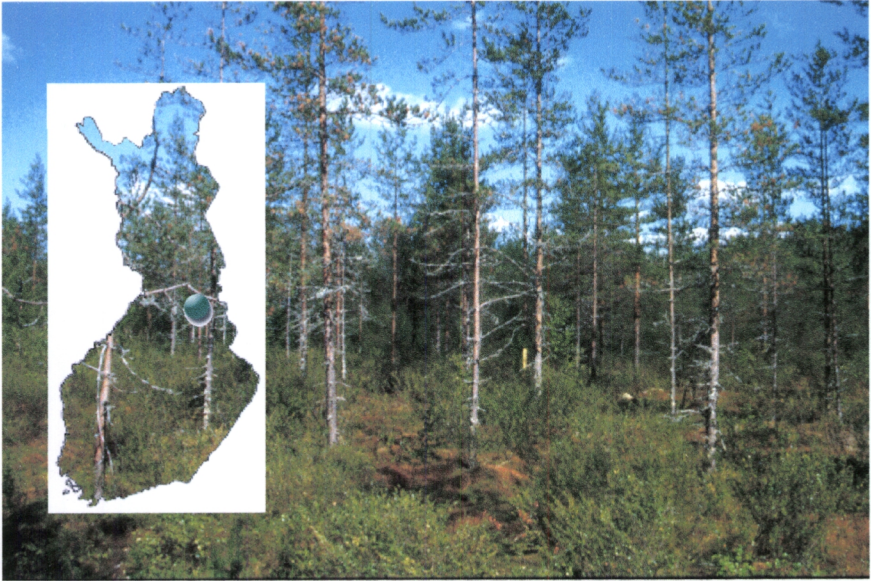


## *Retkeilyopas*



**Suosta suometsäksi –**  
Nokkapuronsuon havainto- ja tutkimusmetsä Ristijärvellä



## Ajo-ohje



### Näin löydät perille

Valtatieltä 5 Salokylän tietä noin 2 km.  
Tien vasemmalla puolella P-paikka ja opastustaulu.

Retkeilyreittikartta sivulla 17.





# Sisälllys

Ajo-ohje.....	1
Saatteeksi .....	4
Ojitettu suo metsänkasvatuksen haasteena.....	5
Suot metsätalouden käytössä .....	5
Suometsän ravinnetalous ja lannoitus .....	6
Nokkapuronsuon yleiskuvaus .....	7
Kasvupaikka.....	8
Puusto.....	9
Ojitukset .....	10
Lannoitukset.....	10
Koetuloksia.....	11
Vallitseva puusto.....	11
Kuusialikasvos.....	13
Retkeilyreitti.....	17
Retkeilyreitin esittelykohteet .....	18
1. Toistuvat lannoitukset .....	18
2. Fosforin puutostila ja sen korjaaminen.....	19
Turpeen typen merkitys puille.....	20
Ojitetun suon uudelleen soistuminen .....	20
3. Suopuuston ravinnetalouden hoidon kannattavuus.....	20
4. Alikasvoskuusista uusi metsä?.....	23
Suosta turvekankaaksi.....	24
Tuhkalannoitus .....	25
Luonnon monimuotoisuus .....	25
5. Kaliumin puutostila ja sen korjaaminen.....	26
6. Hidasliukoista kaliumia suometsiin.....	27

Kirjoittajat: Mikko Moilanen, Jorma Issakainen

Reitin suunnittelu ja valokuvat: Jorma Issakainen

Taitto: Irene Murtovaara

Julkaisija: Metsäntutkimuslaitos, Muhoksen tutkimusasema

Kirjoittajien yhteystiedot: Metsäntutkimuslaitos, Muhoksen tutkimusasema, Kirkkosaarentie 7, 91500 Muho. Puh. 010 211 3743 (Moilanen) ja 010 211 3745 (Issakainen)

Sähköposti: etunimi.sukunimi@metla.fi



## Saatteeksi

Soita on ojitettu Suomessa jo kohta 100 vuoden ajan. Vilkkainta soiden kuivatus oli 1960-70-luvuilla, jolloin ojitusalaksi kirjattiin jopa 300 000 ha vuodessa. Maamme alkuaan lähes 10 miljoonan hehtaarin suopinta-alasta on ojitettu noin puolet.

Ojitusten seurauksena suopuuston määrä on 1950-luvun alkuun verrattuna puolitoistakertaistunut ja kasvuvauhti lähes kaksinkertaistunut. Suometsien osuus maamme puuhuollossa on jo tänä päivänä merkittävä ja kasvaa tulevana vuosikymmeninä. Edellytyksenä kuitenkin on, että ojitusaluemetsien metsänhoidollinen tila ja puuntuotantokyky säilyvät nykyisellään. Se taas edellyttää ojastojen kunnossapitoa ja nuorten puustojen harvennuksia ajallaan. Kansallisen metsäohjelman suunnitteissa tavoitteena on kunnostaa ojitusalueita vuosittain 110 000 hehtaaria.

Metsäpuiden kasvualustana turve on hyvin erilainen verrattuna kangashumukseen tai kivennäismaahan. Soiden metsänkasvatuksen tekee haasteelliseksi se, että kosteus- ja ravinneolot ovat jatkuvassa muutostilassa. Seuraukset näkyvät myös kasvillisuudessa: jo muutamassa kymmenessä vuodessa suo kuivuessaan saa kokonaan uuden ulkoasun. Entinen kosteikko on muuttunut turvekankaaksi ja suokasvillisuus on korvautunut kangasmaille tyypillisillä kasvilajeilla.

Suot eivät pitkälläkään aikavälillä kuitenkaan muutu kankaiksi, eivätkä niillä toteudu kivennäismaan kasvun lainalaisuudet. Nykypäivänä metsänkasvattaja kaipaa tietoa siitä, miten vanhoja ojitusaluemetsiä pitäisi hoitaa ja käsitellä, jotta niillä voidaan harjoittaa ekologisesti ja taloudellisesti kestävä puuntuotantoa, mitkä ojitusalueet kannattaa hyödyntää puuntuotannossa, mitkä taas voi jättää ylläpitokelvottomina metsätaloustoiminnan ulkopuolelle.

Metsäntutkimuksen tehtävänä on löytää uutta tietoa metsien kasvuun vaikuttavista tekijöistä ja siirtää tietoa käytännön metsätoimijoiden tarpeisiin. Tutkimusongelmiin haetaan usein vastauksia kenttäkokeiden avulla. Paitsi omissa tutkimusmetsissään Metsäntutkimuslaitos (Metla) harjoittaa koetointia myös muiden maaomistajien omistamissa metsissä. Tämä retkeilyopas on syntynyt Metlan ja UPM-Kymmene Oyj:n tutkimusyhteistyön tuloksena. Tekijät toivovat, että tässä oppaassa esitetty metsäntutkimustieto ja maastokokeissa saadut tutkimustulokset palvelevat ja hyödyttävät kaikkia niitä, jotka ovat tavalla tai toisella kiinnostuneita soista ja suometsistä.

Muhoksella 15.1.2003

Tekijät



- Mitä tapahtuu kun suo ojitetaan?
- Kuinka nopeasti ja voimakkaasti puusto reagoi kuivatukseen?
- Saavatko suopuut riittävästi ravinteita?
- Mitä alikasvokset ovat?

Näihin kysymyksiin haetaan vastausta tutkimusmetsästä, joka sijaitsee Kainuussa UPM-Kymmene-mailla Ristijärven Jokikylässä. Tämä opasvihkonen sisältää yleiskuvauksen koalueesta sekä tutkimustietoa ojituksen ja lannoituksen vaikutuksista

suometsän kehitykseen. Merkityn retkipolun varren esittelypisteissä voi omin silmin havaita, millaiseksi suoluonto on kehittynyt 50 vuoden kuluessa, millaiseksi metsä on ihmisen toimesta muuttunut ja ovatko kohteessa tehdyt metsänparannustyöt kantaneet hedelmää. Havaintometsän toivotaan tyydyttävän paitsi metsätalouden harjoittajien myös muiden suometsissä liikkuvien ja niistä tavalla tai toisella kiinnostuneiden tietotarpeita.

## Suot metsätalouden käytössä



Puuntuotantoa varten ojitettuja turvemaita on Suomessa kaikkiaan lähes 5 milj. hehtaaria, mikä on noin puolet maamme koko suopinta-alasta. Laajamittaisen ojitustoiminnan seurauksena suometsien puuston määrä ja kasvu ovat lähes kaksinkertaistuneet viimeisen 50 vuoden aikana. Vuotuinen kasvu on 1990-luvulla kohonnut 17-18 milj. m<sup>3</sup>:iin, mikä on neljännes Suomen kaikkien metsien kasvusta. Ojitusten ja lannoitusten ansiosta metsien vuotuinen lisäkasvu on 12-13 milj. m<sup>3</sup>. Ojitusalueilta vuosittain korjattavan puusadon määrän arvioidaan kohoavan vuoteen 2025 mennessä tasolle 15-20 milj. m<sup>3</sup>, kun se nykyisellään on 6-7 milj. m<sup>3</sup>. Suometsät ovat varsin ratkaisevassa asemassa ajatellen lähivuosisikymmenien puuhuoltoa.

Ojitus muuttaa suon ilmiänsun. Kuivatuksen seurauksena kostean kasvupaikan kasvilajisto – suosarat, rahkasammalet – väistyy ja sen tilalle levittäytyy vähitellen kangaskasvillisuus. Kun ojituksesta on kulunut aikaa 30 - 50 vuotta, suo on muuttunut turvekankaaksi. Tuolloin puusto on jo varttunutta kasvatusmetsää ja lähentelee uudistustamisvaihetta.



Suometsien kehitys riippuu ratkaisevasti siitä, säilyvätkö puuston vesi- ja ravinneolot puuston kannalta riittävän hyvinä ja missä määrin suopuustoja harvennetaan tulevaisuudessa. Ojastojen kuivatusteho väistämättä heikkenee ajan myötä ja etenkin paksuturpeisilla soilla esiintyy usein ravinnepuutosti- loja. Suometsät tuottavat hyvin vain jos niitä hoidetaan.

## Suometsän ravinnetalous ja lannoitus



Ojitettujen suometsien ravinnetalous on jatkuvassa muutostilassa ja poikkeaa selvästi kangasmaiden metsien ravinnetilasta. Ravinnepuutoksia esiintyy soilla enemmän kuin kankailla. Erityisesti paksuturpeisilla ja alkuaan vähäpuustoisilla nevarämeillä on niukasti kivennäisravinteita, minkä seurauksena puut potevat fosforin, kaliumin, boorin, joskus myös sinkin ja kuparin puutosta. Typen määrä riippuu suotyypistä: ruoho- ja suursaratason soilla typpeä on riittävästi puiden käytössä, mutta piensara- ja tupasvillatason soilla typen puutoksia esiintyy yleisesti etenkin pohjois-Suomessa.

Ojitusalueen ikääntyessä tyyppipitoisuus yleensä kasvaa – syynä turpeen maatumisen ja tiivistymisen – mutta vapaasti turpeessa liikkuvat kivennäisravinteet monessa tapauksessa vähentyvät pitkällä aikavälillä. Huomattava osa kasvualustan ravinnevaroista sitoutuu kasvavaan puustoon metsikön elinaika- na. Runsaspuustoisien suometsikön sitomat kalium- ja boorimäärät voivat olla jopa suuremmat kuin ravinteiden varastot maaperässä. Vesiliukoisina kalium ja boori myös huuhtoutuvat helposti ojavesien mukana metsikön ulkopuolelle. Viime aikoina on kannettu huolta kunnostusojituksen ja hakkuiden – varsinkin kokopuukorjuun – aiheuttamista ravinnehävikeistä.

Ravinteiden epätasapainoon liittyvät ongelmat voivat tulevaisuudessa kärjistyä. Monesti ojituksella aikaansaatu puuston parantunut kasvu tyrehtyy myöhemmin kaliumin ja boorin niukkuuteen. Ravinnetalousongelmien laajuudesta ojitusalueilla on toistaiseksi voitu tehdä vain arvioita, jotka päätyvät n. 1,4 miljoonan hehtaarin suuruusluokkaan.

Lannoituksella korvataan kasvupaikalta syystä tai toisesta (hakkuut, puunkorjuu, huuhtoutuminen) poistuneet ravinteet ja näin turvataan kestävä puuntuotanto. Tärkein lannoituksen tavoite on lisätä puuston kasvua.

Ojitettuja soita on lannoitettu 1950-luvulta alkaen yhteensä n. 1,7 milj. hehtaaria. Ravinnetalouden hoitotarve on kuitenkin huomattavasti suurempi nykyisiin lannoitussuoritteisiin verrattuna. On arvioitu, että Oulun läänin suomänniköistä yli 300 000 ha kasvaisi lannoitettuna nykyistä huomattavasti paremmin.



Tähänastisten tutkimustulosten mukaan fosfori-kaliumlannoitus parantaa Etelä- ja Keski-Suomen soilla männyn kasvua keskimäärin 1,0-3,0 m<sup>3</sup>/ha/v ja vaikutus kestää 25-30 vuotta, joskus pitempäänkin. Pohjois-Suomessa vastaava kasvunlisäys vaihtelee välillä 0,5-2,0 m<sup>3</sup>/ha/v. Suurimmat kasvunlisäykset saadaan runsastyyppisillä soilla. Niukkatyyppisillä soilla puuston kasvun parantumiseen tarvitaan NPK-lannoitus, jonka tyypivaikutus jää yleensä noin 10 vuoden mittaiseksi.

Etelä-Suomen suomänniköissä PK-käsittely tuottaa sijoitetulle pääomalle parhaimmillaan 15 % ja kuusikoissakin lähes 10 % koron 15 vuoden aikana. Sensijaan hieskoivikon lannoitus ei ole taloudellisesti perusteltua. Pohjoista kohti mentäessä kasvureaktion suuruus ja samalla taloustulos heikkenee, samoin siirryttäessä runsastyyppisiltä soilta karuille soille. Ruohoisten ja sursaraisten rämemänniköiden PK-lannoitus on kuitenkin kannattavaa vielä Oulun korkeudella.

## Nokkapuronsuon yleiskuvaus



Tutkimusmetsikkö sijaitsee Kainuussa UPM-Kymmenen mailla Ristijärven kunnassa, noin kaksi kilometriä 5-tieltä itään Jokikylä-Salokylä -paikallisten varressa (sijaintikoordinaatit P 7163, I 566). Metlan koerekisterissä kohde on saanut numeron 5/1980 ja koeavaimeksi tunnuksen 3813. Alue sijaitsee 176 metrin korkeudella merenpinnasta. Kasvukauden tehoisan lämpötilan summa (= vuorokausittaisten keskilämpötilojen summa + 5 °C yltäväältä osalta) on keskimäärin 947 d.d.

Kokeen perustaminen ja hoito on toteutettu maanomistajan ja Metlan yhteistyönä. Nokkapuronsuolla (pinta-ala 3,7 hehtaaria) on yhteensä 40 koealaa, joiden pinta-ala on sarkaleveydestä riippuen 7-13 aaria. Jokaisen koealan keskellä on keltainen numeroitu puupaalu. Koealan sivut rajoittuvat ojiin, joilla puiden juuristoyhteys koealojen välillä on katkaistu.

Retkeilyreitti alkaa ja päättyy maantien varresta pysäköintipaikalta. Reitin pituus on 600 m ja se on merkitty puihin valkoisella maalilla sekä viitoilla. Esittelypisteiden (1-6) kohdalla ko. koealojen numerot on merkitty punaisiin tolppiin. Reitti on helppokulkuinen ja kuivalla säällä sen kiertäminen onnistuu lenkkitosuilla.



## Kokeen lyhyt historiikki

---

Aika ennen 1950-lukua	Suo luonnontilassa
1950-luvulla	Perusojitus
1960-luvulla	Kunnostusojitus
1962	Lannoitus
1979	Toinen kunnostusojitus
1980-1981	Toinen lannoitus
1985	Männynneulasten ravinnetilan selvitys
1990	Puuston harvennus
1996	Puuston mittaus
1996-2002	Valokuvaus
1999	Neulasnäytteet (mänty, kuusi) ja turvenäytteet
2000	Alikasvoksen mittaus
2002	Kolmas lannoitus
2001-2002	Retkeilyreitien perustaminen

---

## Kasvupaikka

Kyseessä on vaarojen välisessä laaksossa Nokkapuron suuntaan huomattavasti viettävä suojuotti. 1950-luvun alussa suon keskusta oli lähes puutonta nevaa, jota on vieläkin nähtävissä koealoilla 1 ja 40. Suon reunaosat ovat saaneet ravinnelisäystä läheisiltä kangasmaakuvioilta ja ovat olleet mäntytaimikkoja jo ojitushetkellä. Alkuperäinen kasvupaikkatyyppi lienee edustanut suursairaisuutta (osin ruohoisuutta), jossa on esiintynyt myös lettoisuuden piirteitä. Ojitusten ja lannoitusten seurauksena kasvupaikka on kehittynyt puolukka - mustikka - turvekankaaksi. Osa alueesta on jäänyt karhunsammalmuuttuma-asteelle, mikä kielii voimakkaasta maaperän ravinne-epätasapainotilasta (esim. koeala 21). Turpeen paksuus vaihtelee välillä 0,5 m - yli 1,0 m (katso taulukko 1). Perusmaa on hiekkaa.

Suon pintaturpeessa (20 cm:n kerros) on runsaasti typpeä (2,8 % turpeen kuiva-aineesta). Happamuutta osoittava pH-luku on 4,5. Runsastyyppisyyttä ilmentävät harvakseltaan esiintyvät typensuosijakasvit pihlaja, kataja, siniheinä ja paatsama. Typpivarojen osalta puunkasvatusedellytykset ovat siis erinomaiset. Muita ravinteita (fosfori, kalium, hivenaineet) on sen sijaan hyvin niukalti, joten turpeen ravinnesuhteet ovat puuston kannalta epätasapainossa. Tällaisilla kohteilla puuston kasvu ojituksen jälkeen jää vähäiseksi. Näin on käynyt myös tällä alueella. Nykyisten metsänhoitosuosituksen mukaan alue luokiteltaisiin lannoittamattomien koealojen perusteella metsäkasvatukseen kelpaamattomaksi, jolla esim. ojen kunnostamista ei kannata tehdä.

Kasvupaikat luokitellaan perinteisesti kuuteen ravinteisuusluokkaan. Luokitus osoittaa lähinnä maan happamuutta sekä kalkki- ja typpipitoisuutta. Lettoisilla ja ruohoisilla kasvupaikoilla pintakasvillisuus koostuu vaateliaista sammal- ja ruohokasveista. Karuimmilla kasvupaikoilla yleisiä ovat varvut ja niukkoihin tyyppioloihin sopeutuneet rahkasammalet. Vanhoilla ojitusalueilla luokitus ei suoraan kuvaa puuston kasvuloja mm. sen vuoksi, että

- fosforin ja kaliumin puutosta voi esiintyä kaikissa ravinteisuusluokissa
- suokasvillisuus on monessa tapauksessa hävinnyt ja korvautunut kangasmetsien lajistolla, mikä vaikeuttaa suon alkuperäisen ravinteisuusluokan määrittämistä

Viljavuustaso heikkenee	↓	I	Lehtoinen - Lettoinen
		II	Ruohoinen
		III	Suursarainen - Mustikkainen
		IV	Piensarainen - Puolukkainen
		V	Tupasvillainen - Isovarpuinen
		VI	Rahkainen

## Puusto



Lannoitettu, koeala 28.

Puusto on luontaisesti syntynyttä noin 54 vuotiasta riuku-harvennusvaiheen männikköä, jonka seassa esiintyy paikoin hieskoivua. Puustoa harvennettiin vuonna 1990. Lannoituskäsittelyistä riippuen puuston määrä oli syksyn 1996 mittausten mukaan välillä 3-124 m<sup>3</sup>/ha. Runsaspuustoisimmat koealat kaipaisivat jo toista harvennusta. Vallitsevan mäntypuuston alle on noussut luontaista kuusialikasvosta, jonka kehitystä myös seurataan.



## Ojitukset

Perusojitus tehtiin 1950-luvulla metsäoja-auralla 60 m:n ojavälein. 1960-luvulla sarat halkaistiin kaivamalla täydennysojat kaivurilla. Syksyllä 1979 kaivettiin ojat koealojen rajoille sarka-ojaston poikkisuunnassa. Vesitalous-tilanne on siitä alkaen ollut tähän saakka hyvä. Paikoin ojiin on kulkeutunut hiekkaa, paikoin on havaittavissa veden aiheuttamia syöpyimiä. Vesitalouden säilyminen puuston kannalta hyvänä edellyttää uutta kunnostusojitusta lähimmän 10 vuoden aikana.

## Lannoitukset

Peruslannoitus tehtiin vuonna 1962, jolloin lannoitteina käytettiin Suo-Ylannosta (800 kg/ha), hienofosfaattia (500 kg/ha) ja kalisuolaa (100 tai 200 kg/ha). Vaihtoehtona oli myös raakafosfaatin ja kalisuolan yhteiskäyttö. Ylannos sisälsi typpeä (N), fosforia (P) ja kaliumia (K), hienofosfaatti fosforia ja kalisuola kaliumia. Alueella on kaksi täysin lannoittamatonta koealaa, jotka on jätetty vertailuksi osoittamaan, miten puusto kehittyisi ilman ravinnelisyksiä.

Keväällä 1980 alkuperäiset koealat jaettiin neljään osaan, jolle levitettiin Suometsien PK-lannosta (400 kg/ha) tai sen lisäksi kuparia (Cu) ja mangaania (Mn) sisältäviä hivenlannoitteita. Yksi osakoeala jätettiin jatkolannoittamatta. Peruslannoituksesta oli tällöin kulunut 18 vuotta. PK- lannos sisälsi fosforin ja kaliumin lisäksi booria (B).

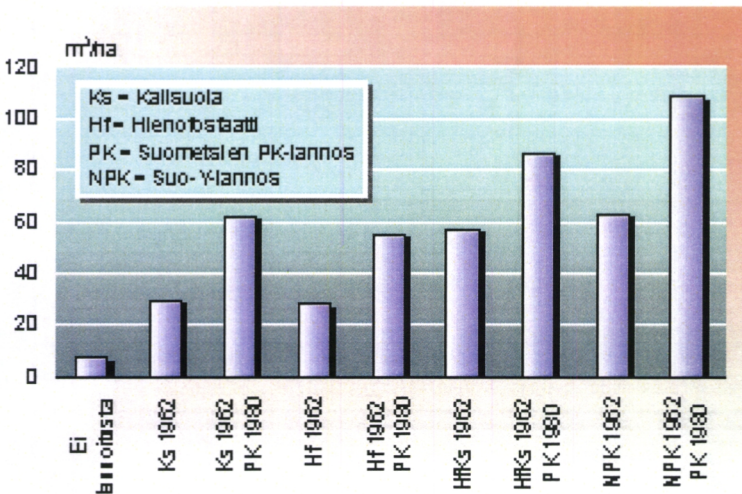
Keväällä 2002, kun toisesta lannoituksesta oli kulunut 22 vuotta, tehtiin kolmas lannoitus jossa vertailtavien lannoituskäsittelyjen sisältämä kaliumannostus oli sama (K 100 kg/ha, paitsi puutuhka K 472 kg/ha). Käsittelyt olivat Metsän PK-lannos (602 kg/ha), Metsän kali-hivenlannos (333 kg/ha), biotiitti (1667 kg/ha) ja puutuhka (5000 kg/ha). Metsän PK-lannos sisälsi fosforin ja kaliumin lisäksi booria (B), kali-hivenlannos kaliumia, booria ja sinkkiä (Zn) ja biotiitti kaliumia. Puutuhkan ravinnekoostumus oli monipuolinen ja sisälsi sekä pää- että hivenravinteita. Alkuperäiset vertailualat jäivät edelleen käsittelemättä. Lannoitukset ja lannoitteet esitetään tarkemmin taulukossa 1 sivulla 16.



## Vallitseva puusto

Lannoituksella on Nokkapuronsuolla ollut ratkaiseva merkitys puuston elinvoimalle ja kasvukyvyllä. Männikön kehitys ilman lisäravinteita on jäänyt hyvin heikoksi, puut ovat kitukasvuisia ja ravinnepuutokset näkyvät niissä selvinä. Neulasanalyysit ovat vahvistaneet, että lannoittamattomien koalojen puut kärsivät ankarasta fosforin ja kaliumin puutoksesta. Valtaosaksi männystä koostuvan runkokuuston määrä syksyllä 1996 oli vain 7 m<sup>3</sup>/ha. Kun puut ovat saaneet fosfori- tai kaliumlisäyksen, kasvu on piristynyt huomattavasti. Suurimmat kasvunlisäykset on saatu, kun fosforia ja kaliumia on käytetty yhdessä. Toinen lannoitus vuonna 1980 – samoin fosforilla ja kaliumilla – on edelleen parantanut puiden kasvuedellytyksiä. Syksyllä 1996 tehty puustomittaus osoittaa, että ero lannoittamattoman ja voimakkaimmin lannoitukseen reagoineen puuston välillä on 18-kertainen! Hivenravinteiden lisäyksellä ei mittausten mukaan ole ollut vaikutusta puuston kasvuun. Kun männikön typpitalouskin on neulasanalyysien mukaan ollut kunnossa (neulasten N-pitoisuus >1,2 %) eikä kasvualusta puiden juuristokerroksessa ole ollut liian märkää, niin puiden kasvun minimitekijöinä voidaan pitää fosforin ja kaliumin niukkuutta.

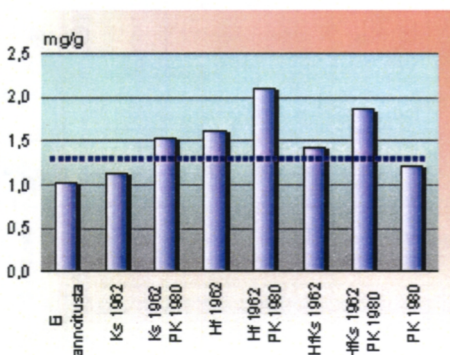
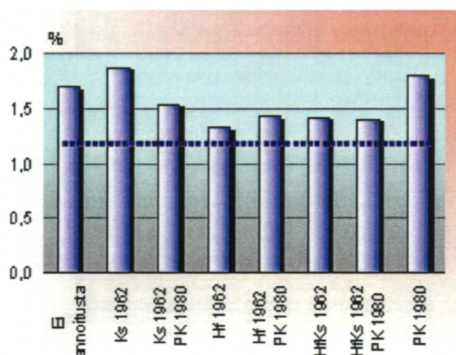
Männikön runkotilavuus (m<sup>3</sup>/ha) syksyllä 1996 lannoituskäsittelyittäin.



Männyn neulasten ravinnepitoisuuksia ja kuivapaino lannoituskäsitteilyttään talvella 1999. Ankaran puutoksen raja merkitty pisteiviivalla. Lannoitteiden selitykset kuvassa sivulla 11. Valokuvassa boorin puutosta poteva mänty.

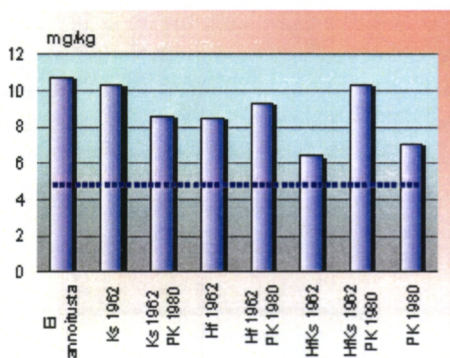
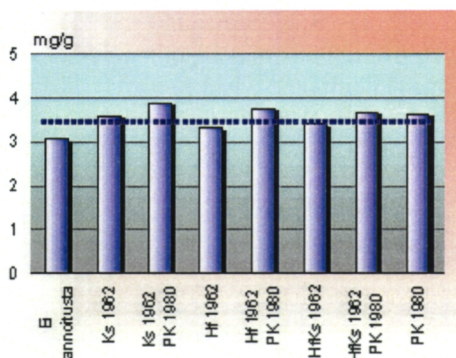
Typpi

Fosfori

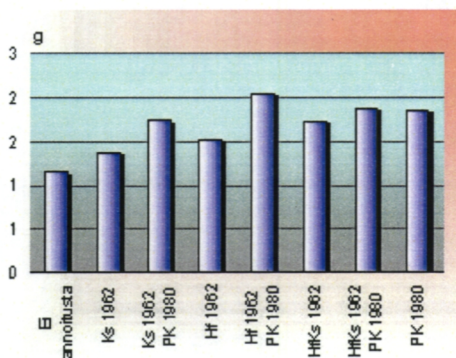


Kalium

Boori



100 neulasen kuivapaino

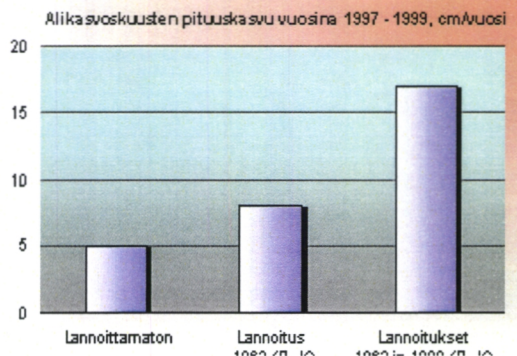
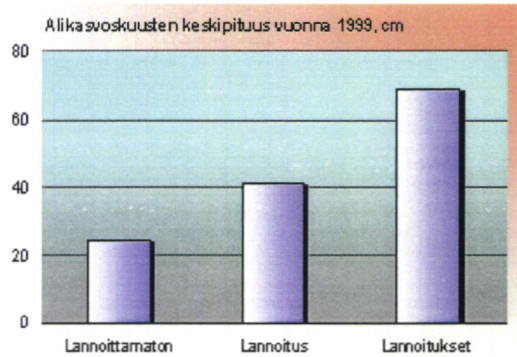


## Kuusialikasvos



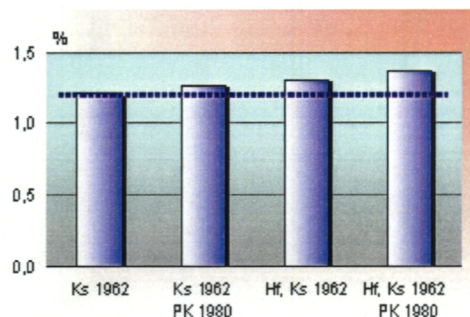
Lisäravinteista on hyötynyt myös männikön suojassa syntynyt ja kehittynyt kuusialikasvos. Alikasvoksen pituuskehitys on selvästi nopeutunut viimeisen 10 vuoden aikana. Silmin havaittavat ravinnepuutosoireet ovat hävinneet koealoilla, jotka saivat ravinne-lisäyksen vuonna 2002. On myös pääteltävissä, että alikasvoskuusten lukumää-

rä on lisääntynyt lannoituksen ansiosta. Lannoittamattomien alikasvospuiden tarkastelu paljastaa selvän kaliumpuutostilan, joka näkyy keltaisena värinä kaksi vuotta vanhoissa neulasissa. Alikasvoskuusen neulasista tehty ravinnanalyysi osoittaa samaa kuin männyn neulasista tehty analyysi: ravinnesuhteet ovat epätasapainossa. Alikasvoksen ravinnepuutosoireet kuvastavat siis myös vallitsevan puuston ravinnetalousongelmia.

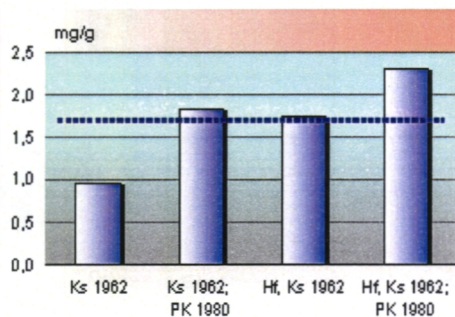


Kuusen neulasten ravinnepitoisuuksia ja kuivapaino lannoituskäsittelyittäin talvella 1999. Ankaran puutoksen raja merkitty pisteiviivalla. Lannoitteiden selitykset kuvassa sivulla 11. Valokuvassa boorin puutosta poteva kuusi.

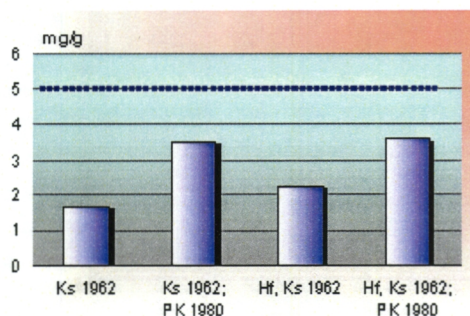
Typpi



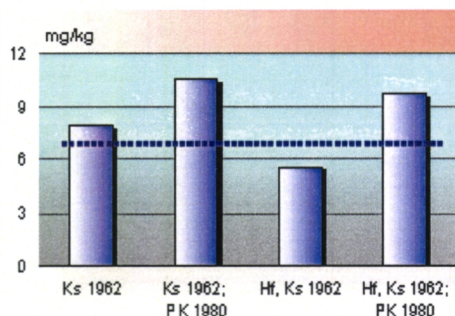
Fosfori



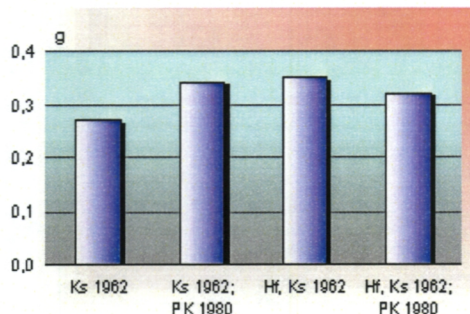
Kalium



Boori

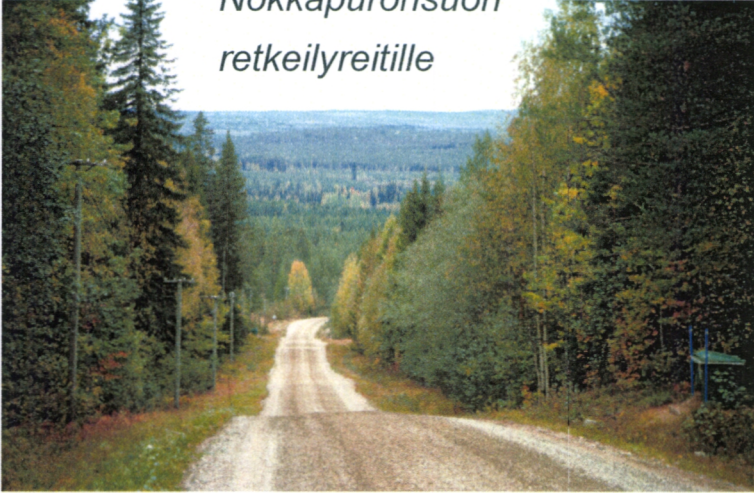


100 neulasen kuivapaino





*Tervetuloa  
Nokkapuronsuon  
retkeilyreitille*



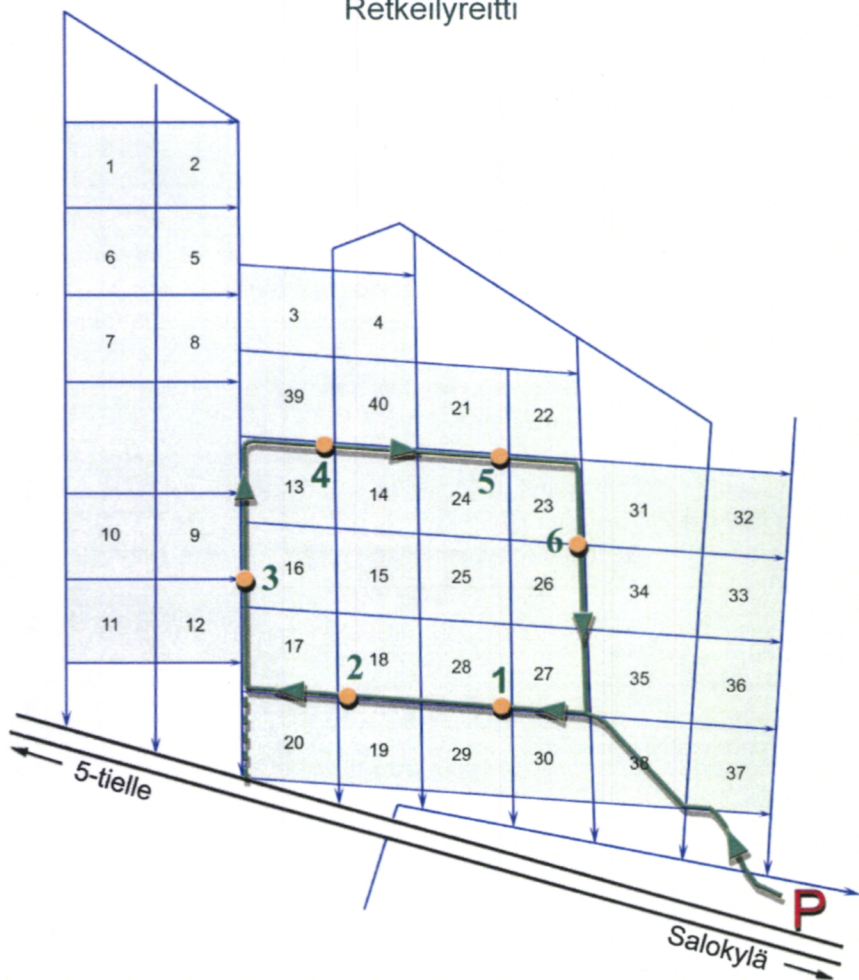
**Taulukko 1.** Koealojen turpeen paksuus (cm) ja lannoituskäsittelyt vuosina 1962, 1980 ja 2002 (kg/ha) sekä puuston runkotilavuus syksyllä 1996 (m<sup>3</sup>/ha)

Ruudun nro	Turpeen paksuus	1. lannoitus kevät 1962	2. lannoitus kevät 1980				3. lannoitus kevät 2002		Puuston tilavuus
				PK	Cu	Mn	PK	Kh	
1	60	Ei lann.	a	-	-	-	-	-	3,3
2	69	"	b	400	-	-	-	-	24,5
3	84	"	d	400	10	-	-	333	42,4
4	92	"	c	400	10	40	602	-	45,9
5	75	Ks 100	c	400	10	40	602	-	13,3
6	58	"	d	400	10	-	-	333	65,3
7	48	"	b	400	-	-	-	-	69,0
8	70	"	a	-	-	-	-	-	46,7
9	86	Suo-Y 800	a	-	-	-	-	-	62,2
10	63	"	c	400	10	40	602	-	92,4
11	69	"	d	400	10	-	-	333	107,3
12	93	"	b	400	-	-	-	-	123,6
13	100+	Ks200	c	400	10	40	602	-	51,6
14	97	"	d	400	10	-	-	333	73,6
15	100+	"	a	-	-	-	-	-	13,4
16	100+	"	b	400	-	-	-	-	57,8
17	100+	Ks200	b	400	-	-	-	-	66,6
18	100+	"	a	-	-	-	-	-	27,0
19	100+	"	c	400	10	40	602	-	73,7
20	100+	"	d	400	10	-	-	333	83,4
21	100+	Hf500	a	-	-	-	-	-	15,1
22	100+	"	d	400	10	-	-	333	52,0
23	100+	"	a	-	-	-	Biot.	1667	25,3
24	100+	"	b	400	-	-	-	-	47,9
25	100+	"	c	400	10	40	602	-	47,6
26	100+	"	a	-	-	-	-	333	19,8
27	100+	Hf500+Ks100	d	400	10	-	-	333	91,3
28	100+	"	a	-	-	-	-	-	73,7
29	100+	"	b	400	-	-	-	-	119,3
30	100+	"	c	400	10	40	602	-	106,6
31	100+	Hf500+Ks200	d	400	10	-	-	333	53,4
32	78	"	c	400	10	40	602	-	62,2
33	87	"	b	400	-	-	-	-	61,6
34	93	"	a	-	-	-	-	-	39,7
35	71	Hf500	c	400	10	40	602	-	72,4
36	64	"	b	400	-	-	-	-	47,4
37	60	"	d	400	10	-	-	333	61,8
38	94	"	a	-	-	-	-	-	51,2
39	92	Ei lann.	a	-	-	-	tuhka	5000	13,2
40	95	-	a	-	-	-	-	-	4,3

Suo-Y = Metsän Y-lannos suomaille (14-7,8-8,3)  
 Hf = Hienofosfaatti (0-0-14,4)  
 Ks = Kalisuola (0-0-41,5)  
 PK = Rakeinen suometsien PK-lannos (0-8,7-16,6, B 0,2)  
 Cu = Kuparisulfaatti (Cu 25)

Mn = Mangaanosulfaatti (Mn 26)  
 PK = Metsä PK-lannos  
 (P 9, K 16, B 0,3, Cu 0,2)  
 Kh = Kali-hivenlannos  
 (K 30, B 0,4, Zn 0,4)  
 Biot. = Kemira biotiitti (K 5, Mg 10)  
 Tuhka = Metla/Paljakka puutuhka  
 (P 6,2, K 94,5 ja B 0,23 kg/tn)

## Retkeilyreitti





## 1. Toistuvat lannoitukset

Lannoitusvuosi ja ravinne				Puusto 1996	Neulaset 1999	
Koeala	1962	1980	2002	m <sup>3</sup> /ha	P, mg/g	K, mg/g
27	P + K	PK+B+Cu	K+B+Zn	91	2,1	3,6
28	P + K	-	-	74	1,4	3,1
29	P + K	PK+B	-	119	1,9	3,6
30	P + K	PK+B+Cu+Mn	PK+B	107	1,8	3,6

Esittelykohteessa voi vertailla keskenään a) kertaalleen b) kahdesti c) kolmesti lannoitetun puuston ulkoasua ja kasvukuntoa. Peruslannoituksesta on kulunut aikaa 40 vuotta ja toisesta lannoituksesta 22 vuotta. Jatkolannoituksella on ollut selvä vaikutus puuston tilavuuskasvuun. Kertaalleen lannoitetta saaneilla puilla ravinnetila on tyydyttävä ja kaksi kertaa saaneilla hyvä. Fosforipitoisuus neulasissa ylittää puutosrajan, mikä kertoo että hienofosfaatin vaikutus jatkuu edelleen. Männikkö lähentelee tukkipuvaihetta ja puiden ulkoinen laatu on hyvä.

Peruslannoituksessa käytetyn kalisuolan vaikutus on selvästi lyhyempi kuin hienofosfaatin: kasvu on alkanut ehtyä ja kaliumpuutos on ilmaantunut uudelleen (koeala 28). Jatkolannoitus onkin ollut tarpeellinen, varsinkin kun kaliumin käyttömäärä peruslannoituksessa jäi kohtalaisen pieneksi (K-määrä 50 kg/ha, kun nyky-suositus on 80-90 kg/ha).

Jatkossa tällä kokeella selviää, riittääkö pelkän kaliumin lisäys (koeala 27) jatkolannoitusvaiheessa pitämään puuston ravinnetilan tyydyttävänä kiertoajan loppuun saakka. Kaliumlannoitus olisi suhteellisen halpa toimenpide. Toivottavaa olisi myös vesistöjen suojelun kannalta, ettei fosforia tarvitsisi antaa useampaan kertaan puusukupolven aikana. Tällaisia



1960-70-luvuilla ojituksen yhteydessä tai kohta sen jälkeen PK-lannoitettuja ojitettuja soita kuten Nokkapuronsuo on Suomessa varsin paljon.

Koeala 28 on esimerkki ns. terveyslannoituskohteesta, jossa tarkoituksena on tasapainottaa puuston ravinnetilaa. Terveyslannoituksiin yksityismetsänomistaja saa yhteiskunnan tukea (KEMERA-laki).

## 2. Fosforin puutostila ja sen korjaaminen

Fosforin puutetta potevat männyt ja kuuset ovat kitukasvuisia ja ankarassa puutoksessa puissa voi ollakin jäljellä vain yksi neulasvuosikerta. Männyllä kasvaimet ovat ohuita ja mutkaisia. Neulasten kärkiosat kuolevat. Neulasten tippumisen jälkeen kasvaimet muistuttavat "kynittyä kanaa". Koivuilla esiintyy lehtien reunojen kuolemista ja mustumista ja lehdet varisevat ennenaikaisesti heinä-elokuussa. Männyllä ankaran fosforipuutoksen raja-arvona pidetään neulasten fosforipitoisuutta 1,3 mg/g ja kuusella pitoisuutta 1,7 mg/g. Rimpisyys, rahkaisuus ja lettoisuus lisää P-puutoksen riskiä.



Käytännön ojitusaloilla ei yleensä tehdä yksipuolisia K-peruslannoituksia. Mikäli näin toimitaan, seurauksena on ravinnetasapainon vääristyminen ja fosforipulan syntyminen, kuten Nokkapuronsuon kokeella on käynyt. Koelalla 18 kasvavilla männyillä fosforitalous on huonolla tolalla. Tilanne on voitu korjata vuoden 1980 PK-lannoituksella.

Lannoitusvuosi ja ravinne				Puusto 1996	Neulaset 1999	
Koeala	1962	1980	2002	m <sup>3</sup> /ha	P, mg/g	K, mg/g
17	K	PK+B	-	67	1,7	4,3
18	K	-	-	27	1,0	3,6
19	K	PK+B+Cu+Mn	PK+B	74	1,7	3,8
20	K	PK+B+Cu	K+B+Zn	83	1,5	4,0



## Turpeen typen merkitys puille

Turpeen korkea typpipitoisuus luo perustan korkealle puuntuotokselle. Suota nimitetään runsastyypiseksi, kun turpeessa on typpeä yli 2 %. Nokkapuron-suolta kerätyistä turvenäytteistä laboratoriossa tehty ravinnemääritys osoitti, että 20 cm:n paksuisessa pintaturpeessa typpeä oli 2,8 % turpeen kuiva-ainesta.

Typpipitoisuuden määrittäminen vanhoilla ojitusaloidilla voidaan suuntaantavasti tehdä myös pintakasvillisuuden perusteella. Tiedetään, että kukin kasvilaji menestyy ja viihtyy sille ominaisella ja sopivalla kasvualustan viljavuustasolla. Koelalla 17 typensuosijakasveja eli runsastyypistä kasvupaikkaa vaativia edustavat siniheinä, riidenlieko, pihlaja, kataja ja paatsama. Tämä siis kielii kohteen runsastyypisyydestä. Joskus nämä kasvit tulevat esille vasta PK-lannoituksen jälkeen. Viereiseen taulukkoon 2 on merkitty muutamia helposti tunnistettavia kasvilajeja sekä niiden kasvupaikoilta määritettyjä typpipitoisuuksia. Taulukkoa hyväksikäyttäen voidaan arvioida, että koelan 17 turpeessa on typpeä noin 3 %, mikä on jokseenkin lähellä todellista arvoa. Toisaalta em. kasvit ilmentävät usein fosforin ja erityisesti kaliumin niukkuutta, mikä näkyy alikasvoskuusissa.

## Ojitetun suon uudelleen soistuminen

Ojituksen jälkeiset suon kehitysvaiheet ovat ojikko, muuttuma ja turvekangas. Muuttumavaiheessa puuston kasvu on jo selvästi parantunut ja suokasvillisuus on alkanut korvautua kangasmetsien lajistolla. Turvekangasvaiheessa suosammalien osuus on vähentynyt alle 25 %:iin kokonaispeittävydestä. Ojien toimivuuden heikentyessä turvekangas tai muuttuma alkaa soistumaan uudelleen. Koelajien 17 ja 18 välissä oleva oja on tukkeutunut, minkä vuoksi rahkasammalet valtaavat alaa koelalla 18 ja pintakasvillisuuden kehitys kulkee takaisin kohti luonnontilaista suota. Kunnostusojitus alentaisi pohjaveden pintaa ja pysäyttäisi suokasvillisuuden leviämisen.

## 3. Suopuuston ravinnetalouden hoidon kannattavuus

Karuilla soilla suometsikön kasvua rajoittaa puille käyttökelpoisen typen niukkuus. Typen saatavuuden ongelmat korostuvat Pohjois-Suomen viileissä ilmasto-oloissa. Nokkapuronsuolla typpilannoituksesta ei kuitenkaan ole ollut puustolle merkittävää hyötyä, sillä turpeessa on luonnostaan runsaasti typpeä. Esittelypisteen koelalla 12, joka on saanut vuonna 1962 fosforin ja kaliumin lisäksi typpeä ja vuonna 1980 fosforia, kaliumia ja hivenravinteita, kasvaa nyt

**Taulukko 2.** Turpeen typpipitoisuuden määrittäminen vanhoilla ojitusalueilla (turvekankaat, muuttumat) eräiden kasvien esiintymisen perusteella. 19.7.1999 Jorma Issakainen.

Helposti tunnistettavat kasvit 1-9 osoittavat pintaturpeen (20 cm) nousevaa typpipitoisuutta (N, %)

Kuvion nro: \_\_\_\_\_ Pvm \_\_\_\_\_

N,%	Kasvin nro	Kasvin nimi	Esiintymisrunsaus
<1,0	0	kasveja 1-9 ei esiinny	<input type="checkbox"/>
↓	1	hieskoivu, vaivaiskoivu	<input type="checkbox"/>
	2	pajut	<input type="checkbox"/>
	3	corpikastikka	<input type="checkbox"/>
	4	riidenlieko	<input type="checkbox"/>
	5	siniheinä	<input type="checkbox"/>
	6	kataja	<input type="checkbox"/>
	7	pihlaja	<input type="checkbox"/>
↓	8	talvikit, orvokit	<input type="checkbox"/>
	>3,0	9	paatsama, tuomi

Esiintymisrunsaus: 0 = ei esiinny, 1 = vähäisesti, 2 = kohtalaisesti, 3 = runsaasti

Ruostetta (rautasakkaa) turpeessa tai ojavedessä \_\_\_\_\_

Turpeen paksuus \_\_\_\_\_ cm, maatuneisuus \_\_\_\_\_, typpipitoisuus

maatuneisuuden perusteella \_\_\_\_\_, turvelaji \_\_\_\_\_

perusmaan laatu \_\_\_\_\_, Kaliumin puutos m, ku, ko

Huomautuksia:

Suon "Typpi-luokka"	Turpeen N-pitoisuus, %	Kasvien nrot 1-9 esiintyminen
1	<1,0	0, ei lainkaan
2	1,0-1,5	1, (2), vähäisesti
3	1,6-2,0	1 ja 2
4	2,1-2,5	3, 4 ja 5
5	2,6-3,0	(5), 6 ja 7
6	>3,0	(7), 8 ja 9

**- menetelmä on kehitteillä, havaintoja sekä kokemuksia on kerätty lähinnä Oulun läänin alueelta**

- suota pidetään runsastyypisenä kun turpeen N-pitoisuus on yli 2 %
- toiminee parhaiten paksuturpeisilla räme- ja neva-alkuisilla soilla
- joskus typensuosijakasvit tulevat esille vasta PK-lannoituksen jälkeen
- ojamaiden päällä olevaa kasvillisuutta ei huomioida
- jonkun kasvin yksittäinen esiintyminen ei riitä
- määrittäminen mahdollista roudan aikaan ja talvellakin
- "ruosteiset" suot yleensä typpirikkaita



alueen runsain ja kasvatushakkuun tarpeessa oleva puusto. Puuston runkotilavuus oli syksyllä 2002 noin 200 m<sup>3</sup>/ha, josta voitaisiin harvennushakkuussa poistaa noin 80 m<sup>3</sup>/ha. Viereisellä vain yhden lannoituksen saaneella koealalla 9 puuta on puolet vähemmän eikä siinä ole juuri harvennustarvetta. Puissa nähdään voimakas kaliumin puutos ja männynversosyöpy, joka jäyttää ja jopa tappaa puita pystyyn.

	Lannoitusvuosi ja ravinne		Mitattu puusto	Puustoarvio	
	1962	1980		1996	2002
Koeala	1962	1980	m <sup>3</sup> /ha	m <sup>3</sup> /ha	
9	NPK	-	62	100	
12	NPK	PK+B+Cu+Mn	124	200	

Lannoitusten taloudellista kannattavuutta on Nokkapuronsuolla tarkasteltu erikseen peruslannoituksen ja jatkolannoituksen osalta. Laskennassa käytettiin nykyhetken kustannus- ja hintatasoa. Lisäksi oletuksena oli, että tapahtuneet lannoitusreaktiot vastaavat suuruudeltaan nykyisen Metsän PK-lannoksen aiheuttamia lannoitusreaktioita. Lannoksen käyttömäärä on laskelmissa ollut 600 kg/ha (peruslannoitus) ja 400 kg/ha (jatkolannoitus). Lannoituskustannukset ovat: lannoite 20 snt/kg, levitys 8 snt/kg, kuljetus 1 snt/kg ja työnjohto 25,23 euroa/ha. Nettotulos (euro per hehtaari) muodostui vuoden 1996 tilanteessa seuraavaksi:

Nettotulos, €/ha			
	Laskentakorkokanta		
<b>Koko alue:</b>	3 %	4 %	5 %
Lannoittamaton	22	16	12
PK v. 1962	153	54	-16
PK v. 1962 ja 1980	191	72	-12
<b>Koeala:</b>	3 %	4 %	5 %
9	86	6	-51
12	347	184	69

Nokkapuronsuolla kolmen prosentin korkokannalla peruslannoitus tuotti 7-kertaisen nettotuloksen ja perus+jatkolannoitus 9-kertaisen nettotuloksen lannoittamattomaan verrattuna. Neljän prosentin korkokannalla nettotulos laski huomattavasti ja erot käsittelyjen välillä pienentyivät. Viiden prosentin



laskentakorkokannalla lannoitus oli puolestaan kannattamatonta. Esittelykohteen koeala 12 edusti alueen järeintä puustonosaa. Kaksi lannoitusta olivat 34 vuodessa tuottaneet 3 %:n korkokannalla nettotuloksen 347 euroa/ha, mitä on pidettävä hyvänä tuloksena. Lannoituksen sisäinen korko (reaalinen) oli niinkin korkea kuin 5,7 %.

Ravinteita poistuu hakkuissa. Oksat, latvukset ja neulasat sisältävät pääosan puustoon sitoutuneista ravinnemääristä. Se merkitsee, että paksaturpeisilla Nokkapuronsuon kaltaisilla kasvupaikoilla tulee hakkuissa välttää kokopuu-korjuuta, josta aiheutuisi huomattavaa ravinteiden poistumaa ja heikentäisi entisestään puuston kasvatusmahdollisuuksia. Hakkuutähteistä vapautuu niiden maatuessa ravinteita puiden käyttöön.

#### 4. Alikasvoskuusista uusi metsä?

Alikasvosta on tällä kohtaa koetta runsaasti: vuonna 2000 vähintään 10 cm:n mittaisia taimia oli koealalla 13 noin 10 800 kpl/ha ja koealalla 40 noin 1400 kpl/ha. Lannoituksen vaikutus kuusialikasvoksen syntyyn ja alkukehitykseen on selvästi nähtävissä. Kuuselle soveltuvia kasvupaikkoja ovat viljavien korpjen lisäksi runsastyyppiset rämeet. Kuusi tosin leviää myös karummille kasvupaikoille, mutta niillä se jää kasvussa selvästi männystä jälkeen. Nokkapuronsuokin on hyvää vauhtia kuusettumassa. Aikanaan metsää uudistettaessa riittää, kun alikasvos vapautetaan männikön alta uudeksi puusukupolveksi.

Kuusen samoin kuin männynkin menestyminen edellyttää ravinnetalouden hoitoa: lannoittamalla koealalla 40 puustoa on vain nimeksi. Vuoden 2002 ravinnelisäykset muilla esittelypisteen koealoilla ovat tuuheuttaneet puuston neulasistoa ja neulasten vihreä väri on syventynyt. Myöhemmin nähdään, riittikö pelkän kaliumin lisäys (koeala 14), vai tarvittiinko myös fosforia (koealat 13 ja 39).

Koealalla 40 on nähtävissä pelkällä ojituksella 50 vuoden aikana saatu tulos: 4,3 m<sup>3</sup>/ha. Alueen lannoitetuilla aloilla puusto kasvaa joka vuosi saman verran ja parhaimmillaan reilusti enemmän. Puilla on pulaa fosforista ja kaliumista (vertaa koeala 14). Koealan 40 kaltainen tilanne osoittaa, että ilman lannoitusta kohde ei kelpaa kunnostusojitukseen – puustoa on syntynyt liian hitaasti ja liian vähän.



Lannoitusvuosi ja ravinne				Puusto 1996	Neulaset 1999	
Koela	1962	1980	2002	m <sup>3</sup> /ha	P, mg/g	K, mg/g
13	K	PK+B+Cu+Mn	PK	52	1,5	3,7
14	K	PK+B+Cu	K+B+Zn	74	1,4	3,4
39	-	-	Puutuhka	13	1,0	2,9
40	-	-	-	4	1,0	2,9

## Suosta turvekankaaksi

Perusojituksesta Nokkapuronsuolla on kulunut jo yli 50 vuotta. Kehitys näyttää etenevän puolukkaturvekankaan suuntaan (ravinteisuusluokka 4). Rahkasammalet ja muu suokasvillisuus väistyvät. Tehokkaimmin lannoitetut alat muuttunevat puolestaan mustikka- ja ruohoturvekankaiksi. Jos ojat menevät tukkoon, pohjaveden pinta nousee ja soistuminen alkaa uudelleen. Runsas puusto vaikuttaa pohjavesitasoon haihduttamalla kesäaikana vettä ja pidättämällä latvustoon osan sadannasta. Pohjavesikaivoista voi nähdä, kuinka pohjaveden taso on puustoisella koelalla 14 syvemmällä kuin vähäpuustoisella koelalla 40.

Kohteessa turvetta on n. 100 cm, joten puut eivät saa ravinteita pohjamaasta. Ohutturpeisuus (turvekerroksen paksuus alle 30 cm) merkitsee yleensä sitä, että suopuusto ei kärsi kivennäisravinteiden puutoksista: tällöin juuristo ulottuu ottamaan fosforin, kaliumin ja ja hivenaineet pohjamaasta.

Turpeen ravinnetila muuttuu ojitusalueen ikääntyessä. Turpeen pintakerroksen typpi- ja fosforivarat lisääntyvät turpeen tiivistyessä ja syvempien kerrosten joutuessa suonpinnan painumisen seurauksena kasvillisuuden juuristokerrokseen. Turpeen niukat kalium- ja boorivarat sitoutuvat huomattavalta osin kasvilisuteen, ennen kaikkea puustoon. Kaliumista osa myös huuhtoutuu kasvupaikalta puiden ulottumattomiin. Ravinteiden tehokas kierto puuston ja maaperän välillä (karikkeet) ja puun eri osien välillä (ravinteiden siirtyminen kohti kasvupisteitä) turvaavat puuston ravinteiden saantia karuillakin kasvupaikoilla. Tällä kohteella on nähtävissä nk. reunavaikutusta, joka on aiheutunut läheiseltä kankaalta vesien mukanaan kuljettamista lisäravinteista.



Ojien tukkeutumisen seurauksena rahkasammalet valtaavat turvekankaan.

## Tuhkalannoitus

Koealaa 40 ei ole koskaan lannoitettu, ja koeala 39 lannoitettiin puutuhkalla vasta 2002. Tuhka saatiin METLAn Paljakan näytevaraston lämpökeskuksesta Puolangalta. Polttoaineena oli ollut lahoisuuden vuoksi jalostukseen kelpaamatonta kuusipuuta, mukana hiukan raitaa ja haapaa. Tuhkassa oli runsaasti kaliumia. Ruudulle 39 levitetty tuhka (tuorepaino 5000 kg/ha) sisälsi fosforia 31, kaliumia 472 ja booria 1,2 kg/ha. Lannoitusohjeiden mukaan suo- puustoille annetaan fosforia 45, kaliumia 80 ja booria 1 kg/ha, joten tuhkan sisältämä kaliummäärä oli huomattavan suuri. Tuhkan vaikutus puustossa ja kasvillisuudessa alkaa näkyä yleensä 2-3 vuoden kuluttua levityksestä. Tässä esittelykohteessa alikasvoskuuset ja pintakasvillisuus vihertyivät jo levitystä seuraavan kesän aikana. Tuhka-alalla seurataan jatkossa mm. kasvillisuuden muuttumista.

Tuhkan suotuisa vaikutus on jo kauan tiedetty. Parhaimmat kasvunlisäykset tuhkalla saadaan runsastyyppisillä soilla kuten Nokkapuronsuokin on. Viime vuosina on tutkittu tuhkan vaikutuksia mm. metsämarjoihin, sieniin, riistaeläinten käyttämiin ravintokasveihin ja vesistöihin. Tuhkan sisältämät haitta-aineet (etenkin raskasmetallit) on pyritty jäljittämään ja arvioimaan tuhkan metsäkäytön riskejä. Tähänastisten tulosten mukaan puutuhkalla ei ole haitallisia sivuvaikutuksia.

## Luonnon monimuotoisuus

Ravinnetalouden hoidon seurauksena sekä havu- että lehtipuuston määrä on lisääntynyt ja pintakasvillisuus rehevöitynyt. Tämä vielä 50 vuotta sitten lähes puuton avosuo on nykyisin metsojen elinympäristöä. Lannoitusaloilta löytyy hakomismäntyjä. Keväällä 2002 lannoituksessa havaittiin koealalla 4 koppe- lon pesä, jossa oli 7 munaa. Pesintä onnistui ja poikue tavattiin myöhemmin kesäl- lä. Koealalla 40 on vuoden 1979 ojituksessa nostetulla vielä lähes kasvittomalla turvemättäällä metson “kyl- pyamme”, rypykuoppa. Ra- vintoa ja suojaa on tarjolla myös jäniksille, hirville sekä muille metsän eläimille.



## 5. Kaliumin puutostila ja sen korjaaminen

**Männyllä** kaliumin puutoksesta johtuva värioire neulasissa on helposti tunnistettavissa. Uusien vuosikasvainten neulasten kärkiosat muuttuvat syyskuussa keltaisiksi. Talveksi oireet peittyvät, mutta tulevat esiin uudestaan samoissa - nyt vuoden vanhoissa - neulasissa heinä-elokuussa. Loppukesällä neulasten kärjet alkavat ruskettua ja kuivua, mutta tyviosat ovat edelleen vihreitä. Neulasten vihreän ja ruskean osan väliin jää kellertävä kapea vyöhyke. Ankaran puutoksen raja-arvona pidetään neulasten kaliumpitoisuutta 3,5 mg/g.

**Kuusen** neulaset kellertyvät kaliumpuutostilassa. Ilmiö on helpoimmin tunnistettavissa elokuussa, jolloin edellisenä vuonna syntyneiden kasvaimien neulaset ovat kauttaaltaan kellertäviä tai puhtaan keltaisia. Ankaran puutoksen raja-arvona pidetään neulasten kaliumpitoisuutta 5,0 mg/g.

**Koivuilla** kaliumpuutoksesta kertoo keskikesällä vanhempien lehtien kellastuminen reunaosistaan. Tätä edeltää usein lehtien käpertyminen yläpinnan puolelle, samalla lehtien laidat alkavat kuivua. Raja lehtilavan vihreän ja keltaisen välillä on liukuva.



Lannoitusvuosi ja ravinne				Puusto 1996	Neulaset 1999	
Koeala	1962	1980	2002	m <sup>3</sup> /ha	P, mg/g	K, mg/g
21	P	-	-	15	1,3	3,0
22	P	PK+B+Cu	K+B+Zn	52	1,9	3,2
24	P	PK+B	-	48	1,8	2,8

Kohteen koealat ovat peruslannoituksessa saaneet vain fosforia, mikä on kärjistänyt kaliumin puutoksen ankaraksi. Koealoilla 21 ja 24 puutos on silmin havaittavissa mäntyjen neulasissa. Pula kaliumista näkyy myös alikasvokausissa koealalla 24. Koealalla 22 on vuonna 2002 annettu K-hiventä, ja mäntyjen ja kuusten kaliumtilanne on korjaantunut.

Eniten kaliumia on suon pintaturpeessa. Ojituksen ikääntyessä kalium-varat vähenevät. Kaliumia ei pääse suolle viereiseltä kankaalta, koska ojat katkaisevat reunavaikutuksen. Sadeveden mukana laskeutuu hieman kaliumia, mutta lisäys on merkitykseltään pieni.

Koealalla 21 suon kuivumiskehitys on pysähtynyt karhunsammal-muuttomaksi eikä siitä tule turvekangasta. Karhunsammalta esiintyy kaliumin puutos-aloilla ja neva-alkuisilla soilla. Sitä esiintyy myös kohteissa joissa perusmaa on tiivistä tai ojitusteho on heikentynyt. Toisaalta karhunsammal voi rehottaa kuivan ojamaapenkän päällä. Itämisalustana se on kehoa: koealalla 21 ei ole lainkaan alikasvoskuusia. Lannoituksen jälkeen on tyypillistä, että mm. K-hiven- tai PK-käsittelyt "polttavat" karhunsammalikkoo. Vaikutus on näkyvissä muutaman vuoden ajan (koeala 22 ).



## 6. Hidasliukoista kaliumia suometsiin

Suometsien PK-lannoksessa kaliumin lähteenä on käytetty nopealiukoista kalisuolaa ja fosforin lähteenä hidasliukoista raakafosfaattia ja apatiittia. Fosforin vaikutus näyttää kestävän 30-50 vuotta, mutta kaliumin noin puolta lyhyemmän ajan. Biotiitti on murskattua ja jauhettua kiveä, jota syntyy Kemiran Siilinjärven tehtaalla louhittavasta apatiittimalmista. Tonni biotiittia sisältää n. 50 kg erittäin hidasliukoista kaliumia. Tutkimuksissa on todettu biotiitin vaikutuksen alkavan hitaammin, mutta jatkuvan kalisuolaa pitempään. Sopivasti yhdistämällä kalisuolaa ja biotiittia saadaan käyttöön molempien aineiden hyvät ominaisuudet.

Vierekkäisillä koealoilla 23 ja 26 seurataan nopeavaikutteisen K-hivenlannoksen (koeala 26) ja hidasliukoisen biotiitin (koeala 23) vaikutusta puuston ravinnetilaan. Koealat ovat saaneet fosforikäsittelyn pohjalannoituksen (1962). Saadaanko lähes nääntyneet puut pelastettua? Mikä on pitkällä aikavälillä puuston kaliumtilanne? Samoilla koealoilla on hyvin nähtävissä kuinka kaliumvajaus on aiheuttanut erilaisia tuhoja ja vähentänyt puiden lukumäärää. Kun ravinnetaloutta on hoidettu, puusto on tiheämpää, tervettä ja kasvuksaa (ks. koeala 31). Koealalla 34 on peruslannoituksessa vuonna 1962 annettu fosforia ja kaliumia eikä tehty lainkaan jatkolannoituksia. Kaliumin puutos on siellä jo pitkään jarruttanut puuston kasvua.



**Lannoitusvuosi ja ravinne****Puusto 1996**

---

Koeala	1962	1980	2002	m3/ha
23	P	-	K	25
26	P	-	K+B+Zn	20
31	P+K	PK+B+Cu	K+B+Zn	53
34	P+K	-	-	40

---



