viljelykuusikossa (Cajander 1934), hakkuin käsitellyissä luontaisesti syntyneissä OMT-kuusikoissa (Kallio 1957) sekä Mielikäisen ja Valkosen (1995) malleilla laskettu tilavuuden kehitys koivuverhokuuston alta vapautetuissa OMaT-kuusikoissa.

## **KOHDE 2: Joenvarsisuon kaistalehakuukoe rämemännikössä (jatkovapeitteinen kasvatus)**

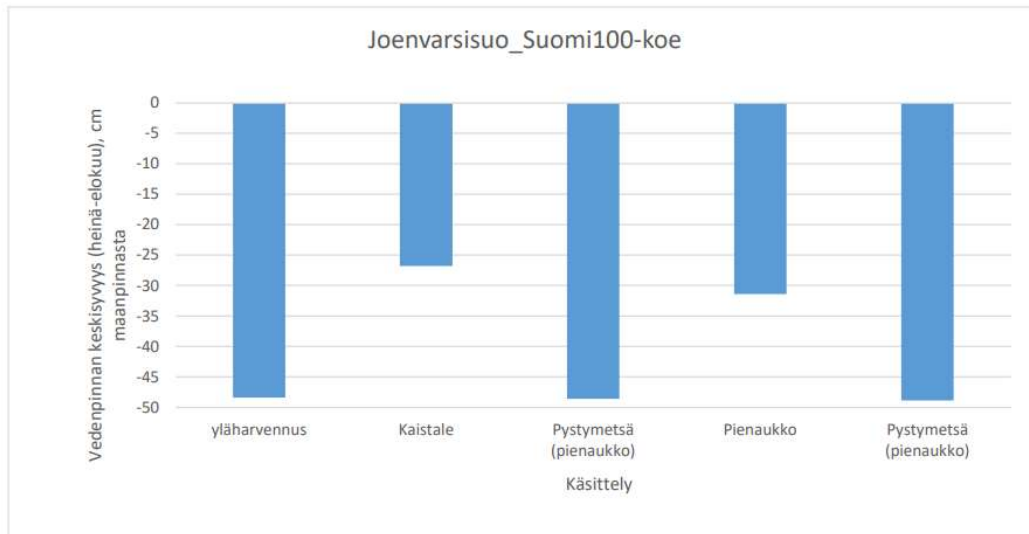
Koe perustettu 2017, hakkuut tehty talvella 2018

- Kasvupaikka: varputurvekangas (Vatkg I), alkup. suotyyppi IR, ojitettu 1915, kunnostusojitus tehty 1986, puustoa harvennettu 1954, 1957 ja 1987.
- Pääpuulaji: mänty. Puuston lähtötunnuksia:  $V=250$  m<sup>3</sup>/ha, PPA=25m<sup>2</sup>, Hdom=24 m
- Hakkuukäsittelyt: Yläharvennus (n. 1 ha), jäänyt PPA=14 m<sup>2</sup> Kaistalehakuu (n. 3,3 ha), kaistaleen leveys 18-20 m Pienaukkohakuu (n. 1,5 ha), aukkojen halkaisija 20m ja 30 m
- Vuoden 2020 taimi-inventoinnin perusteella kaistalehakuilla aloilla männyn taimia n. 1100 kpl/ha, taimikko ryhmittäinen (systemaattisessa inventoinnissa tyhjiä koeruutuja n. 56%)





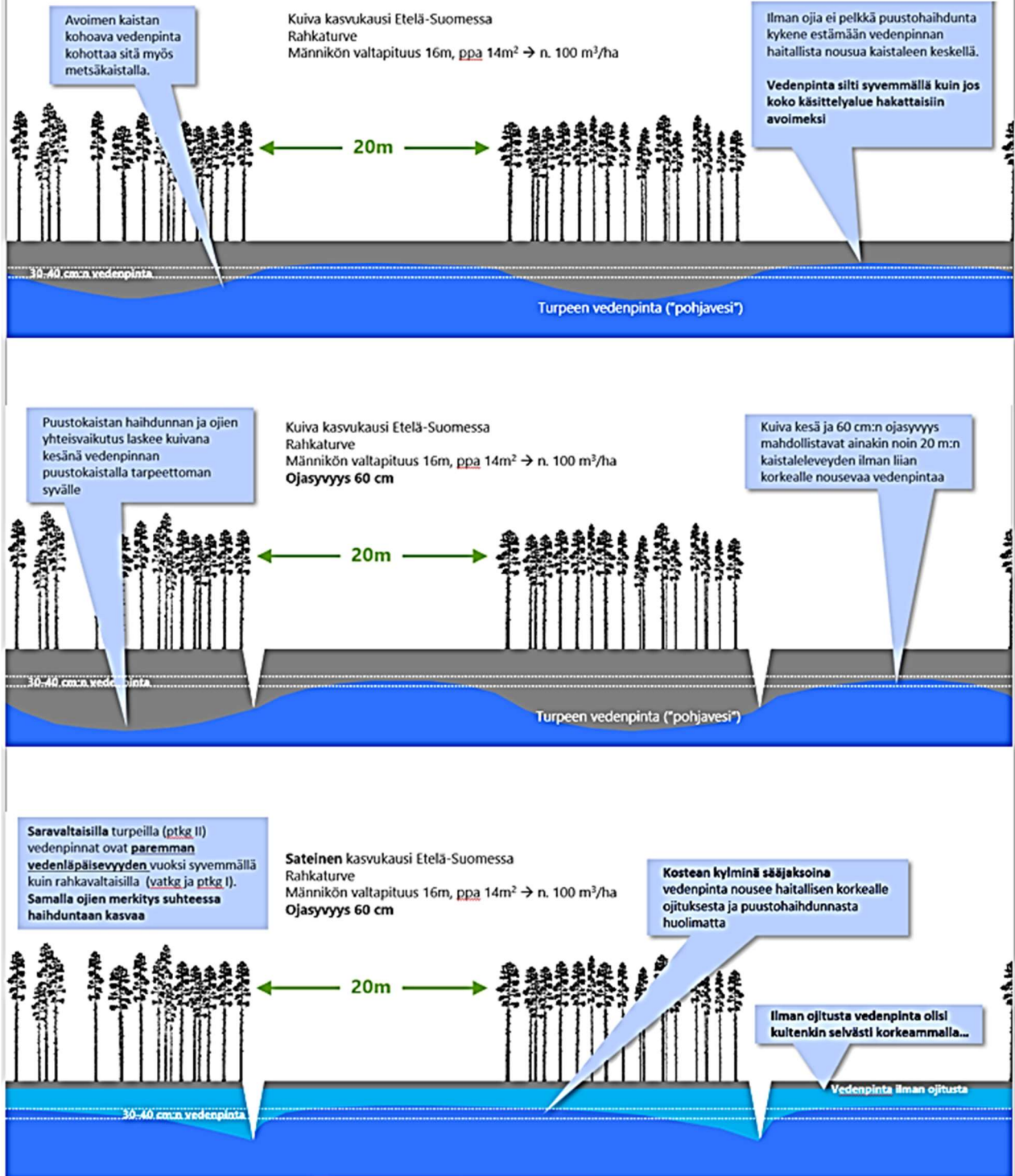
Joenvarsisuon Suomi\_100-hakkuukokeen raja ja käsittelyt.



Pohjavedenpinnan keskiyvyys loppukesällä 2019-2020 hakkuukokeen hakatuilla (yläharvennus, kaistale ja pienaukko) ja pystyyn jääneillä alueilla (kaistaleiden ja pienaukkojen välimetsät).

## Ryhmittäisen erirakenteisuuden haaste:

Mikä on suurin pienaukko tai levein kaistale ennen kuin jatkuvapeitteinen metsänkasvatus muuttuu vesitalouden näkökulmasta avohakkuumetsätaloudeksi?



Measuring and Modeling the Effect of Strip Cutting on the Water Table in Boreal Drained Peatland Pine Forests

Lena Weidberg <sup>1\*</sup>, Rami Leppä <sup>2</sup>, Sami Loustama <sup>3</sup>, Emma-Liisa Luoma <sup>4</sup>, Hanna Mäkelä <sup>5</sup>, Sakari Saikku <sup>6</sup>, Markku Suominen <sup>7</sup> and Mika Nieminen <sup>8</sup>

<https://doi.org/10.3390/f13071134>

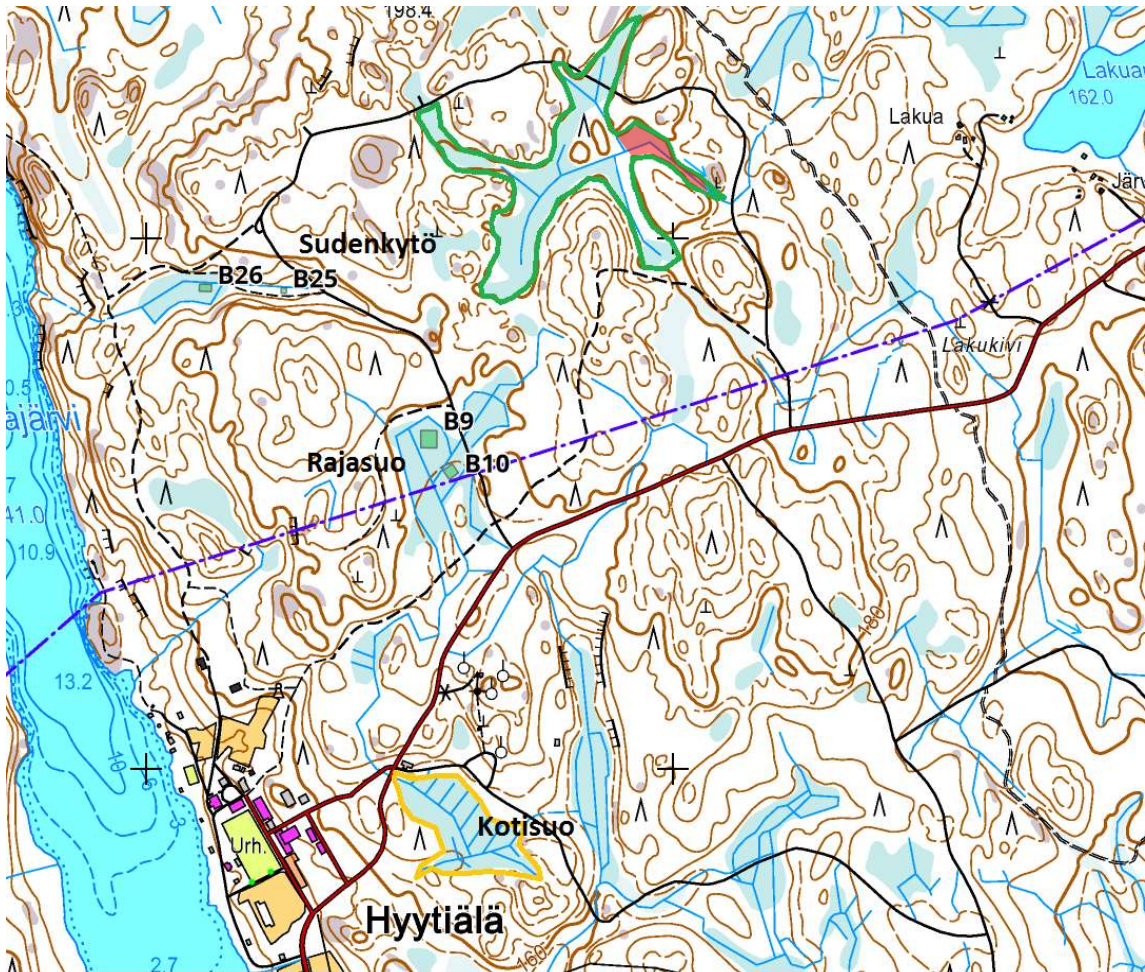
11

**KOHDE 3: Metsänuudistaminen turvemaalla ja vesiensuojelukysymykset (Musturinsuo)**

- Kasvupaikka puolukkaturvekangasta (Ptkg II), ensiojitus 1936. Ojastoja kunnostettu 1980-luvulla, mutta tarkka kunnostusajankohta ei tiedossa. Ojien kunto hyvä.
- Alueella ollut uudistuskypsi kuusi-koivu-mänty -sekapuusto, avohakattu 2021, ojitusmätästetty ja istutettu männyille 2022.
- Uudistusalan pinta-ala n. 1,8 ha
- Ei varsinaisia vesiensuojelumenetelmiä käytössä, kasvittunut valtaoja pidättää jonkun verran kiintoainesta.



#### KOHDE 4: Pintavalutuskenttä ja ennallistamiskysymyksiä (Hyytiälänkorpi)



Vihreällä rajattu ojitettu korpi (ojitettuna RhtkgII, n. 4,5 ha) on ennallistettu ojat tukkimalla vuonna 2016. Kohteella selvitetään ns. vaiheittaisen ennallistamisen menetelmää, jolla pyritään vähentämään tavanomaisen ennallistamisen yhteydessä havaittuja haitallisia vesistövaikutuksia ennallistamalla ensin pienempi alue **pintavalutuskentäksi** (punaisella väritetty alue, 0,19 ha), joka toteutettiin kaksi vuotta ennen varsinaista ennallistamista elokuussa 2013.



Kosteikon perustaminen rehevälle turvemaan ojitusalueelle on usein ongelmallista vesiensuojelun kannalta, sillä liikkeelle saattaa lähteä merkittävää orgaanisen hiilen, typen ja fosforin kuormitusta ensimmäisinä vettämisen jälkeisinä vuosina.

Hyytiälänkorven pintavalutuskentältä lähti liikkeelle tutkittuna kahtena ensimmäisenä vuonna selvästi enemmän kuormitusta kuin sille saapui yläpuoliselta vielä ennallistamatta olevalta ojitusalueelta (Nieminen ym. 2020, Taulukko 1). Kun pintavalutuskentän "vettymishokki" on mennyt ohi ja suokasvillisuuden peittävyys lisääntynyt, myös ravinteiden pidätyskyky kasvaa.

**Taulukko 1.** Ennallistetuilta pintavalutuskentiltä kahtena hakkuuta ja vettämistoimia seuranneena vuonna huuhtoutuvat orgaanisen hiilen (DOC), kokonaistypen (TN) ja kokonaisfosforin (TP) kuormat Niemisen ym. (2020) mukaan. BA1 on Hyytiälänkorven pintavalutuskenttä.

	Year	DOC		TN		TP	
		kg	%	kg	%	kg	%
BA1	+1	559.0	15.7	22.4	30.9	6.5	162.6
	+2	449.2	10.4	13.5	14.7	3.3	80.8
BA2	+1	4566.0	840.5	108.1	982.8	12.7	5420.4
	+2	1220.5	81.6	52.7	182.9	6.0	1271.2
BA3	+1	918.7	25.3	32.1	55.5	6.1	273.6
	+2	231.8	6.5	10.9	18.0	2.3	129.0
BA4	+1	682.7	16.1	31.9	38.5	3.9	200.0
BA5	+1	730.0	18.3	20.1	29.8	3.8	142.3
	+2	371.1	11.0	8.3	14.5	1.3	73.3
BA6	+1	560.4	23.2	10.1	26.5	1.2	142.0
	+2	376.4	19.9	9.9	33.6	1.0	156.0

Nieminen, M., Sarkkola, S., Tolvanen, A., Tervahauta, A., Saarimaa, M., Sallantaus, T. 2020. Water quality management dilemma: Increased nutrient, carbon, and heavy metal exports from forestry-drained peatlands restored for use as wetland buffer areas. *Forest Ecology and Management* 465: 118089. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118089>

Seurantatutkimukset ovat osoittaneet, että pintavalutuskenttä on yleisesti ottaen yksi tehokkaimmista vesiensuojelumenetelmistä ja niitä tulisi suosia metsätalouden vesiensuojelumenetelmänä. Perustettaessa pintavalutuskenttä pitkälle muuttuneelle turvekankaalle, menetelmään voi kuitenkin alkuvaiheessa liittyä lisäkuormitusriski. Optimaalisimpia pintavalutuskenttäkohteita ovat joko luonnontilaiset tai luonnontilaisen kaltaiset suot.



## **KOHDE 5. Tuhkalannoitus turvemaamännikössä (Viheriäisenneva)**

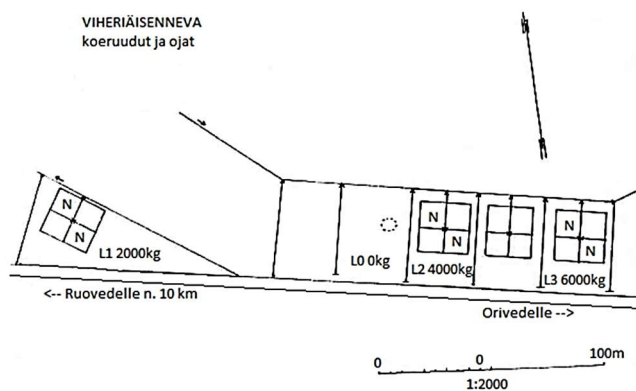
- Vanha tuhkalannoituskoe, joka perustettu 1948 (Heikurainen & Mannerkoski 1982)
- Alue ojitettu 1931, navero-ojat kaivettu 1970, ja ojat perattu 1978 ja 2014.
- Alue ollut alun perin lyhytkorsinevaa (LKN) ja lyhytkorsikalvakkanevaa (LkKaN), tällä hetkellä varputurvekangasta (Vatkg)
- Neljä koealaa, joista yksi käsittelemätön kontrolli, kolme muuta lannoitettiin:
  1. 7.12.1948 2000 kg/ha puuntuhkaa
  2. 7.12.1948 4000 -" - -" -
  4. 9.12.1948 6000 -" - -" -
- Lisäksi tehtiin lannoitus kalisuolalla ja hienofosfaatilla 1953.
- turvelaji: rahkaturve
- Puustotunnuksia kohteella 2019 (Samuli Joensuu, Tapio Oy):

### **Pelkkä ojitus:**

PPA: 16 m<sup>2</sup>, keskipituus: 14 m, keskiläpimitta: 17 cm, tilavuus: 113 m<sup>3</sup>/ha, tukkia: 35 m<sup>3</sup>

### **Tuhkalannoitus:**

PPA: 33 m<sup>2</sup>, keskipituus: 18 m, keskiläpimitta: 21 cm, tilavuus: 284 m<sup>3</sup>/ha, tukkia 187 m<sup>3</sup>



## Lyhytkortinen kalvakkaneva pelkkä metsäojitus

Nettotulojen nykyarvo 2019

Nettotulojen nykyarvo = diskontatut tulot – diskontatut menot

Viheriäisenneva		vuosi	€/ha	Nykyarvo (korkokanta 3%)
<b>Menot</b>	Metsäojitus	0	300	300
	<b>MENOT YHTEENSÄ</b>			<b>300</b>
<b>Tulot</b>	päätihakkuu	88	3547	263
	<b>TULOT YHTEENSÄ</b>			<b>263</b>
Tulojen nykyarvo – menojen nykyarvo = nettotulojen nykyarvo =				263 – 300 = <b>-37 €</b>

$$V_0 = \frac{V_t}{(1 + r/100)^t}$$

Missä  $V_0 = , V_t = 3547,$   
 $r = 3$  (korko%) ja  $t = 88$  (vuosi)

Pelkkä metsäojitus:  
 Tukkiosuuden tulot (kontrolli)= 35m<sup>3</sup> = 2153€  
 Kuituosuuden tulot 75m<sup>3</sup> = 1394€  
 Metsäojituksen tuottama arvonlisä = 2153+1394 = **3547 €**

## Lyhytkortinen kalvakkaneva tuhkalannoitus

Nettotulojen nykyarvo 2019

Nettotulojen nykyarvo = diskontatut tulot – diskontatut menot

Tuhkakoe Viheriäisenneva		vuosi	€/ha	Nykyarvo (korkokanta 3%)
<b>Menot</b>	Tuhkalannoitus	0	500	500
	<b>MENOT YHTEENSÄ</b>			<b>500</b>
<b>Tulot</b>	päätihakkuu	70	9704	1226
	<b>TULOT YHTEENSÄ</b>			<b>1226</b>
Tulojen nykyarvo – menojen nykyarvo = nettotulojen nykyarvo =				1226 – 500 = <b>726 €</b>

$$V_0 = \frac{V_t}{(1 + r/100)^t}$$

Missä  $V_0 = , V_t = 9704,$   
 $r = 3$  (korko%) ja  $t = 70$  (vuosi)

Pelkkä tuhkalannoitus:  
 Tukkiosuuden erotus (Tuhka-kontrolli)= 187-35 m<sup>3</sup> = 152 m<sup>3</sup> = 9351 €  
 Kuituosuuden erotus = 94-75 m<sup>3</sup> = 19 m<sup>3</sup> = 353 €  
 Tuhkalannoituksen tuottama arvonlisä = 9351+353 = 9704 €

### Viitteitä:

Cajander, E.K.1934.Tutkimuksia Etelä-Suomen viljelyskuusikoiden kehityksestä. (Referat: Untersuchungen über die Entwicklung der Kulturfichtenbestände in süd-Finnland.) Communicationes Institutii Forestalia Fennica 19(3): 1-89.

Heikurainen, L. & Mannerkoski, H. 1982. Suometsätieteen laitoksen kenttäkokeet. Helsingin yliopiston suometsätieteen laitoksen julkaisuja 1. 129 s.

Kallio, K.1957. Käenkaali-mustikkatyypin kuusikoiden kehityksestä Suomen lounaisosassa.Taksatoris-liiketaloudellinen tutkimus. (Summary: On the development of spruce forests of the Oxalis-Myrtillus site type in the south-west if Finland. Forest mensuration and management). Acta Forestalia Fennica 66(3): 1-142.

Mielikäinen, K. & Valkonen, S. 1995. Kaksijaksoisen kuusi-koivu-sekametsikön kasvu. Folia Forestalia - Metsätieteen aikakauskirja 1995 (2): 81-97.

Sarkkola, S. & Päivänen, J. 2016. Suosta suometsäksi – sukessio muutosvoimana. Metsätieteiden laitoksen tiedonantoja 5. 196 s.