



MUHOS-OPERAATIO

— lannoitustutkimusta yksityismetsissä

Mikko Moilanen ja Markku Meriluoto
1984

Artikkelissa esitetyt mielipiteet
ovat kirjoittajien omia.

MUHOS-OPERAATIO

— lannoitustutkimusta yksityismetsissä



Mikko Moilanen ja Markku Meriluoto
1984

Sisällys

	sivu
Metsänlannoitus ja kasvutekijät	2
Lannoitusreaktioon vaikuttavista tekijöistä	5
Lannoitusvaikutuksen ilmeneminen	9
Lannoituksen sivuvaikutukset	10
Lannoituksen kannattavuudesta	11
Metsänlannoitustoiminnan kehittyminen	13
Muhos-operaatio	
• Koekentät, niiden perustaminen ja puuston kasvun selvitys	15
• Saadut tulokset	
A.Puuston kasvureaktiot	
Kangasmaat	18
Turvemaat	33
B.Lannoituksen kannattavuus	43
• Päätelmät	49
Liitteet	52

MUHOS-OPERAATIO

- lannoitustutkimusta yksityismetsissä

Saatteeksi

Vuoden 1972 alkupuolella esitti Muhoksen metsänhoitoyhdistys ajatuksen, voisiko Metsäntutkimuslaitos perustaa lannoituskokeita Muhoksen yksityismaille lannoitusvaikutuksen voimakkuuden ja lannoituksen kannattavuuden selvittämiseksi. Kiinnostus tämän uuden metsänparannusmuodon mahdollisuuksiin oli kasvamassa, sillä vuoden 1968 metsänparannuslain säätämisen seurauksena yksityismetsien lannoitus oli nopeasti lisääntynyt. Edellytykset tällaisen selvityksen tekemiseen nähtiinkin hyviksi: Muhoksella oli syksyllä 1969 aloittanut toimintansa uusi metsäntutkimusasema, jonka tehtäväkenttään oli jo alkuaan määritetty lannoituksen perusteiden selvitys.

Yhteistyöhanke käynnistyiikin nopeasti. Metsänhoitoyhdistyksen ja tutkimusaseman yhteisen tiedotuskampanjan avulla saatettiin lannoitustietoa lähes jokaiseen muhoslaisen metsänomistajan kotiin. Lannoituskokeiluun halukkaita isäntiä ilmoitautui niin runsaasti, ettei kaikkien alueita ehditty lannoittaa vuonna 1972, vaan kokeiden perustamista jouduttiin jatkamaan seuraavana vuonna. Kaikkiaan hankkeeseen tuli mukaan 111 maanomistajaa eri puolilta Muhoksen kuntaa. Erikoisuutensa vuoksi hanke sai nimekseen Muhos-operaatio, jolla haluttiin kuvata selvityksen laajuutta ja harvinaisuutta. Operaatio toteutettiin osaksi maanomistajien varoilla käytännön lannoitustoimintaan liittyen ja siihen tulivat Muhoksen metsäntutkimusaseman ja metsänhoitoyhdistyksen lisäksi mukaan Pohjois-Pohjanmaan piirimetsälautakunta, Oulun metsänparannuspiiri ja Kemira Oy. Puustonmittausten rahoitukseen ja siten työn loppuunsaattamisen vauhdittamiseen on jatkossa osallistunut myös metsähallitus.

Koska kokeiden perustamisesta on kulunut yli kymmenen vuotta, lannoituksen vaikutus puuston kehitykseen voidaan selvittää jo kokonaisuudessaan. Niinpä on tullut aika laatia

Muhos-operaation tilinpäätös, varsinkin kun puuston käsittelytarve lisääntyy eikä alueita toisaalta enää tarvita tutkimuksen käyttöön.

Tämän julkaisun alkuosassa selostetaan metsänlannoituksen yleisiä perusteita, minkä jälkeen esitellään Muhos-operaation pohjana olleet tutkimusideat, kuvaillaan lannoitettuja kohteita ja tarkastellaan saavutettuja tuloksia. Tekijät haluavat esittää parhaat kiitöksensä kaikille hankkeessa mukana olleille - etenkin maanomistajille, joiden kärsivällisyys odottaa ehkä alunperin suunniteltua pitempäänkin operaation lopullisia tuloksia on ollut ratkaisevaa lannoituksen kokonaisvaikutuksen selville saamiseksi. Kiitämme myös Kemira Oy:tä ja metsähallitusta puustomittausten rahoituksen turvaamisesta. Toivomme, että nämä Muhos-operaation tulokset ja kokemukset voisivat lisätä yksityisen metsänomistajan lannoitustietoutta ja auttaa häntä suuntaamaan kulloinkin käytettävissä olevat varansa useista mahdollisista vaihtoehdoista edullisimpiin kohteisiin.

Muhoksella 24.6.1984

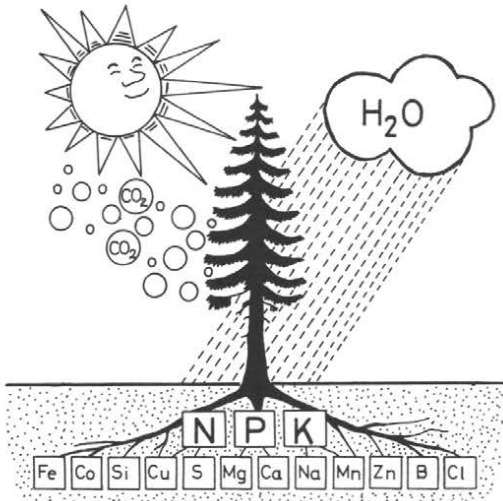
Mikko Moilanen

Markku Meriluoto

METSÄNLANNOITUS JA KASVUTEKIJÄT

Metsikön kasvun ja kehityksen rytmiin vaikuttaa perintötaustan ohella ratkaisevasti se ympäristöolosuhteiden yhdistelmä, jonka keskellä puusto joutuu elämään. Nämä olosuhteet l. ulkoiset kasvutekijät käsittävät joukon ilmasto- ja maaperätekijöitä kuten valon, lämmön, kosteuden ja ravinteet (kuva 1). Ihminen voi vaikuttaa toimenpiteillään eniten maaperällisiin kasvutekijöihin: lannoittaessaan hän lisää maahan kasvua eniten rajoittavia ravinteita, ojittaessaan hän pyrkii maan vesitalouden parantamiseen. On huomattava, että juuri kulloinkin minimitekijänä olevaan kasvutekijään vaikuttaminen tuottaa voimakkaimman muutoksen kasvun tasossa. Tietyn tekijän,

esim. ravinnetilan korjaamisen jälkeen puiden kasvun muutoksen suuruus riippuu siitä, kuinka pitkälle muiden kasvutekijöiden tarve on tyydytetty. Niinpä esimerkiksi kaikkein karuimpien kivennäismaiden lannoitus ei välttämättä johda parhaaseen tulokseen, jos puusto kärsii kuivuudesta. Soilla puolestaan voi liiallinen märkyys ehkäistä lannoitusvaikutuksen ilmenemisen.



Kuva 1. Metsän kasvun perustekijöitä

Puut tarvitsevat kasvaakseen suuren joukon alkuaineita, joita ne ottavat joko kaasumaisena, nestemäisenä tai alkuaineineina liuoksessa. Orgaanisiksi ravinteiksi kutsutaan hiiltä, happea ja vetyä, pääravinteita ovat typpi, fosfori, kalium, kalsium, magnesium ja rikki, hivenravinteita puolestaan rauta, sinkki, kupari, boori, mangaani jne.

Mitä ravinteita puilla luontaisesti on käytössään riittävästi ja mitä ravinteita lannoituksessa tulisi lisätä maahan? Tässä suhteessa kivennäismaat ja turvemaat eroavat oleellisesti toisistaan. Kangasmailla puut yleensä saavat maaperästä kaikki tarvitsemansa hivenravinteet. Pääravinteistakin ainoastaan lähinnä typestä esiintyy puutetta. Typen ohella fosfori saattaa lisätä kasvua viljavia kuusikoita lannoitettaessa, samoin saatetaan fosforia tarvita lajittuneiden mäntymaiden uusintalannoituksessa. Kivennäismailla selvittäään siis typpilannoitteilla ja typpi-fosforilannoitteilla.

Turvemaan ravinnetalous poikkeaa huomattavasti kangasmaan ravinnetaloudesta. Suon ravinnetila määräytyy lähinnä suon syntyvän, pohjamaan ravinnetilan ja ympäristöstä tulevien vesien laadun mukaan. Jos suota ympäröivät kankaat ovat viljavia ja turvekerros riittävän ohut, puut saavat tyydyttävästi ravinteita virtailuvesien mukana. Jos suon puusto vastaavasti on menettänyt yhteyden ympäristön ravinnepitoisiin vesiin tai pohjamaahan turpeen paksuuskasvun vuoksi, turvemaata on yleensä niukkaravinteista ja puusto joutuu toimimaan sadevesien ravinnevarojen turvin.

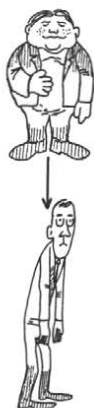
Ojitetuilla turvemailla puuston kasvua rajoittaa pääravinteista selvimmin fosforin ja kaliumin niukkuus. Vaikeuksia lisää se, että fosfori sitoutuu lujasti turpeeseen eikä ole kuin vähältä osaltaan puiden käytettävissä. Kolmannen pääravinteiden, typen, merkitys puun kasvulle korostuu karuimmilla suotyypeillä. Turve sisältää kyllä runsaasti typpeä, mutta karulla suolla sitä ei irtoa puuston käyttöön riittävästi. Näin joudutaan turvemailla käyttämään joko fosfori-kalium -lannoitusta (rehevät suot) tai typpi-fosfori-kalium -lannoitusta (karut suot).

Turvemaata on kangasmaita ongelmallisempi kasvupaikka siinäkin suhteessa, että hivenravinteitakin on niukalti ja usein epätasapainoisessa suhteessa muihin ravinteisiin. Seurauksena saattaa tällöin olla puuston kehityshäiriöitä.

LANNOITUSREAKTIOON VAIKUTTAVISTA TEKIJÖISTÄ

A. Metsätyyppi/suotyyppi

Käytännön lannoitustoimintaa varten on Suomessa kehitetty pintakasvillisuuteen ja puustoon perustuva luokitus, jossa kasvupaikat luokitellaan kuuteen ravinteisuusluokkaan (kuva 2).

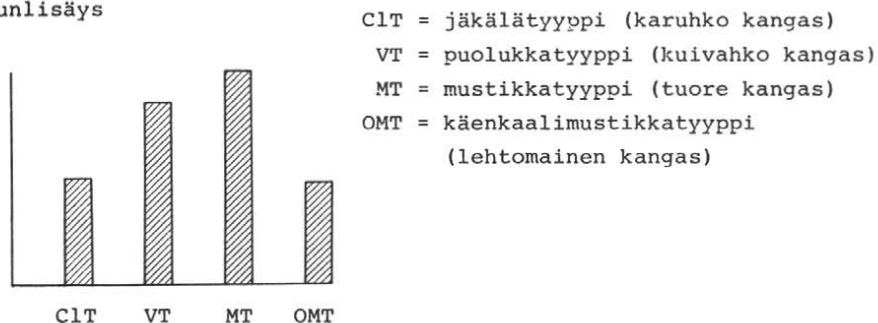


Lka	Suon ravinteisuusluokka	Ojittamattoman suon tyyppi			Kankaan ravinteisuusluokka
		neva	räme	korpi	
I	Lehto Lehto	- Lettoneva	- Lettoräme	Lehtokorpi Lettokorpi	Lehtokangas
II	Ruoho	Ruohoneva	Ruohoräme	Ruohokorpi	Ruoho- eli lehtomainenkangas
III	Suursara Mustikka	Suursaraneva -	Suursararäme -	Suursarakorpi Mustikkakorpi	Mustikkaheinä- eli tuore kangas
IV	Piensara Puolukka	Piensaraneva -	Piensararäme -	Piensarakorpi Puolukkakorpi	Puolukka- seinäsammal eli kuivahko kangas
V	Tupasvilla Isovarpuinen	Tupasvillaneva -	Tupasvillaräme Isovarpuinen räme	Tupasvillakorpi -	Kanerva- eli kuiva kangas
VI	Rahka	Rahkaneva	Rahkaräme	-	Jäkkälä- eli karukkokangas

Kuva 2. Metsämaiden ravinteisuusluokitus

Lannoitukseen soveltuvat parhaiten luontaisen viljavuusasteikon keskivaiheille sijoittuvat kasvupaikat, ts. ravinteisuusluokat III - IV. Lannoituksella saatava kasvunlisäys suurenee kasvualustan parantuessa tiettyyn rajaan saakka, mutta kaikkein rehevimmillä (lehdot, lehtokorvet) tai karuimmilla (karukkokankaat, tupasvillarämeet) kasvupaikoilla kasvu ei enää lisäännny, koska muut ravinteet tai kasvutekijät tulevat rajoittaviksi.

kasvunlisäys



Kuva 3. Kaavio tyyppilannoituksen vaikutuksesta kivennäis-
 maan männikössä eri metsätyypeillä.

B. Maan vesitalous

Turvemailla lannoitustulos riippuu kasvualustan vesitaloudesta. Mikäli pohjaveden pinta on heikosta ojitustehosta johtuen lähellä maanpintaa, ravinteiden lisäyksestä ei koidu sanottavaa hyötyä, sillä maan ilmatila on liian pieni juurten toiminnalle. Hyvin suunniteltu ja toteutettu ojitus onkin perusedellytys onnistuneelle lannoitukselle turvemaille. Lisäksi ojituksen vaikutuksen tulisi näkyä puustossa ennen lannoituksen aloittamista - kun puusto on elpynyt ojituksen jälkeen eli kasvattanut lisää neulasistoa ja juuristoa, se myös kykenee vastaanottamaan lisäravinteita.

Toisinaan saattaa kasvualustan kuivuuskin haitata puun kasvua. Kaikkein karuimmilla kangasmailla veden ja ravinteiden pidätyskyky on ohuen humuskerroksen vuoksi heikko ja kuivuus voi muodostua kasvun minimitekijäksi. Lannoitusvaikutus jääkin niissä usein vähäiseksi.

C. Puulaji

Kotimaiset puulajimme mänty, kuusi ja koivu eroavat toisistaan ravinnevaatimuksiltaan. Koivulle on luonteenomaista havupuita suurempi ravinnetarve ja samalla "tuhlaileva" ravinteiden käyttö, sillä koivun syksyisessä lehtikarikkeessa putoaa huomattava osa (35 - 40 %) lehvästön ravinnevaroista maahan. Osaksi juuri ravinnekierroksen luonteesta johtuen lannoitus ei ole koivulla antanut mainittavia kasvunlisäyksiä enempää turve- kuin kivennäismaillakaan. Mänty ja kuusi sen sijaan säilyttävät neulasensa usean vuoden ajan ja siirtävät ennen neulasten karistamista ravinteita neulasista runkopuuhun tehokkaammin kuin koivu. Näin myös neulasistoon imeytyneet ravinteet voivat palvella havupuiden kasvua pitempään.

Männyn ja kuusen lannoitusreaktiot poikkeavat kuitenkin toisistaan siten, että männyn reaktio on alkuvaiheessaan suurempi ja päättyy joitakin vuosia aikaisemmin kuin kuusen. Ero johtunee osittain neulaskierroksen erilaisesta pituudesta - kuusella samat neulasets säilyvät puussa 6 - 7 vuotta, männyllä vain 3 - 5 vuotta. Lannoituksen aiheuttama neulasten lisääntyminen hyödyttää kuusta pitempään kuin mäntyä.

D. Puuston kehitysvaihe ja kasvu

Lannoituksen on todettu vaikuttavan eniten silloin, kun se tehdään puuston elinvoimaisuuden ja kasvun ollessa maksimissaan. Tällöin myös puiden ravinteiden tarve ja käyttö on suurimmillaan. Tämä voimakas kasvuvaihe ajoittuu 30 - 50 ikävuoden välille. Puuston vanhetessa sen tarve ja kyky käyttää ravinteita vähenee ja lannoituksella saatava kasvunlisäys yleensä alenee. Aivan nuorissa metsiköissä lannoitteiden hyväksikäyttö on vielä vajaata ja kasvunlisäykset vähäisiä.

E. Lannoitelaji ja -määrä

Käytännön metsänlannoituksessa käytetään kangasmetsissä yleisimmin ureaa tai oulunsalpietaria, joskus myös ammoniumsulfaattia, typpirikasta Y-lannosta tai Metsän NP - lannosta. Turvemaille käytettäviä lannoitteita ovat Suo- metsien PK-lannos, urea ja oulunsalpietari. Kalisuola on yleisin kaliumia sisältävä lannoite.

Kokeissa on urean havaittu antavan keskimäärin heikomman tuloksen kuin muiden lannoitteiden. Etenkin karuilla ohuthumuksisilla mäntymailla urean vaikutus on jäänyt vähäiseksi. Urea sitoutuu karkeaan mineraalimaan huonosti ja voi liikkua veden mukana pois juurten ulottuvilta. Parhaiten urea näyttääkin soveltuvan paksuhumuksisille hienojakoisille maille, joissa sen biologinen sitoutuminen mikrobistoon on voimakasta.

Lannoitemäärän kasvaessa reaktion voimakkuus kasvaa aluksi lähes suoraviivaisesti tiettyyn rajaan saakka, minkä jälkeen kasvunlisäys annettua lannoiteyksikköä kohti alkaa alentua. Määrää edelleen lisättäessä seurauksena saattaa olla myrkyvaikutuksia ja kasvun putoaminen jopa lannoittamattoman puuston kasvua heikommaksi.

F. Lannoitusajankohta

Lannoitteiden kemiallisista eroista johtuen saattaa levitysa- ajan säätila tai vuodenaika vaikuttaa tulokseen. Tämä koskee etenkin helppoliukoisessa muodossa annettavia ravinteita, jotka voivat talviaikaisen levityksen jälkeen huuhtoutua lumen sulamisvesien mukana ja täten aiheuttaa ravinnetappioita puille ja saastumista ympäristön vesistöissä. Niinpä esimerkiksi oulunsalpietarin levitystä ei suositella talviaikaan suoritettavaksi, vaan se olisi tehtävä mieluiten lumien sulettua alkukesästä tai ainakin sulan maan aikaan. Tällöin oulunsalpietarin puoliksi sisältämän nitraattitypen huuhtoutumisvaara on vähäisin.

Urean vaikutus puuston kasvuun on jäänyt heikoksi etenkin keväällä tehdyissä levityksissä. On epäiltävissä, että osa urean sisältämästä typestä voi haihtua ammoniakikikaa- suna ilmaan, jos levitys tehdään pitkän poutajakson lopul- la alunperin kostean maan kuivuessa. Olettamusta vahvistaa se, että urean syyslevitykset viileässä ja märässä säässä ovat monesti antaneet parempia tuloksia kuin kevätlevityk- set. Syyskesän säät eivät ilmeisesti suosi urean haihtu- mista. Urean talvilevityskin on tuottanut usein paremman tuloksen kuin kevätlevitys. Tosin ureakin saattaa huuhtou- tua keväällä mikäli lumikerros on kovin paksu. Ratkaise- vaa on kuitenkin se, millaiset kevään sääolot ovat: kuinka nopeasti lumi sulaa, säilyykö routa pitkään, mikä on vesien liikkuvuus.

Eri lannoitelajeista raakafosfaattipohjainen PK-lannos on vähiten altis levityksajan säille ja sitä voikin levittää ympäri vuoden. Lumensulamisvesiin lannoitusta olisi kui- tenkin vältettävä.

LANNOITUSVAIKUTUKSEN ILMENEMINEN

Jo ensimmäisen kasvukauden kuluttua lannoituksesta voi puissa havaita muutoksia: neulasten koko ja lukumäärä kasvavat, niiden väri muuttuu tummemman vihreäksi. Seu- raavana vuonna voi sädekasvun nähdä elpyneen ja lopulta reagoi lannoitukseen myös pituuskasvu. Vaikutuksen huippu saavutetaan 3 - 4 vuotta lannoituksesta ja kokonaisvaikutus- ajaksi tulee kangasmaalla 7 - 9 vuotta. Turvemaalla vaiku- tuksen kestoajan pituus riippuu suotyypistä: viljavan suon PK-lannoitus voi ilmetä vielä 15 vuoden kuluttua lannoituk- sesta, karummalla suolla reaktio päättyy alle kymmenessä vuodessa typen tullessa kasvua rajoittavaksi tekijäksi.

Uusintalannoituksella saatavan lisäkasvun suuruus on suoras- sa suhteessa ensimmäisen lannoituskerran vaikutukseen: mitä enemmän ensimmäinen lannoitus on tuottanut, sitä enemmän

myös uusintalannoitukselta voidaan odottaa. Useita teorioita on esitetty siitä, miten uusintalannoitus tulisi ajoittaa. Paras tulos saataneen silloin, kun edellisen lannoituksen vaikutus on loppuillaan. Tällöin voitaneen tyytyä hieman pienempään annokseen kuin ensimmäisessä lannoituksessa.

LANNOITUKSEN SIVUVAIKUTUKSET

Vaikka lannoite tarkoitetaan puustoa varten, sitä joutuu runsaasti myös muun kasvillisuuden käyttöön. Tosiasiassa puusto kykenee välittömästi hyödyntämään vain 10 - 20 % annetusta ravinnemäärästä. Loppu menee pintakasvillisuuteen, sitoutuu kasvualustaan, eräissä tapauksissa huuhtoutuu tai haihtuu. Lannoituksella on myös tiettyjä sivuvaikutuksia, joista eräitä voidaan pitää haitallisina niin maaperälle kuin itse puustollekin.

Puun sisäisen laadun - terveydentilan, elinvoimaisuuden, vastustuskyvyn - ja puun ravinnetilan välillä on kiinteä yhteys. Lannoitus vaikuttaa välittömästi maaperään ja jatkossa puun ravinnesuhteisiin ja fysiologiseen tilaan, joka taas on oleellinen tekijä ajateltaessa mm. puun tuhonkestävyyttä.

Lannoitusvaikutus puun sisäisen elinvoiman muuttajana näkyy monesti myös ulkoisesti. Syntyy kasvuhäiriöitä, jotka ovat seurausta liian yksipuolisesta pääravinnelisäyksestä, esim. voimakkaasta N- tai P-lannoituksesta helppoliukoisilla lannoitteilla ravinnetilaltaan epätasapainoisella turvemaalla. Toisaalta typen yliannostuksesta voi ilmaantua paleltumisvaurioita - puu ei osaa lopettaa kasvuaan syksyllä ajoissa ja joutuu alttiiksi ensimmäisille pakkasöille. Kali- ja fosforilannoitteita käytettäessä sivuvaikutuksia on havaittu vähemmän kuin typpilannoitteita käytettäessä. Kalilannoituksella on päinvastoin kyetty joskus jopa torjumaan tuholaisia ja tauteja. Metsäpuiden taudeista esim. männynkaristeen torjuntaan on käytetty kalilannoitetta menestyk-

sellisesti. N/K-suhteella on merkitystä tuhoja ajatellen: jos tyyppiä on kaliumiin verrattuna runsaasti, lisääntyy kasvuhäiriöriski huomattavasti.

LANNOITUKSEN KANNATTAVUUDESTA

Käytännön metsätaloudessa lannoituksen toivotaan lisäävän puuston kasvua, etenkin runkopuun tuotosta. Viime kädessä tavoitteena ei kuitenkaan pidetä mahdollisimman suuren kasvunlisäyksen saamista, vaan päämääränä on saada lannoituksen avulla lisää puunmyyntituloja. Toiminnan taloudellisuuden arvioimiseksi saatu lisäkasvu tuleekin suhteuttaa sen saamiseksi tarvittuihin kustannuksiin.

Metsänlannoituksen kannattavuutta voidaan tarkastella usealla tavalla: ääriarjoina toisaalla puhtaasti yksityistaloudellinen ja toisaalla kansantaloudellinen näkökulma. Tarkastelutavasta riippuen päätelmät ovat usein erilaisia.

Lannoitus vaikuttaa puuston kehitykseen periaatteessa kahdella tavalla: toisaalta hakattava puumäärä tietyn pituisen kiertoajan kuluessa suurenee, toisaalta hakattava puumäärä on vakio, mutta sen kertymiseen tarvittava kiertoaika lyhenee. Ensin mainitussa tapauksessa lannoitetun puuston hakkuut ajoittuvat samanaikaisiksi lannoittamattoman puuston hakkuiden kanssa, mutta poistumassa on kasvunlisäyksen verran enemmän puuta. Jälkimmäisessä tapauksessa lannoitettu puusto saavuttaa lannoittamatonta nopeammin leimausrajan.

Lannoituksella saatavat tulonlisäykset riippuvat kasvunlisäyksen määrästä, lannoituksen vaikutuksesta hakattavan puuston järeyteen, lannoituskustannuksista, kantohintojen kehityksestä ja varojen sitoutumisajasta. On huomattava, että lannoituksen järeysvaikutuksesta johtuen ainespuun yksikköhinta on lannoitetussa puustossa yleensä suurempi kuin lannoittamattomassa. Lannoitusinvestoinnin etuna muihin metsänparannusinvestointeihin verrattuna voi pitää sitä, että varojen sitoutumisaika on verraten lyhyt etenkin varttuneissa päätehakkuu-ikäisissä metsiköissä.

Koska metsänomistajalla on usein myös muita vaihtoehtoisia sijoituskohteita, on tarpeen tuntea eri vaihtoehtojen edullisuusjärjestys. Lannoitukseen ei kannata ryhtyä, jos vaihtoehdot - joko lannoitus- tai muut sijoitusvaihtoehdot - antavat samalle rahamäärälle paremman koron. Lannoitus on metsänparannusmuoto, jossa tarvitaan vaihtoehtoisten lannoituskohteiden keskinäistä edullisuusvertailua, sillä mahdollisia lannoitukseen kelpaavia kohteita on aina enemmän kuin käytettävissä olevia resursseja.

Yksityistaloudellisesti ja metsikkökohtaisesti paras tulos saavutetaan lannoittamalla kohteita, joista saadaan heti lannoitusvaikutuksen loputtua hakkuutuloja ja lannoitukseen sijoitetut varat nopeasti takaisin. Taloudelliselta kannalta ensisijaisina lannoituskohteina on pidettävä jo alkuaan hyväkasvuisia ja runsaspuustoisia päätehakkuuikää lähestyviä metsiköitä. Näillä kohteilla suuri osa kasvunlisäyksestä kohdistuu arvokkaaseen tukkipuuhun. Päätehakkuvaiheen metsikössä tukkipuun osuuden ja puiden keskitilavuuden kasvaminen lannoituksen jälkeen kohottaa huomattavasti myös yksikköhintaa ja metsikön hakkuuarvoa.

Mikäli puusto on kehityksessään arvokynnyksen rajoilla, so. kuitu- tai tukkipuun kokorajoilla, parantaa suhteellisen vähäisenkin tuotoksen lisäys lannoituksen kannattavuutta, sillä lannoitus nopeuttaa siirtymää. Kangasmaiden parhaita lannoituskohteita ovat mustikkatyypin ja puolukkatyyppin havupuuvaltaiset varttuneet kasvatusmetsiköt. Turve- maillakin edullisimpia lannoituskohteita ovat täysipuustoiset ja taloudellisesti arvokkaat kasvatusmetsiköt sekä päätehakkua lähestyvät kasvukykyiset metsiköt.

Yksityismetsien lannoituksen työ- ja lannoitekustannuksiin myönnetään metsänparannuslain ja -asetuksen perusteella lainaa ja/tai avustusta. Käytännössä lähes kaikki lannoitushankkeet yksityismailla onkin toteutettu valtion myöntämän tuen turvin. Metsänparannusrahoituksen tarkoituksena on ollut paitsi yksityistaloudellisen kannattavuuden paranta-

minen myös kannattavuuden tasoittaminen maan eri osissa. Samoin on haluttu erityisesti tukea vähäpuustoisten soiden lannoittamista, koska suopuustoista saatavat tulonlisäykset ajoittuvat kauemmas tulevaisuuteen.

Lannoitus voidaan suorittaa kokonaan metsänparannusvaroilla, ts. metsänomistajan ei tarvitse käyttää lannoitukseen omia varoja lainkaan. Metsänlannoitus jaetaan perus- ja kasvatuslannoitukseen, joilla on erilaiset rahoitusehdot. Peruslannoituksen lainan korko on alhaisempi ja vuotuinen takaisinmaksuaika huomattavasti pitempi kuin kasvatuslannoituksessa. Myös korottomia vapaavuosia on enemmän. Peruslannoituskohteita ovat ojitetut puustoiset suot ja kasvatuslannoituskohteita kangasmaat, joilla on runsas ja kasvukykyinen havupuusto, sekä parhaat ojitetut turvemaat.

Metsänparannustuen rahoitusehtojen edullisuudesta johtuen (lainat halpapakorkoisia, pitkä takaisinmaksuaika) lannoituksen yksityistaloudellinen tulos muodostuu etenkin peruslannoituskohteilla huomattavasti paremmaksi kuin jos lannoitus tehtäisiin omin varoin.

METSÄNLANNOITUSTOIMINNAN KEHITTYMINEN

Käytännön metsänlannoitustoiminnan voidaan katsoa merkittävässä määrin alkaneen 1960-luvun puolivälissä, jolloin valtion ja yhtiöiden metsiä lannoitettiin runsaat 20 000 hehtaaria. Pinta-alat kasvoivat voimakkaasti uuden metsänparannuslain tultua voimaan v.1968, mistä alkaen valtio alkoi tukea yksityismetsien lannoitusta edullisten mp-lainojen ja -avustusten muodossa. Suurimmillaan vuotuinen lannoituspinta-ala oli 1970-luvun puolivälissä, jolloin metsiä lannoitettiin lähes 250 000 hehtaaria vuodessa. Huippuvuosia seurasi melko jyrkkä alamäki niin, että v. 1979 lannoitettiin enää vajaat 83 000 ha. Syitä toiminnan vähentymiseen voi hakea tiukentuneista perusteista lannoituskohteiden valinnassa, yleisestä energian hinnan kohoamisesta ja metsänparannusresurssien vähentymisestä.

Pohjois-Pohjanmaan metsiä lannoitettiin 1970-luvulla vuosittain keskimäärin 15 000 hehtaaria. Viime vuosina pinta-ala on jäänyt alle 10 000 hehtaarin. Suurin osa siitä on ojitettujen turvemaiden peruslannoitusta. V. 1980 lannoitettiin Pohjois-Pohjanmaan yksityismetsissä turvemaita 5 300 hehtaaria ja kivennäismaita 600 hehtaaria. Kaikkiaan Pohjois-Pohjanmaalla on lannoitettu metsiä 15 vuoden aikana n. 200 000 ha.

MUHOS-OPERAATIO

KOEKENTÄT, NIIDEN PERUSTAMINEN JA PUUSTON KASVUN SELVITYS

Koalojen rajaaminen maastoon ja niiden lannoittaminen aloitettiin keväällä 1972 ja perustamistyötä jatkettiin syksyyn 1973 saakka. Kokeita järjestettiin sekä kangasmaille että soille, hyvinkin erilaisille ja toisistaan poikkeaville kasvupaikoille ja eri kehitysvaiheiden metsiköihin, lähinnä männiköihin ja kuusikoihin. Kaiken kaikkiaan tehtiin yhteensä 133 koekenttää \pm 1,5 ha, joista kangasmaille tuli 77 kpl (117 ha) ja ojitetuille turvemaille 56 kpl (84 ha) (kuva 4).

Tutkittavina asioina kangasmetsissä olivat:

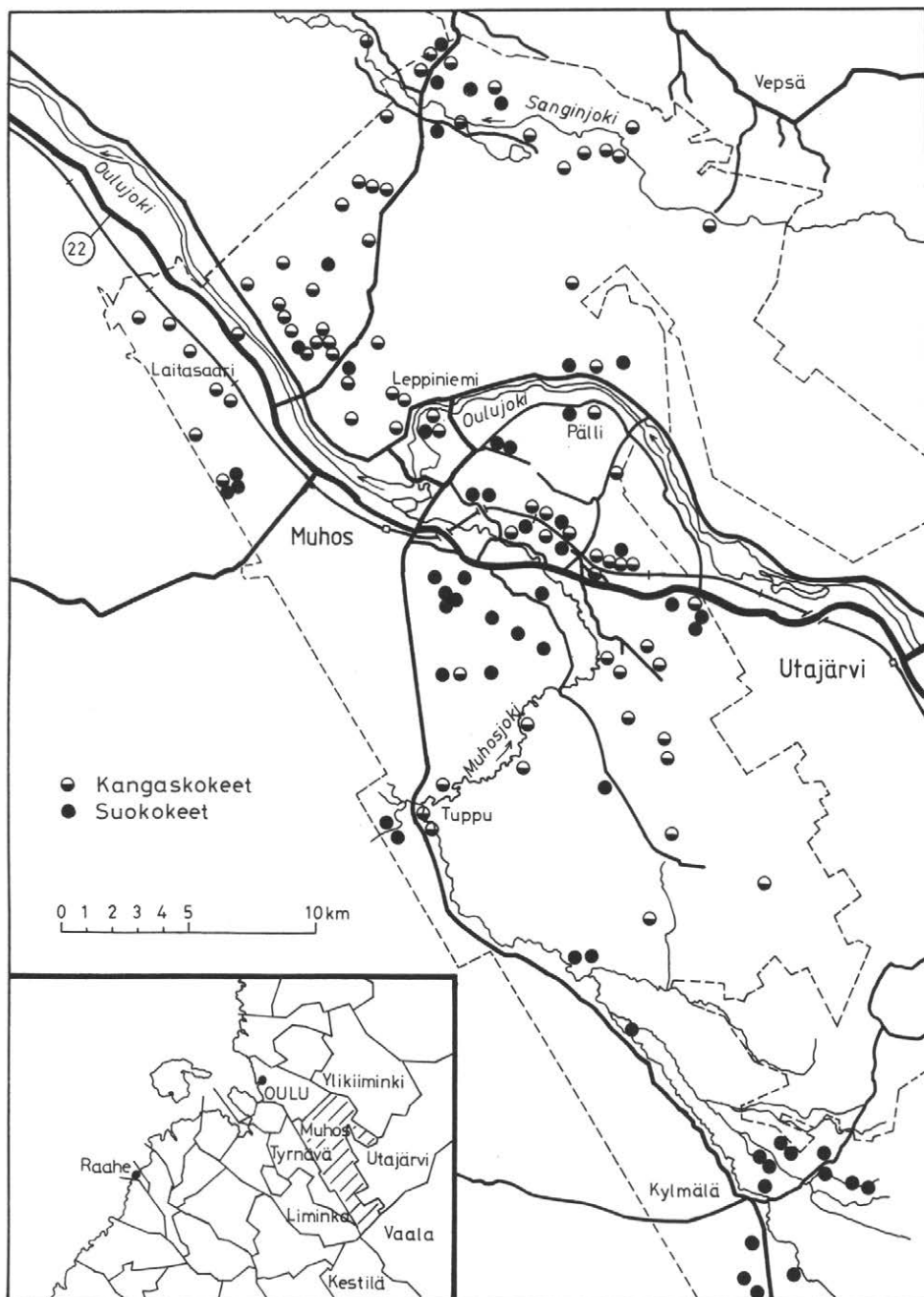
- puuston typen tarve
- urean ja oulunsalpietarin vertailu
- puuston fosforin tarve tyyppiä käytettäessä.

Tutkittavina asioina turvemaille olivat:

- puuston typen tarve fosforin ja kaliumin ohella eri suotyypeillä (PK- vai NPK-lannoitus)
- käytännön lannoitussuosituksista suurempien kaliumannosten vaikutus
- kevät- ja syyslevityksen vertailu.

Kukin kohde metsikön sisällä muodostui kuudesta koeruudusta, joista yksi jätettiin aina lannoittamattomaksi vertailuruuduksi. Kuvasta 5 ilmenee koeruutujen tyyppillisin sijoittelu ja niiden saamat lannoitteet määrineen.

Kangasmaiden yleisin kasvupaikka mitatuista kohteista oli kuivahkon kankaan hakkuukypsyttä lähentelevä metsikkö (EVT-tyypin männikkö). Seuraavaksi yleisimpiä olivat tuoreen kankaan nuoret ja varttuneet kasvatusmetsiköt (VMT-tyypin männiköt). Jonkin verran inventointituloksia on myös lehtomaisen ja tuoreen kankaan kuusikoista ja kuivan kankaan (ECT-tyyppi) männiköistä. Suokokeet jakaantuivat



Kuva 4. Muhos-opeaatiokokeiden sijainti.

Lannoituskäsittelyt:

kankaalla

- a = oulunsalpietari
600 kg/ha
- b = oulunsalpietari
600 kg/ha
raakafosfaatti
200 kg/ha
- c = lannoittamaton
- d = urea 400 kg/ha
- e = oulunsalpietari
600 kg/ha
raakafosfaatti 200 kg/ha
- f = oulunsalpietari
800 kg/ha

c	d
b	e
a	f

suolla

- a = Suometsien PK-lannos
600 kg/ha
- b = Suometsien PK-lannos
800 kg/ha
urea 300 kg/ha
kalisuola 200 kg/ha
- c = lannoittamaton
- d = Suometsien PK-lannos
200 kg/ha
urea 100 kg/ha
- e = Suometsien PK-lannos
400 kg/ha
urea 200 kg/ha
- f = Suometsien PK-lannos
400 kg/ha

Kuva 5. Kaavio koejärjestelyistä

tasaisesti kohtalaisen ravinteisten suursaratason rämemänniköiden (SsR) ja melko niukkaravinteisten piensaratason rämemänniköiden kesken (PsR). Ojitus oli tehty yleensä 1960-luvun loppupuolella, joten turvemaan kohteet edustivat lannoituskautena muuttumavaihetta, ts. kasvu oli jo elpynyt ojituksen vaikutuksesta. Turvetta oli verraten vähän, keskimäärin 30 - 40 cm. Lannoitushetken puusto oli yleensä riukuvaihetta tai sen ohittanutta ensiharvennusmännikköä (puuston tilavuus 40 - 50 m³/ha). Vallitseva puusto oli yleensä mäntyä. Hieskoivun osuus puuston tilavuudesta jäi piensararämeillä alle 10 %:n, mutta saattoi suursararämeillä kohota 30 - 40 %:iin. Luettelo kokeista maanomis-tajittain on tämän julkaisun liitteenä, samoin yleistietoja mitatuista kohteista (liitteet 1 - 3).

Ensimmäiset puustomittaukset tehtiin jo vuosina 1976 - 78. Varttuneemmista puustoista selvitettiin tilavuuskasvun kehitys lannoituksen jälkeen, nuoremmista puustoissa tyydyttiin pituuskasvumittauksiin. Pääosa mittaustyöstä keskitettiin vuosille 1982 - 83, jolloin voitiin saada käytännössä koko lannoitusvaikutus analysoiduksi. Yhteensä kokeita on mitattu 74 kpl, joista 36 on kankaalta ja 38 suolta. Tämä määrä on katsottu riittäväksi tulosten suuntaa-antavaan yleistämiseen myös mittaamatta jätetyille kohteille.

SAADUT TULOKSET

A. Puuston kasvureaktiot

1. Kangasmaat

1.1 Tutkittavat asiat ja tutkimusaineisto

Muhos-operaation kangasmaiden lannoituskokeissa tutkittiin erityisesti seuraavia kysymyksiä:

- eri lannoitelajeilla ja -määrillä saatava tilavuuskasvunlisäys
- metsikön kasvupaikkatyyppin, puulajikoostumuksen ja kehitysvaiheen (iän) vaikutus kasvunlisäykseen
- lannoitusta edeltäneen tilavuuskasvun vaikutus kasvunlisäykseen
- lannoitusvaikutuksen kesto aika

Tarkimmin tutkittujen 19 metsikön puustotiedot lannoitusajankohtana ja loppumittauksessa 11-12 kasvukautta myöhemmin ilmenevät liitteestä 2. Tiedot on ryhmitelty ja tulokset esitetään metsikön kehitysvaiheen, vallitsevan puulajin ja kasvupaikkatyyppin mukaisesti. Seitsemässä ns. uudistusmetsikössä seuraava hakkuutoimenpide on uudistushakkuu. Loput 12 koetta ovat nuoria tai varttuneita kasvatusmetsiköitä, joissa tehdään harvennus- tai väljennyshakkuuta. Männiköitä aineistoon sisältyi 13, kuusikoita 4 ja mänty-kuusisekametsiköitä 2.

Lehtomaisella kurjenpolvi-käenkaali-mustikkatyypin (GOMT) kankaalla sijaitsi 2 metsikköä, tuoreella puolukka-mustikkatyypin (VMT) kankaalla 9, kuivahkolla variksenmarja-puolukkatyypin (EVT) kankaalla 7 ja kuivalla variksenmarjakanervatyypin (ECT) kankaalla 1 metsikkö. Tutkimusaineisto tuo monipuolisesti esiin alueen tärkeimmät kasvupaikka- ja metsikkötyypit. Edustavuutta lisää myös kohteiden vaihteleva metsänhoidollinen tila: metsiköt ovat eriasteisesti harvennettuja, joskin eräissä tapauksissa jo liian tiheitä, mikä on lannoitusvaikutuksen aikana heikentänyt puuston järeyskehitystä. Kaikki tutkimusmetsiköt ovat olleet käsittelemättömiä kokeen ajan.

12. Tutkimustulokset

121. Uudistusmetsiköt/männiköt

Kangasmetsien yleisimpiä lannoituskohteita ovat runsaspuus- toiset, järeät, vielä hyvässä kasvukunnossa olevat uudistus- metsiköt. Niiden luontainen kasvu on jo taantunut, mutta en- nen päätehakkuuta sitä pyritään elvyttämään lannoituksella. Lisäkasvusta valtaosa on arvokasta tukkipuuta. Lannoituskus- tannukset odotetaan saatavan katetuiksi verraten lyhyen ajan kuluttua lisääntyneinä päätehakkuutuloina.

Tuoreen ja kuivahkon kankaan uudistettavia männiköitä ai- neistossa edusti viisi metsikköä, joiden ikä lannoitusajan- kohtana oli keskimäärin 115 vuotta. Metsiköt siis ylittivät jo uudistuskypsyysikänsä 100-110 vuotta. Lannoitusajankohtana metsiköiden valtapituus oli 17-18 m, tilavuus tuoreella kan- kaalla $140 \text{ m}^3/\text{ha}$ ja vuotuinen tilavuuskasvu $3,7 \text{ m}^3/\text{ha}$ sekä kuivahkolla kankaalla noin $120 \text{ m}^3/\text{ha}$ ja $3,1 \text{ m}^3/\text{ha}$, ja tukki- puun osuus kokonaistilavuudesta 67%. Kuva 6 esittää tyyppil- listä järeää, lannoitettua uudistusmännikköä tuoreella kan- kaalla ja kuva 7 vastaavaa metsikköä kuivahkolla kankaalla.

Näinkin varttuneiden männiköiden kasvu elpyi tuoreella kan- kaalla välittömästi lannoitusta seuranneena kasvukautena ja kuivahkolla kankaalla toisena lannoituksen jälkeisenä kas-



Tuoreen kankaan järeä uudistusmännikkö. Tutkimusmetsikkö nro 44.

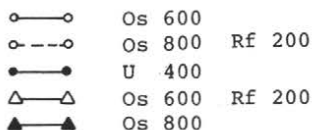


Kuivahkon kankaan järeä uudistusmännikkö. Tutkimusmetsikkö nro 64.

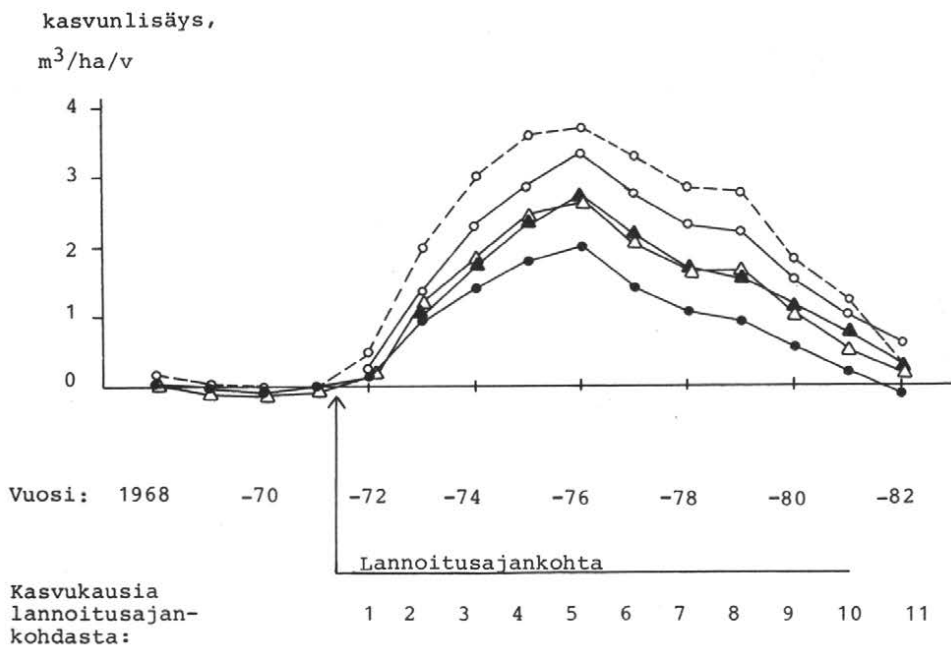
vukautena. Alkuvuosina kasvu nousi ripeästi ja saavutti huippunsa tuoreella kankaalla jo kolmantena - viidentenä, kuivahkoilla kankailla viidentenä kasvukautena lannoitusajankohdasta. Vuotuinen tilavuuskasvunlisäys oli tällöin tuoreella kankaalla keskimäärin vajaat $4 \text{ m}^3/\text{ha}$ ja kuivahkolla kankaalla vajaat $3 \text{ m}^3/\text{ha}$, mikä merkitsi lannoitusta edeltäneen kasvun kaksinkertaistumista. Tämän jälkeen vuotuinen kasvunlisäys alkoi tasaisesti aleta. Kuvissa 8 ja 9A on esitetty keskimääräinen vuotuinen tilavuuskasvunlisäys sekä kuvassa 9B suhteellinen tilavuuskasvunlisäys kuivahkojen kankaiden eri lannoituskäsittelyillä.

Muhos-operaation pitkäkö koeaika antoi harvinaisen tilaisuuden seurata käytännön lannoitusvaikutuksen kestoa suurin piirtein loppuun asti. Kuivahkolla kankaalla lannoitus lisäsi puuston kasvua koko tarkastelujakson ajan (11 - 12 vuotta). Tuoreella kankaalla tulos oli vieläkin parempi: kaikkien lannoituskäsittelyjen vaikutus jatkuu - tosin alenevana - edelleen vuotuisella $0,8 - 2,3 \text{ m}^3/\text{ha}$ tasolla, parhaiten voimakkaimpien oulunsalpietari- ja raakafosfaattikäsittelyjen seurauksena.

Kuivahkolla kankaalla suurimman tilavuuskasvun lisäyksen, $16,6 \text{ m}^3/\text{ha}/10$ vuotta, tuotti voimakkain lannoituskäsittely. Siihen sisältyi oulunsalpietaria $800 \text{ kg}/\text{ha}$ (tyyppiä $208 \text{ kg}/\text{ha}$) ja raakafosfaattia $200 \text{ kg}/\text{ha}$ (fosforia $66 \text{ kg}/\text{ha}$). Suhteellinen tilavuuskasvunlisäys lannoittamattomaan metsikköön verrattuna oli 48% . Fosforilannoituksen lisävaikutus oli merkittävä, sillä pelkällä oulunsalpietarilla ($600 - 800 \text{ kg}/\text{ha}$) kasvunlisäys oli $4 - 10$ prosenttisyksikköä alhaisempi. Raakafosfaatin käyttö antoi suotuisan tuloksen nimenomaan voimakkaan oulunsalpietarilannoituksen yhteydessä. Urealannoitus $400 \text{ kg}/\text{ha}$ (tyyppiä $184 \text{ kg}/\text{ha}$) jäi



Os = oulunsalpietari
 U = urea
 Rf = raakafosfaatti



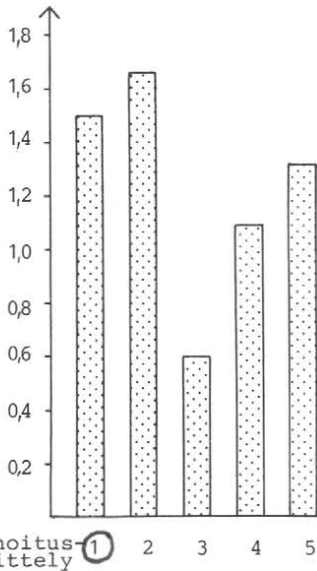
Kuva 8. Uudistusmetsiköt/kuivahkon kankaan männiköt.
 Keskimääräinen vuotuinen tilavuuskasvun lisäys eri lannoituskäsittelyillä.

vertailluista vaihtoehdoista heikoimmaksi. Syynä oli se, että puusto reagoi urealannoitukseen sekä hieman hitaammin että yleisesti laimeammin kuin oulunsalpietarilannoitukseen. Urealla saatiin kuivahkolla kankaalla kasvunlisäystä $6,0 m^3/ha/10$ vuotta eli 17%.

Lannoituskäsittelyt;

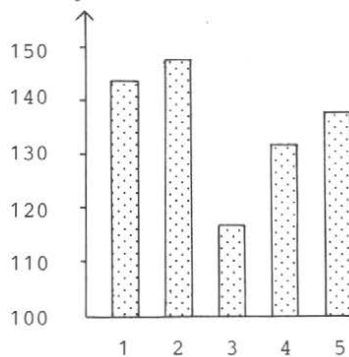
- 1 = Os 600
 2 = Os 800 Rf 200
 3 = U 400
 4 = Os 600 Rf 200
 5 = Os 800

kasvunlisäys,
 $\text{m}^3/\text{ha}/\text{v}$



A. Keskimääräinen vuotuinen tilavuuskasvunlisäys $\text{m}^3/\text{ha}/\text{v}$ eri lannoituskäsittelyillä.

kasvunlisäys,
 %



B. Suhteellinen tilavuuskasvunlisäys eri lannoituskäsittelyillä. Lannoittamaton = 100.

Kuva 9A-B. Uudistusmetsiköt/kuivahkon kankaan männiköt. Keskimääräinen vuotuinen absoluuttinen ja suhteellinen tilavuuskasvunlisäys eri lannoituskäsittelyillä 11-12 kasvukauden aikana.

Tuoreella kankaalla tulokset olivat samansuuntaiset kuin kuivahkoilla kankailla fosforilannoituksen vaikutusta myöten. Kasvunlisäys muodostui kuitenkin tuoreilla kankailla selvästi suuremmaksi

lannoitusvaikutuksen korkeamman tason ja pitemmän kestoajan ansiosta.

122. Uudistumetsiköt/kuusikot

Tuoreen kankaan uudistettavia kuusikoita aineistoon sisältyi kaksi. Metsiköiden ikä lannoitusajankohtana oli keskimäärin 105 vuotta, joten nekin ylittivät niukasti 100 vuoden uudistuskypsyysiän. Lannoitusajankohtana kuusikot kasvoivat vielä arviolta $4,7 \text{ m}^3/\text{ha}$ vuodessa. 12 kasvukauden kuluttua lannoituksesta metsiköiden valtapituus oli 20 m ja tilavuus $240 \text{ m}^3/\text{ha}$, mistä tukkipuun osuus 66%. Edellä selostetut männiköt olivat hieman järeämpiä, mutta kuusikot vastaavasti tiheämpiä, minkä vuoksi kuusikoiden tilavuus kohosi noin 30% männiköitä korkeammaksi.

Uudistuskypsyyden saavuttaneet, puulajille soveltuvan kasvupaikan kuusikot reagoivat lannoitukseen selvästi heikommin kuin vastaavat männiköt. Lannoitus alkoi vaikuttaa vasta toisena kasvukautena ja jäi kestoltaan huomattavasti lyhyemmäksi, vain 6 - 7 kasvukauden mittaiseksi. Lannoituskäsittelyjen väliset erot jäivät myös vähäisiksi. Paras tilavuuskasvunlisäys, $11 \text{ m}^3/\text{ha}/10 \text{ vuotta}$, saavutettiin pelkällä oulunsalpietarilla $800 \text{ kg}/\text{ha}$ sen nopean alkuvaikutuksen ansiosta. Suhteellisenä tämä merkitsi 30% kasvunlisäystä lannoittamattomaan metsikköön verrattuna. Vaikutuskauden jälkipuoliskolla tehonsa säilyttivät parhaiten jälleen voimakkaan oulunsalpietarilannoituksen lisänä annettu raakafosfaatti $200 \text{ kg}/\text{ha}$ sekä urea $400 \text{ kg}/\text{ha}$, jolle onkin tyyppillistä kasvunlisäyksen painottuminen myöhemmille vuosille. Juuri urean vaikutuksen ajoittumisesta Muhosoperaation pitkäkö koeaika antoi uutta tietoa. Vaikka urean kasvunlisäys jäi kuusikoissakin alhaisimmaksi $-7,5 \text{ m}^3/\text{ha}/10 \text{ vuotta}$ eli 25% - urean kevätlevitys antoi kuusikoissa huomattavasti paremman tuloksen kuin männiköissä. Tämä saattaa johtua siitä, että tiheässä, varjoisassa kuusikossa kevätkosteus säilyy pitempään kuin harvahkossa, valoisassa männikössä, jolloin urean hydrolyysi tehostuu ja haihtumisvaara vähenee.

Uudistettavissa kuusikoissa viiden eri lannoitusvaihtoehdon tuottama suhteellinen tilavuuskasvunlisäys poikkesi enintään 5 prosenttiyksikköä. Tämä puoltaa lannoituskäsittelyn valintaa uudistettavissa kuusikoissa puhtaasti taloudellisiin näkökohtiin nojautuen.

Uudistumetsiköistä saadut tulokset osoittavat, että männikön päätelannoitus tulisi tehdä sekä kuivahkolla että varsinkin tuoreella kankaalla riittävän ajoissa ennen päätehakkuuta, jotta pitkänä vaikutusaikana kertyvä kasvunlisäys saataisiin korjatuksi täysimääräisenä.

123. Kasvatusmetsiköt/männiköt

Tulosten esittelyssä on yhdistetty nuoret 2. kehitysluokan ja varttuneet 3. kehitysluokan kasvatusmetsiköt. Joukkoon mahtuusi hyvin erinäköisiä metsiköitä, joille on kuitenkin yhteistä käsittelyperiaate eli toistuvat harvennus- tai väljennushakkuut sekä vuotuisen tilavuuskasvun ryhmittäin verraten yhtenäinen taso. Tämän vuoksi tulosten käsittely näin tiivistetyksi on perusteltua ja myös helpottaa johtopäätösten tekoa.

1231. Tuoreen kankaan männiköt

Tuoreen kankaan kasvatusmänniköitä oli aineistossa neljä, joista kolme edusti nuorta ja yksi varttunutta kasvatusmetsikköä, iältään keskimäärin 50-vuotiaita. Iän puolesta varttuneita metsiköitä oli kaksi, mutta harvennushakkuun viivästy- mistä seurannut ylitiheys oli hidastanut toisen metsikön kehitystä. Melkoinen ylitiheys - lähes 2800 runkoa hehtaarilla - haittasi myös kummankin nuoren kasvatusmetsikön kasvua ja epäilemättä suuntasi lannoitusvaikutusta toisarvoiseen puuston osaan. Nämä kuvassa 10 esitetyt kohteet ovat varoittavia esimerkkejä siitä, kuinka nopeimmassa kasvunvaiheessaan olevan metsikön kehitys "tukehtuu" tilanpuutteeseen, puuston arvokaimman osan järeytyminen estyy ja hakkuutulot viivästyvät ja alenevat. Nuoria metsiköitä kannattaa lannoittaa vain harvennushakkuun jälkeen, ei ennen sitä. - Todettakoon kuitenkin, että tässä tapauksessa metsiköiden annettiin kehittyä ylitiheiksi tutkimuksellisista syistä.



Tuoreen kankaan runsaspuustoinen kasvatusmännikkö. Tutkimusmetsikkö nro 32-33.

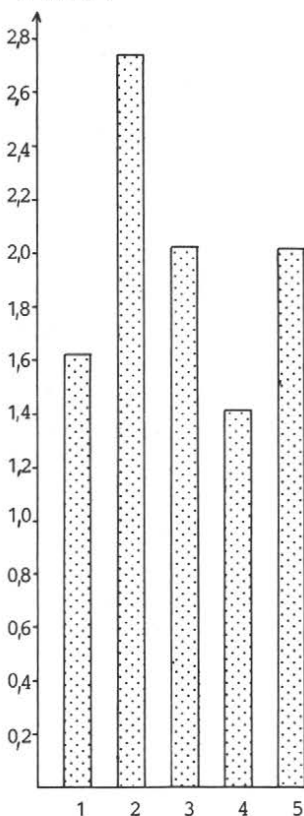
Kun tämän metsikköryhmän lannoitustulosta arvioidaan, edellä esitetyt kasvua rajoittaneet tekijät tulee ottaa huomioon. Lannoitusajankohtana metsiköiden valtapituus oli keskimäärin 11,4 m, tilavuus 81 m³/ha, vuotuinen tilavuuskasvu 5,1 m³/ha ja tukkipuun osuus kokonaistilavuudesta 19%. Mainittakoon, että kokeiden loppumittauksessa 11 - 12 kasvukautta lannoitusajankohdasta pohjapinta-alaylitti leimausrajan jo 2 m²/ha, joten pohjapinta-alaa olisi harvennushakkuussa ollut mahdollista laskea 26:sta m²/ha 16:een m²/ha eli 10 m²/ha.

Näissä tuoreen kankaan kasvatusmetsiköissä tilavuuskasvu parani ripeästi jo ensimmäisestä lannoitusta seuranneesta kasvukaudesta alkaen. Jos harvennushakkuut oli tehty ajallaan ja puustolla riittävästi kasvutilaa, lannoitusvaikutus ei ollut vielä kaikilta osin lakannut kokeen päättyessä. Tilavuuskasvua lisäsivät yhä 11 kasvukauden kuluttua lannoituksesta erityisesti ammoniumnitraatti 600 kg/ha (typpeä 201 kg/ha) ja urea 400 kg/ha, mutta myös typpimäärältään tavanomaisempi ammoniumnitraattiannos 400 kg/ha (typpeä 134 kg/ha). Tulokset tukevat jo uudistusmetsiköissä tehtyä havaintoa typpilannoituksen pitkästä kestoajasta tuoreen kankaan männiköissä sekä urean tuottaman kasvunlisäyksen painottumisesta vaikutuskauden jälkipuoliskolle. Olisikin varottava katkaisemasta urealla lannoitetun kasvatus- ja uudistusmetsikön suotuisaa kehitystä liian aikaisin toistuvalla harvennushakkuulla tai varhaisella päätehakkuulla.

Sen sijaan kolmessa edellä kuvatussa metsikössä, joissa puuston kasvutila tutkimusjakson aikana loppui kesken, kasvunlisäys tyrehtyi loppumittauksen aikoihin kestettyään tosin 11 - 12 kasvukautta. Absoluuttinen kasvunlisäys oli silti suuri runsaan puustopääoman ansiosta; jälleen paras vaihtoehdolla oulunsalpietaria 800 kg/ha ja lisäksi raakafosfaattia 200 kg/ha - 27,4 m³/ha/10 vuotta) eli 36% yli lannoittamattoman metsikön kasvun. Suhteellista kasvunlisäystä pienensi metsiköiden muutenkin hyvä lähtökasvu. Sitten seurasivat tasavertaisina pelkkä oulunsalpietarilannoitus 800 kg/ha sekä urea 400 kg/ha - kasvunlisäys 20,2 m³/ha/10 vuotta eli 27%. Edellämainittuja heikommaksi jäi oulunsalpietarilannoitus

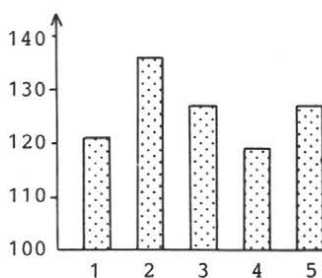
600 kg/ha raakafosfaatin kanssa tai ilman. Tuoreen kankaan runsaspuustoisten kasvatusmetsiköiden lannoitustulokset on esitetty kuvassa 11.

kasvunlisäys,
m³/ha/v



Lannoituskäsittelyt: 1 = Os 600
2 = Os 800 Rf 200
3 = U 400
4 = Os 600 Rf 200
5 = Os 800

kasvunlisäys,
%



A. Keskimääräinen vuotuinen tilavuuskasvunlisäys m³/ha eri lannoituskäsittelyillä.

B. Suhteellinen tilavuuskasvunlisäys eri lannoituskäsittelyillä. Lannoittamaton = 100.

Kuva 11A-B.

Kasvatusmetsiköt/tuoreen kankaan runsaspuustoiset männiköt. Keskimääräinen vuotuinen absoluuttinen ja suhteellinen tilavuuskasvunlisäys eri lannoituskäsittelyillä 11 - 12 kasvukauden aikana.

Tulokset ovat samansuuntaiset kuin uudistumänniköissäkin mm. sikäli, että voimakkaan typpilannoituksen kanssa samanaikaisesti tehty fosforilannoitus lisäsi huomattavasti puuston kasvua, mutta ei tehonnut lievemmän typpilannoituksen yhteydessä. Urean yllättävän positiivisen vaikutuksen syytä voinee hakea mikroilmasto-oloista, jotka näissä tuoreen kankaan tiheissä, varjoisissa kasvatusmänniköissä jossakin määrin muistuttivat uudistettavien kuusikoiden ilmasto-oloja, joissa urea myös tuotti suhteellisen hyvän tuloksen. Ylitiheyden vaikutus korostui suuresti tarkastelujakson jälkipuoliskolla, jolloin kasvuun alussa nopeasti lisänneiden lannoitettujen koealojen kasvunlisäys jäi lähes puoleen ensi jaksolla todetusta.

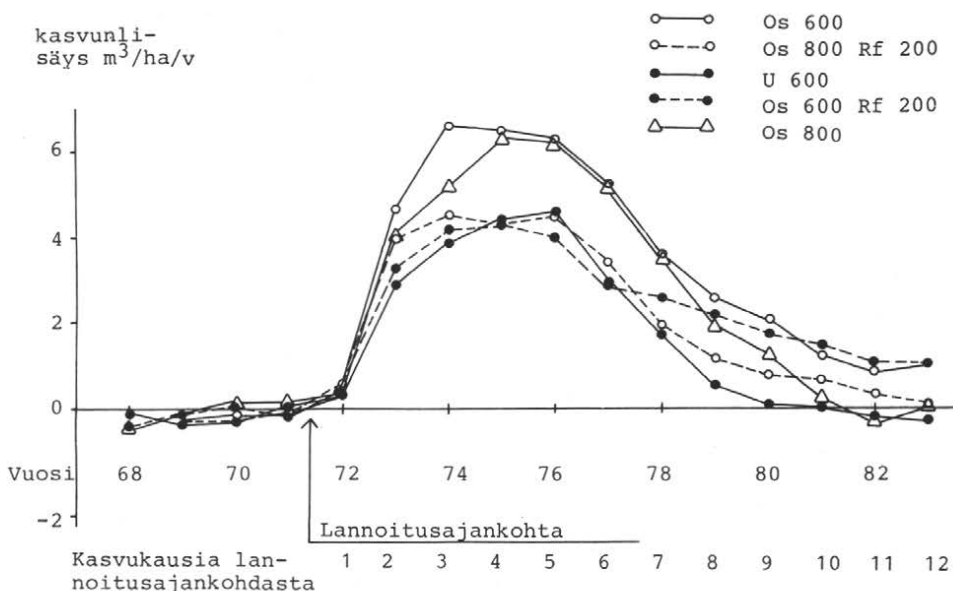
1232. Kuivahkon kankaan männiköt

Aineistoon sisältyi kolme kuivahkon kankaan varttunutta, harvennushakkuin käsiteltyä kasvatusmetsikköä, joiden ikä lannoitusajankohtana oli keskimäärin 95 vuotta. 11 kasvukautta myöhemmin metsiköiden valtapituus oli 17,3 m ja tilavuus 172 m³/ha, mistä tukkipuun osuus 58 %. Eri kohteilla käytettiin toisistaan poikkeavia lannoituskäsittelyjä, joista metsikkökohtaisesti parhaiten tuloksia antoivat jälleen oulunsalpietari 800 kg/ha, jonka lisänä raakafosfaattia 200 kg/ha, toisaalta urea 400 kg/ha yksin, tai urea 200 kg/ha yhdessä oulunsalpietarin 400 kg/ha kanssa. Lannoitusvaikutus päättyi näissä kohteissa kuten kuivahkon kankaan uudistumetsiköissäkin loppumittauksen aikoihin.

1233. Kuivan kankaan männiköt

Tätäyleistä kasvupaikka- ja metsikkötyyppiä otokseen sisältyi vain yksi, mutta tutkimuksellisesti edustava, harvennushakkuin käsitelty kasvatusmetsikkö. Iältään se oli lannoitusajankohtana jo 120 vuotta, mutta kehitysvaiheeltaan varttuneen kasvatusmetsikön rajamailla: valtapituus 13,7 m, tilavuus 70 m³/ha, josta tukkipuuta 29 %, sekä vuotuinen kasvu 2,0 m³/ha. Vaikka kasvupaikka oli karu, tilavuuskasvu elpyi

toisesta lannoituksen jälkeisestä kasvukaudesta alkaen todella voimakkaasti ja saavutti huippunsa kolmantena-viidentenä kasvukautena (kuva 12). Lannoitusvaikutus ulottui tässäkin tapauksessa 12 kasvukauden mittaisen tarkastelujakson loppuun asti. Absoluuttinen kasvunlisäys ei luonnollisesti ollut yhtä suuri kuin viljavampien kasvupaikkojen metsikössä, mutta parhaimmillaan 3,5 - 4,0 kuutiometrin vuotuista hehtaarikohtaista kasvunlisäystä on pidettävä hyvänä. Se saavutettiin pelkällä oulunsalpietarilannoituksella 600 - 800 kg/ha vieläpä pienemmän annoksen antaessa parhaan tuloksen. Fosforilannoitus ei näissä olosuhteissa ollut tarpeen, päinvastoin kuin kuivahkoilla ja tuoreilla kankailla. Urea ei soveltunut näin kuivan kasvupaikan lannoitukseen, vaan jäi vertailussa heikoimmaksi myös vaikutusajaltaan.



Kuva 12. Kasvatusmetsiköt/kuivan kankaan männiköt. Keskimääräinen vuotuinen tilavuuskasvunlisäys eri lannoituskäsittelyillä.

124. Kasvatusmetsiköt/kuusikot

Tutkimusaineistoon sisältyi kaksi hyväkasvuista lehtomaisen kankaan varttunutta kasvatusmetsikköä. Niiden ikä lannoitusajankohtana oli keskimäärin 80 vuotta ja vuotuinen tilavuuskasvu arviolta $5,0 \text{ m}^3/\text{ha}$. 11 kasvukautta myöhemmin metsiköiden valtapituus oli $20,2 \text{ m}$ ja tilavuus $232 \text{ m}^3/\text{ha}$, mistä tukkipuuta 67%.

Näin viljavan kasvupaikan kuusikot reagoivat lannoitukseen heikosti. Tilavuuskasvu alkoi lisääntyä vasta toisesta lannoituksen jälkeisestä kasvukaudesta alkaen ja lannoitusvaikeutus päättyi jo 6 - 8 vuoden kuluttua. Tilavuuskasvunlisäys jäi metsiköiden erinomaisen luontaisen kasvukyvyn vuoksi. Keskimäärin $5,4$:ään $\text{m}^3/\text{ha}/10$ vuotta, mikä on alhainen verrattuna tuoreen kankaan uudistettavien kuusikoiden tulokseen $9,0 \text{ m}^3/\text{ha}/10$ vuotta. Parhaan kasvunlisäyksen tuotti jälleen tällaisissa varjoisissa, tuoreissa olosuhteissa urea $400 \text{ kg}/\text{ha}$.

Osasyt lehtomaisen kankaan kuusikoiden alhaiseen lannoitusreaktioon ja ennen kaikkea sen aikaiseen loppumiseen lienee ollut metsiköiden alkava ylitiheys. Varsinkin kasvatusmetsiköissä on kiinnitettävä riittävää huomiota arvopuuston kasvun edellytysten jatkuvaan turvaamiseen harvennushakkuiden avulla, joiden tarve saattaa viljavilla kasvupaikoilla ja yleisesti lannoituksen seurauksena toistua yllättävän tiheään.

125. Kasvatusmetsiköt/havusekametsiköt

Tutkimusaineistoon sisältyi kaksi mäntykuusivaltaista tuoreen kankaan sekametsikköä, joista toisen kasvupaikka oli soistunut. Molemmissa oli harvahko mänty-ylispuujakso, jonka alle oli noussut kuusijakso, toisessa jo varttunut, toisessa hieman nuorempi. Lannoitusajankohtana metsiköiden ikä oli keskimäärin 85 vuotta ja muut puustotunnukset 11 - 12 kasvukautta myöhemmin: valtapituus $18,6 \text{ m}$ ja tilavuus $192 \text{ m}^3/\text{ha}$,

josta tukkipuun osuus 72%. Metsiköiden arvioitu vuotuinen tilavuuskasvu lannoitusajankohtana oli 3,5 m³/ha.

Kuusen valta-aseman vuoksi metsiköt voidaan rinnastaa kuusikoihin. Niinpä lannoitusvaikutuskin jäi verraten lyhytaikaiseksi, 7 - 10 vuoden mittaiseksi - hieman pitemmäksi kuin puhtaissa kuusikoissa, mutta lyhyemmäksi kuin vastavissa männiköissä. Myös kasvunlisäys jäi näiden kahden metsikkötyypin välimaille. Metsikössä, joka oli soistunut ja jossa kuusijakso oli kehitysvaiheeltaan nuorempi, parhaan tuloksen antoi oulunsalpietarilannoitus 800 kg/ha, hieman heikomman tavanomainen oulunsalpietariannos 600 kg/ha sekä urea 400 kg/ha, jonka vaikutus jälleen painottui jakson jälkipuoliskolle ja kesti muita vaihtoehtoja pitempään. Fosforilisäys typpilannoituksen ohella antoi heikon tuloksen. Myös toisessa sekametsikössä, jossa kuusijakso oli kehitykseltään varttuneempi, selvästi suurimman kasvunlisäyksen antoi pelkkä typpilannoitus, (ammoniumnitraatti 600 kg/ha).

2. Turvemaat

Mitatut suokohteet jaettiin luontaisen ravinteisuutensa ja puuston kasvun perusteella kahteen ryhmään: ruohoiset/suursaraiset ("paremmat") rämeet, ja piensaraiset/tupasvillaiset ("huonommat") rämeet. Ravinteisuustunnuksena ruohoisuus yleensä luonnehtii kohtalaisen runsasta ravinteisuutta etenkin typen, kalkin ja happamuuden osalta. Ruohoisuuden osoittajina ovat kasvilajeista suokurjenjalka, kortte, raate ja korpikastikka yleisesti esiintyessään. Suursaraisuutta pidetään puolestaan kohtalaisen ravinteisuuden tunnuksena. Kasvilajeista etenkin jouhisaran ja pullosaran yleinen esiintyminen osoittavat kohteen suursaraiseksi. Tämän tyyppisten parempien rämeiden lannoituksessa oletetaan riittävän PK-käsittelyn.

Piensaraisuus viittaa suon kohtalaisen heikkoon ravinteisuuteen - etenkin jos kohde on ohutturpeinen. Lyhytkortiset lajit, tupasluikka ja pallosara, ovat tällöin tyypillisiä. Tupasvillaisuuden tuntomerkkejä ovat taas tupasvillan, tupasluikan ja leväkön runsas esiintyminen. Tällaisille kohteille suositellaan NPK-lannoitusta. Esitettävät tulokset pohjaavat ruohoisten ja suursaraisten rämeiden osalta 18, piensara- ja tupasvillarämeiden kohdalla 17 kokeen keskiarvoisiin tuloksiin. Valtaosa kokeista "parempien" rämeiden ryhmässä on suursaratasoa ja "huonompien" rämeiden ryhmässä piensaratasoa. Kuvan 13 näkymä edustaa tyypillistä suursararämeen kohdetta ja kuva 14 piensaratason rämettä.

21. Suursara- ja ruohorämeet

Suursaratason rämeet edustavat varsin tyypillistä ojituskohdetta Pohjois-Pohjanmaalla. Puuston kohtalaisen hyvän kasvukyvyn takia suursararämeiden katsotaan olevan nykykriteerien mukaan ojituskelpoisia ja siten myös puuntuotannollisesti tärkeitä. Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun piirimetsälautakuntien alueen yksityismetsien ojitusalueista on n. 270 000 ha eli noin 30 % koko ojitetusta alasta suursaratason tai sitä parempia rämeitä.



Mäntyvaltaista, äsken harvennettua puustoa muuttumavaiheen ojitusalueella suursararämmeellä.



Muhos-operaatiolle tyypillinen piensaratasen rämemännikkö.

Kuvasta 15A nähdään miten puuston kasvu on kehittynyt lannoituksen jälkeen vuosina 1973 - 82. Kasvukäyrät kuvaavat koepuiden rinnankorkeudelta mitatun poikkileikkauspinta-alan vuotuista kasvua eri lannoituskäsittelyillä. Kasvu on kohonnut kaikilla lannoituskäsittelyillä vuodesta 1972 vuoteen 1976, minkä jälkeen vuotuinen kasvu on laskenut - ensin muutaman huonon kasvukauden takia, jatkossa puuston ilmeisen ylitiheyden takia. Puuston harvennus katsottiin usealla kohteella ensisijaiseksi hoitotoimenpiteeksi.

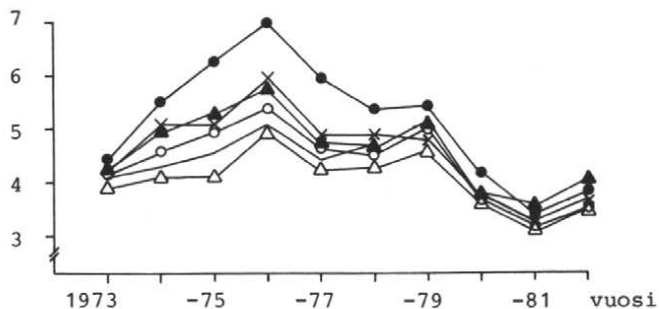
Puuston kasvu näillä suursaratason kohteilla on ollut voimakasta johtuen ojituksesta, jonka on parantanut kasvualustan vesioloja ja saanut puuston kasvun elpymään. Kuvasta 15B havaitaan, että käytännön lannoitussuosituksista lähinnä olevat käsittelyt, Suometsien PK-lannos 400 kg/ha + urea 200 kg/ha (NPK) tai pelkkä Suometsien PK-lannos 400 kg/ha (PK), eivät ole suuresti lisänneet puuston kasvua. Ainoastaan "ylisuuri" annos, jossa annettiin runsaasti fosforia, mutta ennen kaikkea kaliumia, näyttää aiheuttaneen tuntuvamman kasvureaktion. Maksimi saavutetaan 3 - 4 vuoden kuluttua lannoituksesta ja vaikutus päättyy verraten nopeasti, jo 6 - 7 vuoden kuluttua lannoituksesta. Vuosina 1981 ja 1982 näyttää lannoitettujen metsiköiden kasvu painuvan lannoittamattomien metsiköiden kasvun alapuolelle.

Seuraavassa asetelmassa esitetään arvio lannoituksen aiheuttamasta puuston tilavuuskasvun kokonaislisäyksestä vuosina 1973 - 82 suursararämeen kohteilla. Pelkkä PK-lannoitus ei ole aiheuttanut reaktiota, normaali NPK-käsittely lievän kasvun parantumisen (7 %:n lisäys lannoittamattomaan verrattuna) ja "ylisuuri" annos kohtalaisen reaktion (19 %:n lisäys).

<u>Lannoituskäsittely</u>	<u>Kasvunlisäys (m³/ha/10 v)</u>
PK400	-2,0 - -2,3
PK600	0,8 - 0,9
PK200U100	2,8 - 3,2
PK400U200	2,8 - 3,2
PK800U300Ks200	7,6 - 8,6

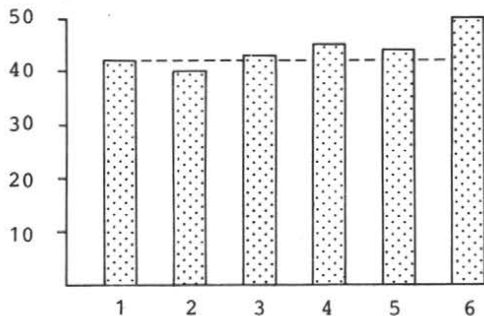
PK = Suometsien PK-lannos
 U = urea
 Ks = kalisuola

koepuiden
poikkileikkauksalan
kasvu, cm^2



- 1 — 0
 2 △ PK400
 3 ○ PK600
 4 ▲ PK200U100
 5 × PK400U200
 6 ● PK800U300Ks200

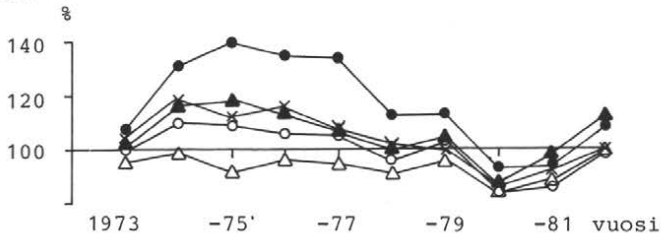
Summakasvu (cm^2)
1973 - 82



Kuva 15A. Puiden kasvu lannoituskäsittelyittäin suursararämeellä.

PK = Suometsien PK-lannos, Ks = kalisuola,
U = urea

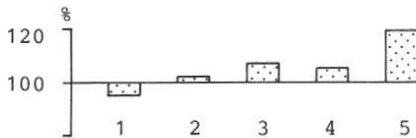
Suhteellinen kasvu



- | | | |
|---|-----|----------------|
| 1 | △—△ | PK400 |
| 2 | ○—○ | PK600 |
| 3 | ▲—▲ | PK200U100 |
| 4 | ×—× | PK400U200 |
| 5 | ●—● | PK800U300Ks200 |

Suhteellinen kasvu

1973 - 82



Kuva 15B. Lannoitetun puuston kasvu suhteessa lannoittamattomaan (lannoittamaton = 100) - Suursararäme.

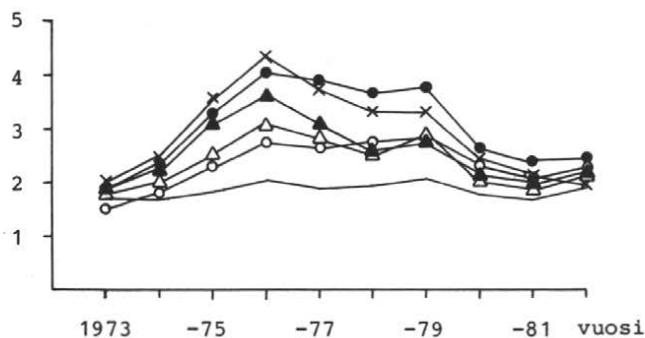
Saatu tulos tuntuu yllättävän vähäiseltä verrattaessa sitä aiempiin kokemuksiin. Kuitenkin on muistettava, että kohteissa ojituksen vaikutus on ollut rajua. Voimakkaasti elpyvän kasvun vaiheessa lannoituksen vaikutus ei ole pääsyt näkyviin, vaan se on peittyntynyt ojitusvaikutuksen alle. Toinen tekijä on kohteiden ohutturpeisuus: puuston juuret ovat saaneet monessa tapauksessa riittävästi fosforia ja kaliumia pohjamaasta. Kun pintaturve on viljavaa ja typen kierto vilkasta, lannoituksen tuomia lisäravinteita ei oteta käyttöön. Normaalisuositusta runsaasti suuremman lannoiteannoksen käyttö on kuitenkin lisännyt kasvua.

Todetusta negatiivisesta vaikutuksesta viimeisinä havaintovuosina on kokemuksia myös muista selvityksistä. Ilmiön selityksenä käytetään olettamusta, että lannoitus muuttaa puun sisäisiä kasvusuhteita niin, että runkopuun ja latvuksen kasvu kiihtyy juuriston kasvua enemmän. Kun lannoituksen vaikutus loppuu, puun on kehitettävä juuristoa, jotta jälleen löytyisi tasapaino maanpäällisen osan kanssa. Tänä aikana runkopuun kasvu heikkenee tilapäisesti muutamaksi vuodeksi.

22. Piensara- ja tupasvillarämeet

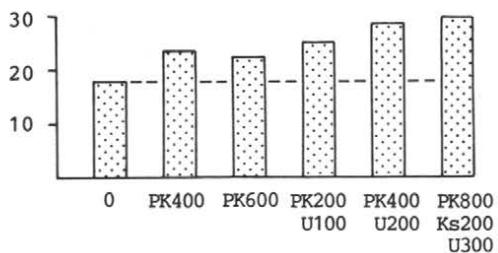
Piensaratason rämeet - mm. pallosararäme, lyhytkortinen räme, vaivaiskoivuräme - ovat Pohjois-Pohjanmaan oloissa toinen yleinen metsänparannuskohde. Puuston luontainen kasvu ylittää keskimäärin vain puoleen suursaratason rämeiden kasvusta ja elpyminen ojituksen jälkeen on samoin hitaampaa. Kuva 16A havainnollistaa puiden kasvun kehitystä Muhos-opeeraation piensarakohteilla. Lähtökasvu on selvästi alemmalla tasolla kuin suursaraisilla kohteilla ja muutenkin kasvun kehitys eroaa kuvan 15A esittämästä. Kasvussa ei viimeisinä vuosina näy niin selvää pudotusta - hitaamman kehityksen takia puustossa ei ole vielä harvennustarvetta.

Koepuiden
poikkileikkauksen
kasvu (cm^2)



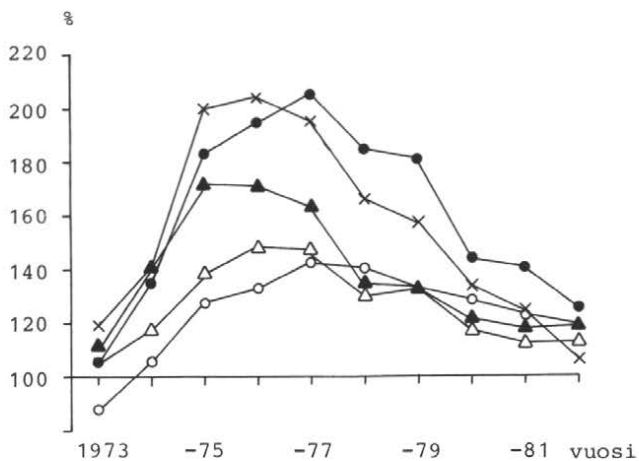
- 0
- △-△ PK400
- PK600
- ▲-▲ PK200U100
- ×-× PK400U200
- PK800Ks200U300

Summakasvu (cm^2)
1973 - 82



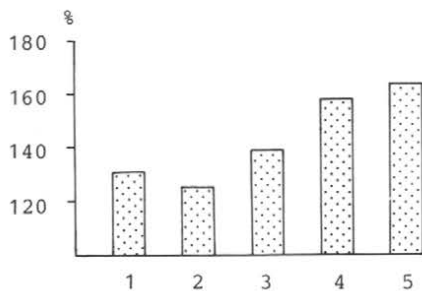
Kuva 16A. Puiden kasvu lannoituskäsittelyittäin piensara-
rämeellä.
PK = Suomensien PK-lannos, Ks = kalisuola,
U = urea

Suhteellinen kasvu



- 1 △—△ PK400
- 2 ○—○ PK600
- 3 ▲—▲ PK200U100
- 4 ×—× PK400U200
- 5 ●—● PK800U300Ks200

Suhteellinen kasvu
1973 - 82



Kuva 16B. Lannoitetun puuston kasvu suhteessa lannoittamattomaan (lannoittamaton = 100). Pienisaräme.

Kaikki lannoituskäsittelyt ovat lisänneet puuston kasvua voimakkaasti (kuva 16B). Eniten lisäkasvua (lähes 60 % 10 vuoden aikana) on saatu "ylisuurella" annoksella, mutta myös yleisen suosituksen mukainen NPK-lannoitus on vaikuttanut tuntuvasti (50 %:n kasvunlisäys). PK-käsittelyjenkin kasvunlisäys on n. 20 - 30 % 10 vuodessa. Lannoitusvaikutus on myös pitempi kuin suursararämeillä todettu. Vielä 9 vuotta lannoituksen jälkeen ilmeni eroja lannoittamattomaan puustoon verrattuna. Ylisuuren annoksen vaikutus näyttää jatkuneen pisimpään. Vaikutuksen maksimivaihe ajoittuu 3 - 4 vuoden päähän levityksestä l. samaan aikaan kuin suursararämeillä. Tilavuuskasvulisäykset eri lannoituskäsittelyillä ovat seuraavat:

<u>Lannoituskäsittely</u>	<u>Kasvunlisäys (m³/ha/10 v)</u>
PK400	6,2 - 7,8
PK600	5,0 - 6,3
PK200U100	7,8 - 9,8
PK400U200	11,6 - 14,5
PK800U300Ks200	12,2 - 15,3

Pelkkä PK-lannoitus on tuottanut puuta 5 - 8 m³/ha/10 v, NPK-lannoitus määrästä riippuen 8 - 14 m³/ha ja ylisuuri annos vastaavasti 12 - 15 m³/ha/10 v. Saatua tulosta voidaan pitää samansuuntaisena aiempien selvitysten kanssa siinä, että pelkkä PK-käsittely ohutturpeisella piensaratasoisella rämeellä ei riitä, vaan suurin lisäkasvu saavutetaan typpi-kalium-fosfori- eli NPK-lannoituksella. Turpeen suurista luontaisista typpivaroista huolimatta puiden käyttöön ei luontaisesti mobilisoidu riittävästi käyttökelpoista typpeä maksimikasvun saavuttamiseksi.

Edellä esitetystä nähdään kasvunlisäyksen jääneen turvemaa-kohteiden puustossa huomattavasti pienemmäksi kuin kangas- metsiköissä. Myöskin eroa suursararämeen ja piensararämeen reaktioiden välillä voidaan pitää yllättävän suurena.

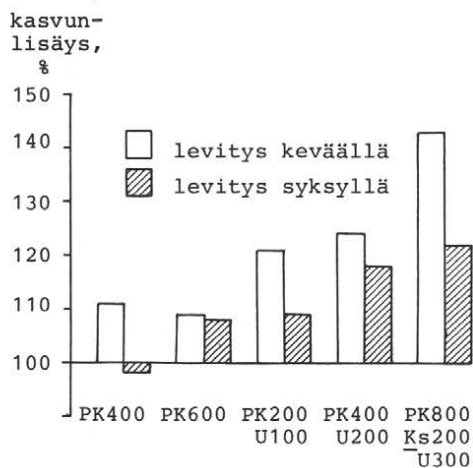
23. Kevät- ja syyslevityksen vertailua

Muhos-operaation koekentistä osa perustettiin keväällä, osa syksyllä. Näin kävi mahdolliseksi testata lannoitteiden levitysjankohdan vaikutusta kasvureaktioon.

Kevätlevitykset tehtiin molempina perustamisvuosina 1972 ja 1973 pääasiassa toukokuun aikana. Syksyllä levitysaika vaihteli syyskuusta joulukuulle, mutta pääosa kokeista on lannoitettu loka-marraskuun vaihteen tienoilla kuitenkin niin, että osa lannoitteista on levitetty lumelle, mikä lisää kalisuolan sisältämän kaliumin huuhtoutumisriskiä.

Kuva 17 esittää syys- ja kevätlevityksellä 8 vuodessa saatuja suhteellisia kasvunlisäyksiä lannoittamattomaan verrattuna. Kevätlevitys on yleensä tuottanut selvästi suuremman kasvunlisäyksen kuin syyslevitys.

Saatu tulos on mielenkiintoinen etenkin urean kohdalla. Toisin kuin monesti on havaittu, urean syyslevitys näyttää tässä koesarjassa tuottavan kevätlevitystä heikomman tuloksen. Kun tarkastellaan kevään (toukokuun 1972 ja 1973) sääoloja Muhoksen Koivikon säähavaintoaseman mittauksista, havaitaan, että kumpanakaan vuotena toukokuun sää ei aiheuttanut urean haihtumisvaaraa - ei ainakaan esiintynyt poikkeuksellisen kuivaa ja lämmintä kautta. Keskipäivän maksimilämpötilat eivät kohonneet juuri yli $+15^{\circ}\text{C}$:n. Toukokuun alkupuolisko oli verraten viileä (päivittäinen keskilämpötila $+1 - +9^{\circ}\text{C}$), ja kuun loppupuoliskolla satoi kohtalaisen runsaasti. Näin ollen urean hydrolyysi saattoi käynnistyä ja syntyvä ammoniumtyppi sitoutua "turvallisesti" turpeeseen, jolloin kevään reaktio urealla muodostui hyväksi.



Kuva 17. Lannoituksella kahdeksassa vuodessa saatu suhteellinen kasvunlisäys suokohteilla. Lannoittamaton on 100.

B. Lannoituksen kannattavuus

Saavutetut kasvunlisäykset olivat pohjana Muhos-operaation taloudelliselle tarkastelulle. Näkökulma selvityksessä on

yksityistaloudellinen ja laskelmat on tehty metsikkökohtaisesti, ts. niissä ei ole otettu huomioon lannoitustuloksen vaikutusta muihin omistajan metsälössä tehtäviin investointi- ja toimenpidepäätöksiin ja sitä kautta mahdollisesti saatavia välillisiä hyötyjä (esim. nuoren metsikön lannoituskustannusten välitöntä peittämistä päätehakkuuikäisen puuston myynnillä).

Seuraavassa tarkastelussa verrataan lannoituskustannuksia korkoineen saatuun lisäkasvuun ja sen realisoimiskelpoiseen arvoon. Myös investoinnin sisäistä korkoa käytetään taloudellisuuden mittarina. Sisäisellä korolla tarkoitetaan sitä suhteellista reaalista korkoa, joka kohonneiden päätehakkuu- tai harvennustulojen ansiosta saadaan sijoitetuille rahoille.

Taulukossa 1 esitetään sekä kangas- että suokohteille lannoituksen tuottama keskimääräinen kasvunlisäys metsä- tai suotyypeittäin ja se lisäpuumäärä, joka seuraavassa harvennuksessa tai varttuneiden metsiköiden päätehakkuussa olisi kyettävä poistamaan, jotta lannoituskustannus korkoineen saataisiin takaisin. Prolongauskorkona laskelmissa on käytetty 4 prosenttia. Edellytyksenä on, että ko. lisäpuumäärä voidaan realisoida välittömästi lannoitusvaikutuksen päättymisen jälkeen, ts. lisäkasvun rahaksi muuttamista ei tarvitse lykätä tulevaisuuteen, mikä heikentäisi kannattavuutta. Samasta taulukosta ilmenee kunkin käsittelyn tuottama sisäinen korko. Puun kantohinnat on määritetty hakkuuvuoden 1982/83 alkupuoliskolle Pohjois-Pohjanmaan piirimetsälautakunnan alueen yksityisluontoisten metsien raakapuun kantohintatilastosta ja lannoitekustannukset Kemira Oy:n ilmoittamista saman ajankohdan hintatiedoista. Laskelmissa on kangasmaiden metsiköissä oletettu kolme vaihtoehtoista tilannetta: hakkuupoistumasta on tukkia

- a) 10 % (harvennushakkuu)
- b) 50 % (väljennushakkuu)
- c) 80 % (päätehakkuu)

Turvemaiden kohdalla oletetaan, että suursararämeellä harvennuspoistumasta on tukkia 10 % ja piensararämeellä 5 %.

TAULUKKO 1. Lannoituksen aiheuttama kasvunlisäys 8 vuoden aikana, kuskannusten kattamiseksi tarvittava hakkuupoistuman lisäys ja investoinnin sisäinen korko. Rahoitus omin varoin.

KANGASMAAI

A = POISTUMAN TUUKKIPOISSUUS 10 %, ENSI HARVENNUSETSIKKO, HARVENNUSHAKKUU
 B = POISTUMAN TUUKKIPOISSUUS 50 %, VARTIUNUT KASVATUSMETSIKKO, VALJENNUSHAKKUU
 C = POISTUMAN TUUKKIPOISSUUS 80 %, VARTIUNUT KASVATUSMETSIKKO, PARTEIHAKKUU

	KUITVAIKKO (KUIVA) KANGAS, PÄNNIKKO			TUORE KANGAS, PÄNNIKKO			LEHTOMAINEN KANGAS, KUIUSIKKO			TUORE KANGAS, KUIUSIKKO		
	KASVUN-LISÄYS, M ³ /HA/8 V	SISÄINEN KORKO, %	POISTUMAN LISÄYS, M ³	KASVUN-LISÄYS, M ³ /HA/8 V	SISÄINEN KORKO, %	POISTUMAN LISÄYS, M ³	KASVUN-LISÄYS, M ³ /HA/8 V	SISÄINEN KORKO, %	POISTUMAN LISÄYS, M ³	KASVUN-LISÄYS, M ³ /HA/8 V	SISÄINEN KORKO, %	POISTUMAN LISÄYS, M ³
A.												
Os600	15,0	14,0	+ 4,9	16,3	14,0	+ 6,0	5,5	14,3	- 7,7	8,0	14,3	- 3,3
Os800	13,8	18,6	+ 0,2	24,2	18,6	+ 7,5	6,5	19,1	- 9,1	11,0	19,1	- 2,9
U400		12,3	- 1,8	20,0	12,3	+10,5	5,0	12,7	- 7,4	7,5	12,7	- 2,6
Os600 RF200	12,2	17,4	- 0,5	18,2	17,4	+ 4,6	4,5	17,9	-12,5	9,0	17,9	- 4,5
Os800 RF200	17,8	22,0	+ 1,3	29,2	22,0	+ 7,7	5,5	22,6	-12,8	9,5	22,6	- 6,7
B.												
Os600	15,0	10,1	+ 9,3	16,3	10,1	+10,5	5,5	11,6	- 5,3	8,0	11,6	- 0,8
Os800	13,8	13,4	+ 4,4	24,2	13,4	+12,0	6,5	15,5	- 6,7	11,0	15,5	- 0,4
U400		8,9	+ 2,4	20,0	8,9	+15,1	5,0	10,3	- 4,9	7,5	10,3	0,0
Os600 RF200	12,2	12,5	+ 3,7	18,2	12,5	+ 9,0	4,5	14,5	-10,1	9,0	14,5	- 2,0
Os800 RF200	17,8	15,8	+ 5,5	29,2	15,8	+12,3	5,5	18,3	-10,5	9,5	18,3	- 4,2
C.												
Os600	15,0	8,3	+12,0	16,3	8,3	+13,2	5,5	10,2	- 3,7	8,0	10,2	+ 0,9
Os800	13,8	11,1	+ 6,9	24,2	11,1	+14,7	6,5	13,6	- 5,1	11,0	13,6	+ 1,3
U400		7,3	+ 4,8	20,0	7,3	+17,9	5,0	9,0	- 3,3	7,5	9,0	+ 1,7
Os600 RF200	12,2	10,3	+ 6,2	18,2	10,3	+11,6	4,5	12,7	- 8,6	9,0	12,7	- 0,4
Os800 RF200	17,8	13,1	+ 8,1	29,2	13,1	+15,0	5,5	16,1	- 9,0	9,5	16,1	- 2,6

LURVEMAAI

	PTEENSARARRE, PÄNNIKKO			SUURSARARRE, PÄNNIKKO		
	KASVUN-LISÄYS, M ³ /HA/8 V	SISÄINEN KORKO, %	POISTUMAN LISÄYS, M ³	KASVUN-LISÄYS, M ³ /HA/8 V	SISÄINEN KORKO, %	POISTUMAN LISÄYS, M ³
PK400	6,5	8,5	+ 0,6	- 1,0	8,0	-
PK600	6,5	12,6	- 4,3	1,0	12,1	-23,8
PK200 U100	9,0	7,5	+ 6,5	3,1	7,1	- 6,2
PK400 U200	14,2	14,9	- 3,4	3,1	14,2	-14,0
PK300 U500	14,2	31,8	- 6,0	8,9	30,3	-10,8

Taulukosta 1 nähdään lannoituksella saadun kangasmaiden männiköissä yleensä reilusti positiivisia sisäisiä korkoprosentteja. Tuoreen kankaan männikön lannoitus näyttää huomattavasti kannattavammalta kuin kuivahkon (kuivan) kankaan männikön lannoitus. Tosin vertailua vaikeuttaa se, että kuivahkon kankaan männikkökohteet ovat yleensä päätehakkuihin lähenteleviä, kun tuoreen kankaan männiköt edustavat yleensä kasvatusikäisiä puustoja. Näin ollen tuoreilla kankailla ravinteiden käyttö on runsaimmillaan ja kasvunlisäyksetkin osittain ehkä siitä syystä suurempia kuin kuivahkojen kankaiden vanhoissa puustoissa.

Tuoreen ja etenkin lehtomaisen kankaan kuusikon lannoitus näyttää tuottavan heikon taloudellisen tuloksen. Syynä tähän on vähäisen kasvunlisäyksen ohella kuusitukin alhainen kantohinta mäntytukkiin verrattuna. Kuusikkokohteiden vähyyden vuoksi ei esitettyjä lukuja kuitenkaan voi pitää kovin yleistettävänä.

Varttuneen päätehakkuihkoisen puuston lannoitus havaitaan taloudellisimmaksi. Fosforilannoituksen käyttö - vaikkakin se tuoreella kankaalla paransikin puuston kasvua - ei ole lisännyt kannattavuutta pelkkään typpilannoitukseen verrattuna. Urea on tuoreen kankaan männikössä lievästi edullisempi kuin ousalpietari, kuivahkoilla kankailla tilanne on päinvastainen. Samalla tavoin suhtautuvat toisiinsa ousalpietarin eri käyttötasot: tuoreella kankaalla on suurempi määrä (800 kg/ha) edullisempi, kuivahkoilla kankailla taas pienempi määrä (600 kg/ha). Kangasmaiden osalta saadut kannattavuusarviot vahvistavat aiempia käsityksiä lannoituksen edullisuudesta.

Turvemailla taloudellinen tulos em. tavalla laskettuna jää heikommaksi, joskin piensararämeellä käytännön PK- ja NPK-lannoituskäsittelyt tuottavatkin +0,6 ja +3,4 % suuruisen sisäisen koron. Suursararämeillä kannattavuus on pienestä lisäkasvusta ja poistuman kuitupuuvallaisuudesta johtuen heikko ja sisäinen korko reilusti negatiivinen. Ylisuuren

lannoiteannoksen käyttö ei kannata, vaikka se lisääkin eniten kasvua.

Edellä esitetyt laskelmat on tehty olettaen, että maanomistaja rahoittaa lannoituksen itse. Mikäli maanomistaja käyttää hyväkseen metsänparannuslain suomia tukimuotoja, muuttuu tilanne toiseksi. Muhos-operaation kangasmaakohteiden kaltaisten metsiköiden lannoittamiseen on mahdollisuus saada laina- ja avustusrahoitusta kasvatuslannoituksen ehdoin, turvemaakohteille puolestaan peruslannoitusehdoin.

Taulukossa 2 esitetään kangas- ja turvemaakohteille lasketut sisäiset korot, kun maanomistaja kattaa kaikki lannoituskustannukset metsänparannuslainalla. Lannoituskustannusten nykyarvon määrittämisessä on otettu huomioon oletettu 7 %:n inflaation vaikutus rahanarvoon, ja tulevaisuudessa maksuun tulevat lainaerät on diskontattu 4 %:n korkokantaa käyttäen nykyhetkeen.

Taulukosta 2 havaitaan kangasmaakohteiden lannoituksen sisäisen koron kohonneen 3 - 4 %-yksikköä, kun metsänomistaja siirtyy omarahoituksesta lainan käyttöön. Turvemaakohteilla siirtyminen lainan hyväksikäyttöön kohottaa sisäistä korkoa huomattavasti enemmän johtuen peruslannoituksen edullisemmista rahoitusehdoista. Suurimman korkoprosentin tuottaa piensararämeen NPK-lannoitus pienehköllä lannoitemäärällä. (+ 30%). Myös suursararämeen lannoituksen sisäinen korko kohoaa tällä tavoin laskettuna yhtä käsittelyä lukuunottamatta positiiviseksi.

Muhos-operaatiota perustettaessa elettiin vielä öljykriisiä edeltävää aikaa. Lannoitteiden hinnat olivat alhaiset nykypäivään verrattuna. Puun hintakehitys puolestaan oli suotuisa lannoituksen jälkeisinä vuosina. Kun operaatioon osallistuneet isännät käyttivät hyväkseen sen aikaisia suhdannevaroja ja saivat osan lannoitteistakin ilmaiseksi, voidaan sanoa, että useimmassa tapauksessa lannoitukseen uhratut varat on saatu takaisin.

TAULUKKO 2. Lannoitusinvestoinnille 8 vuodessa saatu sisäinen korko käytettäessä metsänparannuslainaa.

KANGASMAAT	LANNOITUSKÄSITTELY				
	Os600	Os800	U400	Os600 Rf200	Os800 Rf200
- kasvatuslannoitus					
<u>Kuivahko (kuiva) kangasmännikkö</u>					
- harvennuspoistumasta 10% tukkia	+7,8	+2,9	+0,9	+2,2	+4,1
" " 50% "	+12,4	+7,3	+5,2	+6,6	+8,4
" " 80% "	+15,1	+9,9	+7,7	+9,1	+11,1
<u>Tuore kangas, männikkö</u>					
- harvennuspoistumasta 10% tukkia	+9,0	+10,4	+13,5	+7,5	+10,7
" " 50% "	+13,5	+15,1	+18,3	+12,0	+15,4
" " 80% "	+16,3	+17,9	+21,2	+14,7	+18,1
<u>Lehtomainen kangas, kuusikko</u>					
- harvennuspoistumasta 10% tukkia	-5,2	-6,6	-4,8	-10,0	-10,5
" " 50% "	-2,7	-4,1	-2,3	-7,6	-8,1
" " 80% "	-1,1	-2,5	-0,7	-6,1	-6,5
<u>TURVEMAAT</u>					
-peruslannoitus	PK400	PK600	PK200 U100	PK400 U200	PK800 U300 Ks200
<u>Piensasarjame, männikkö</u>					
- harvennuspoistumasta 5% tukkia	+21,8	+15,8	+30,0	+25,1	+13,8
<u>Suursarjame, männikkö</u>					
- harvennuspoistumasta 10% tukkia	-	-7,8	+13,6	+4,1	+8,0

PÄÄTELMÄT

Muhos-metsänlannoitusoperaatiossa on pyritty selvittämään lannoituksen vaikutusta puuston kasvuun Muhoksen yksityis-metsissä sekä kangas- että ojitetuilla turvemilla. Myös lannoituksen ekonomiaan on kiinnitetty huomiota. Sisällään esitettyjä sisäisen koron prosenttilukuja on pidettävä vain suuntaa-antavina eikä absoluuttisen kannattavuuden mittareina, sillä laskelmat ovat yksinkertaistettuja eivätkä ota huomioon esim. korkokulujen vähennysoikeutta verotuksessa tai puuston järeytymisestä koituvaa hyötyä. Ne eivät myöskään sisällä arvioita lannoituksen mahdollisista haittavaikutuksista, joita paikoitellen näkyi yliannostuksen seurauksena (puuston kasvu-häiriöt soilla). Samoin lannoituksen mahdollinen vaikutus puun laatuun on jäänyt huomiotta. Lannoituskäsittelyjen välinen edullisuusjärjestys niistä kuitenkin käy ilmi.

Tulokset osoittavat lannoituksen lisänneen puuston kasvua kivennäismailla enemmän kuin turvemilla. Etenkin varttuneen kangasmaamännikön lannoituksen on todettu olleen verraten kannattavaa ilman metsänparannusrahoitustakin tehtynä. Sen sijaan viljavan kangasmaakuusikon lannoitusreaktio ja siten myös lannoituksen taloudellinen tulos jäi heikohkoksi.

Typen ohella myös fosfori lisäsi puuston kasvua varsinkin tuoreen kankaan männiköissä. Käytetyn typpimäärän kohotessa fosforin merkitys näytti korostuvan. Typpilannoitteista urean vaikutus jäi vähäisemmäksi kuin oulunsalpietarin. Tuoreella kankaalla (sekä männiköissä että kuusikoissa) urealla kuitenkin saatiin lähes yhtä suuri kasvunlisäys kuin oulunsalpietarilla ja urean edullisemmasta hinnasta johtuen se osoittautuikin tuoreella kankaalla taloudellisesti edullisimmaksi.

Lannoituksella saatu kasvunlisäys jäi vähäiseksi rehevillä ohutturpeisilla suursararämeillä. Tällaisilla kohteilla ravinteiden luontainen kierto turpeessa on vilkasta ja usein riittävän tehokasta tyydyttämään puitten ravinnetarpeen - ainakin ensimmäisinä ojituksen jälkeisinä vuosikymmeninä. Huomatavasti parempi kasvunlisäys saatiinkin ravinteisuudeltaan keskinkertaisilla ja hieman keskinkertaista heikommilla kohteilla, joilla pintaturve ei ollut kovin maatonutta ja joilla

pohjamaan läheisyys vielä lisäsi puuston typen tarvetta. Soilta saatuja tuloksia voikin varmimmin yleistää juuri ohut-
turpeisille alueille, sillä aineisto koostui suurelta osin
kohteista, joilla turpeen paksuus oli alle 40 cm.

Ojitettujen turvemaiden vertailussa ei ole otettu huomi-
oon ojitukseen sidottua pääomaa. Ojituksen toteuttaminen
on kuitenkin perusedellytys hyvälle lannoitusreaktiolle.
Ojituksen ja lannoituksen yhteiskannattavuus osoittautui-
sikin erilaiseksi kuin pelkän lannoituksen kannattavuus.
Niinpä suursararämeen ja piensararämeen välinen ero saat-
taisi kääntyä päinvastaiseksi johtuen ojituksen voimak-
kaammasta vaikutuksesta suursararämeellä. Näyttää siltä,
että ojituskohteina suursararämeet ovat selvästi piensa-
ratason rämeitä parempia.

Muhoksen suometsille tyypillistä on taimistojen ja nuor-
ten kasvatusmetsiköiden runsaus. Varttuneita tukkipuuvai-
heen metsiköitä, joissa lannoitus todella kannattaisi, ei
ojitetuilta turvemailta vielä paljoakaan löydy. Samantyypp-
pinen on tilanne muuallakin Pohjois-Pohjanmaalla: suurin
osa ojitusalueista on muuttumavaiheessa ja puusto ensihar-
vennusikäistä.

Vaikka suometsiköiden lannoitukselle saatiinkin peruslan-
noitusehdoilla laskien varsin korkeita kannattavuuslukuja,
tulee soitten laajamittaiseen lannoitukseen suhtautua harki-
ten juuri metsiköiden nuoren iän takia. Ojitusalueilla on
yleensä muita vaihtoehtoisia metsänparannuksen työmuotoja,
joiden toteuttaminen saattaa pitkällä aikavälillä lisätä
puuston kasvatuksen taloudellista tulosta enemmän kuin lan-
noitus. Varsinkin harvennushakkuut ja vanhemmilla ojitus-
alueilla ojastojen kunnostustyöt - perkaus ja täydennys -
ovat monesti jo ajankohtaisia. Puuston hakkuun tarvetta
ilmeni tämänkin aineiston rehevillä turvemaakohteilla.

Lannoituksella saadun tilavuuskasvun lisäyksen suuruuden perusteella Muhos-operaation kohteet voidaan lopuksi ryhmitellä "paremmuusjärjestykseen":

1. Tuoreen kankaan männiköt
2. Kuivahkon (kuivan) kankaan männiköt
3. Piensararämeen männiköt
4. Tuoreen kankaan kuusikot
5. Lehtomaisen kankaan kuusikot
6. Suursararämeen männiköt

Järjestys säilyy jotakuinkin samana, kun kohteet ryhmitellään omarahoituksena tehdyn lannoituksen tuottaman sisäisen koron mukaan. Kangasmaiden lannoitus osoittautuu yleensä turve-
maiden lannoitusta edullisemmaksi, männiköiden lannoitus taas kuusikoiden lannoitusta edullisemmaksi.

LIITE 1. Luettelo Muhos-operaation lannoituskohteista

Kokeen numero	Kangas- koe	Suo- koe	Perustamis- aika	Mittaus- vuosi	Maanomistaja	Kokeen numero	Kangas- koe	Suo- koe	Perustamis- aika	Mittaus- vuosi	Maanomistaja
52	x		19.05.-72	1981	Aitta Tauno	42A	x		18.05.-72	1983	Keränen Martti
94		x	29.05.-73		"	42B	x		19.05.-72	1983	"
32	x		12.05.-72	1983	Aittakumpu Urpo	92		x	05.11.-73	1982	Keränen Olavi
1A	x		09.05.-72		Arola Paavo	22	x		27.06.-72		Kesäniemi Martti
1B	x		09.05.-72		"	55	x		01.06.-72		Kinnunen Kaarlo
65	x		26.05.-72	1976	Grip Juhani	108		x	13.12.-73		"
79		x	13.04.-73	1982	"	109		x	14.12.-73	1982	"
10	x		25.05.-72		Grönstrand Eino	62	x		25.05.-72	1982	Kinnunen Kalle
67		x	06.11.-72	1982	Haapaalo Väinö	54	x		30.05.-72		Kinnunen Niilo
13	x		05.05.-72	1977	Heikkilä Emil	107		x	17.12.-73		"
2	x		10.05.-72		Heimonen Väinö	84		x	18.12.-73	1982	Kivimäki Raili
68A		x	02.11.-72	1982	Hiltunen Ilmari	97	x		30.05.-73	1983	Kiviniemi Reijo
68B		x	02.11.-72		"	37	x		02.06.-72	1983	Koistila Matti
122		x	28.04.-73	1981	"	98	x		23.05.-73	1977	"
123	x		28.04.-73		"	35	x		13.05.-72		Kontu Niilo
126	x		10.05.-73		Hiltunen Teuvo	125	x		29.06.-72		Korpela Kaarlo
27	x		16.05.-72		Holappa Aarne	120	x		18.05.-73		Korpikallio Kalevi
47	x		30.05.-72		Honkanen Jaakko	59	x		23.02.-73	1977	Korva Martti
3	x		08.05.-72		Huovinen Veli	74		x	26.05.-72		Koukkari Voitto
51	x		25.05.-72		Hyrkäs Jaakko	66		x	01.03.-72		Kukkohovi August
82		x	19.05.-73	1982	Jurvakainen Kalle	73		x	30.05.-72	1977, -82	Kukkohovi Essi
83		x	09.05.-73	1982	Jurvakainen Väinö	76		x	27.02.-72	1981	Kukkohovi Leevi
11	x		05.05.-72	1977	Kaarnakari Martti	72		x	27.02.-72	1982	"
					(nyk. Pertti Lausmaa)				28.02.-72	1977	Kukkohovi Pentti
38	x		03.10.-72	1976	Kaiponen Inkeri	77		x	28.02.-73		Kukkonen Paavo
44	x		17.05.-72	1982	Kaiponen Martti	93		x	24.05.-73		Kukkonen Sakari
45	x		18.05.-72	1977	"	15		x	06.11.-72	1976	Kylmänen Ilmari
124		x	22.05.-73	1982	"	75		x	09.05.-72	1982	"
60	x		04.10.-72	1982	Kaiponen Veikko	17		x	01.11.-72		Kylmänen Niilo
71		x	26.02.-72	1977, -82	Karjalainen Sulo	113		x	24.05.-73	1983	Kylmänen Olavi
101		x	12.12.-73	1977	Karppinen Ahti	127		x	01.06.-73	1983	"
39	x		18.05.-72		Karppinen Olavi	114	x		19.04.-74	1976	Laitinen Uno
64	x		02.10.-72	1983	Karppinen Pentti	119		x	21.05.-73		Laukka Laura
100	x		15.05.-72	1982	Kassinen Arvi	121		x	23.02.-73	1977	Leinonen Eino
112	x		17.05.-73		Kassinen Iikka	95	x		17.05.-73	1982	Leskelä Anja
19	x		15.05.-72		Kaveri Tauno						

Kokeen numero	Kangas- koe	Suo- koe	Perustamis- aika	Mittaus- vuosi	Maanomistaja	Kokeen numero	Kangas- koe	Suo- koe	Perustamis- aika	Mittaus- vuosi	Maanomistaja
34	x	x	13.05.-72	1977, -82	Leskele Heikki	28	x	x	19.05.-72	1983	Salmi Heikki
20	x	x	28.06.-72		Lohela Heikki	41	x		23.05.-72		Saranki Esko
12	x	x	12.05.-72	1977	Lohela Reino	58	x		24.05.-72		Similä Eero
91	x	x	01.06.-73	1982	"	103	x		11.05.-73	1978	"
14	x	x	03.10.-72	1982	Lomu Pekka	115		x	17.04.-73		Similä Yrjö
102	x	x	10.05.-73		Lukka Martti	90	x		16.05.-73		Tiinenen Toivo
16	x	x	2.-06.-72		Lusikkakoski Kaarlo	5	x		12.05.-72		Tikkainen Yrjö
53	x	x	23.05.-72		Manelius Kaarlo	57	x		31.05.-72		Tjäder Toivo
118	x	x	19.04.-73	1981	Miettinen Jussi	87	x	x	11.12.-73	1982	Tomperi Veikko
63	x	x	25.05.-72	1982	Mylyaho Eino	129		x	30.05.-74		Tuomikoski Nillo
117	x	x	21.05.-73		Mäkelä Osmo	48	x	x	30.10.-72	1982	Tyynele Kaarlo
106	x	x	08.05.-73	1983	Mäkelä Tarmo	49	x	x	30.10.-72	1982	Tyynele Olavi
105	x	x	08.05.-73	1983	Männikkö Reino	9	x	x	16.05.-72	1977	Törmänen Reijo
36	x	x	23.05.-72		Mättä Vilho	80		x	11.05.-73	1982	Ukkola Eino
30	x	x	01.11.-72	1977	Ojala Olavi	110	x		14.05.-73		Ukkola Martta
21	x	x	08.05.-72		Onatsu Santeri	111	x		14.05.-73	1983	Ukkola Matti
4	x	x	08.05.-72		Parviainen Reino	96	x		30.05.-73	1976	Vasala Urho
23	x	x	16.05.-72		"	43	x		17.05.-72	1983	Veikkolainen Johannes
24	x	x	26.06.-72		"	86		x	23.05.-73		Virtala Risto
40A	x	x	18.05.-72		Parviainen Väinö	8		x	03.11.-72		Vimpuri Tauno & Juuso
40B	x	x	17.05.-72		"	70		x	26.02.-73	1977	Väsänen Veikko
33	x	x	10.05.-72	1983	Pikkuaho Teuvo	31	x		13.05.-72	1983	Väänänen Paavo
56	x	x	31.05.-72		Pirilä Kalevi	104	x		31.05.-73		Yrjänä Kauko
88	x	x	12.12.-73	1982	Pitkähö Martti	104	x				
61	x	x	02.06.-72		Pitkähö Helli	133					
7	x	x	31.10.-72	1982	Pohjola Erkki					74	
6	x	x	30.10.-72	1977	Pohjola Kaarlo						
46	x	x	30.05.-72		Pohjola Veikko						
89	x	x	02.10.-73	1981	"						
100	x	x	22.05.-73	1982	Poutainen Pentti						
128	x	x	11.04.-74		Puhakka Väinö						
81	x	x	07.05.-73		Puupponen Paavo						
116	x	x	16.05.-73		Rahko Janne						
29	x	x	15.05.-72	1978	Rahko Kalevi						
50	x	x	24.05.-72	1983	Rantanen Yrjö						
26	x	x	16.05.-72		Roininen Jaakko						
85	x	x	25.05.-73	1981	Räsänen Pauli						
78	x	x	25.05.-73	1982	Saastamoinen Helga						
99	x	x	31.05.-73	1977	"						
						Yht.	133	77		56	

LIITE 2.

Yleistietoja tutkittujen kangasmetsiköiden puustosta lannoitusajankohtana ja 11-12 kasvukautta lannoitusajankohdasta

Metsikkö Kehitysluokka Puulaji Kasvupaikkatyyppi Lannoitus	TUTKITUT METSIKÖT lukumäärä kpl (nume- rot)	IKK LANNOITUS- AJANKOHTANA v	VALTA PITUUS m	POHJA- PINTA- ALA m ² /ha	TILA- VUUS m ³ /ha	TUKKI- OSUUS %	TILAVUUS- KASVU m ³ /ha/v
1. UUDISTUSMETSIKÖT							
11. Männiköt							
111. Tuore kangas	1 (44)	115					
Lannoittamaton							
-Lannoitusajankohtana			18,1	20,1	164	80	4,0
-12 kasvukautta lannoitusajankohdasta			19,8	23,4	207	85	3,5
Lannoitettu							
-Lannoitusajankohtana			17,0	18,5	141	67	3,7
-12 kasvukautta lannoitusajankohdasta			19,0	24,1	206	77	5,0
112. Kuivahko kangas	4 (37,43,64,97)	115					
Lannoittamaton							
-Lannoitusajankohtana			16,8	12,5	97	68	2,4
-11-12 kasvukautta lannoitusajankohdasta			18,4	16,2	137	80	3,4
Lannoitettu							
-Lannoitusajankohtana			17,8	15,8	123	67	3,1
-11-12 kasvukautta lannoitusajankohdasta			19,4	20,6	177	81	4,1
12. Kuusikot							
211. Tuore kangas	2 (42 A-B)	105					
Lannoittamaton							
-Lannoitusajankohtana			-	19,9	-	-	4,9
-12 kasvukautta lannoitusajankohdasta			18,4	29,6	236	52	4,5
Lannoitettu							
-Lannoitusajankohtana			-	19,1	-	-	4,7
-12 kasvukautta lannoitusajankohdasta			20,0	29,1	240	66	5,2
2. KASVATUSMETSIKÖT							
21. Männiköt							
211. Tuore kangas	4 (32,33,62,106)	50					
Lannoittamaton							
-Lannoitusajankohtana			10,4	15,3	80	14	5,3
-11-12 kasvukautta lannoitusajankohdasta			14,4	24,4	162	27	6,8
Lannoitettu							
-Lannoitusajankohtana			11,4	14,8	81	19	5,1
-11-12 kasvukautta lannoitusajankohdasta			14,4	26,0	178	37	7,8
212. Kuivahko kangas	3 (14,28,111)	95					
Lannoittamaton							
-Lannoitusajankohtana			-	15,3	-	-	2,5
-11 kasvukautta lannoitusajankohdasta			16,2	18,2	138	54	2,3
Lannoitettu							
-Lannoitusajankohtana			-	17,9	-	-	3,0
-11 kasvukautta lannoitusajankohdasta			17,3	22,2	172	58	3,5
213. Kuiva kangas	1 (50)	120					
Lannoittamaton							
-Lannoitusajankohtana			13,2	11,8	70	28	1,9
-12 kasvukautta lannoitusajankohdasta			14,3	14,8	96	38	2,0
Lannoitettu							
-Lannoitusajankohtana			13,7	11,4	70	29	2,0
-12 kasvukautta lannoitusajankohdasta			15,5	16,2	112	44	2,9

LIITE 2 jatkoa

22. Kuusikot								
221. Lehtomainen kangas	2 (113,127)	80						
Lannoittamaton								
-Lannoitusajankohtana			-	21,4	-	-		5,2
-11 kasvukautta lannoitus-								
ajankohdasta		19,9		27,8	242	64		5,6
Lannoitettu								
-Lannoitusajankohtana			-	21,0	-	-		5,0
-11 kasvukautta lannoitus-								
ajankohdasta		20,2		27,8	232	67		5,2
23. Havusekametsiköt								
231. Tuore kangas	2 (31,105)	85						
Lannoittamaton								
-Lannoitusajankohtana			-	17,8	-	-		3,6
-11-12 kasvukautta lannoitus-								
ajankohdasta		16,7		21,9	164	64		3,4
Lannoitettu								
-Lannoitusajankohtana			-	18,1	-	-		3,5
-11-12 kasvukautta lannoitus-								
ajankohdasta		18,6		23,8	192	72		4,1

LIITE 3. Suokokeiden puustotunnukset vuonna 1982

	Turpeen paksuus, cm	Puulaji suhteet,% mä ku ko	Rinnan korkeus- lämpimitta, cm	Pohja pinta-ala, m ² /ha	Valta pituus, m	Tilavuus, m ³ /ha	Ikä, v
Suursararä- meet	30	80 6 14	12,7	18,1	12,5	98	45
Piensararä- meet	35	85 10 5	11,1	12,1	9,6	70	60

Kasvata rahapuusi omilla ehdoillasi.



Pyydä Säästöpankilta ehdotus myös metsärahojesi sijoittamiseksi tuottavasti ja turvallisesti.

Säästöpankit rahoittavat merkittävästi Sinun etujasi yksityisenä metsänomistajana.

Yksi tärkeimmistä Sinulle on se, että Sinulla on varaa valita edullinen myyntiaika ja ehdot. Ilman käteispuutteen ajolähtöä.

Tätä varten on Säästöpankissa mm.

Metsäkaupan Pikaluotto ja Kotitilan kausiluotto.

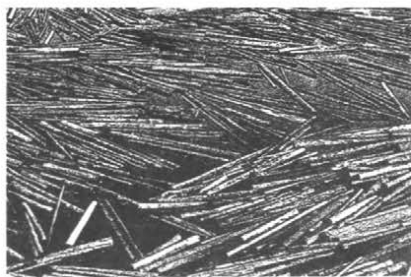
Joka kerta kun teet puukaupan, voit itse päättää, haluatko näiden etujesi jatkuvan ja varmistuvan.

Kun määrääät metsärahasi Säästöpankkiin, kasvatat omia ja pankkisi mahdollisuuksia ajaa Sinun ja metsäsi etuja.



**POHJOIS-POHJANMAAN
SÄÄSTÖPANKIT**

Metsät ovat Suomen sampo.



Siksi niitä on lannoitettava.

Suomen metsät ovat kansallinen aarteemme.

Metsät turvaavat vientimme. Ne hankkivat meille välttämätöntä valuuttaa, ulkomaankauppamme ostovoimaa.

Suomen metsät antavat meille työtä. Välttömästi kaikille metsureille, metsäalan ammattimiehille, saha-, puutavara- ja paperiteollisuuden parissa työskenteleville kansalaisillemme.

Metsästä ovat riippuvaisia myös rakentajat, puusepät, kirjapainojen naiset ja miehet, kuljetusalan ammattilaiset maalla ja merellä.

Jokainen meistä käyttää metsän antimia jatkuvasti. Jopa vaatteisimme antaa kuidun puu.

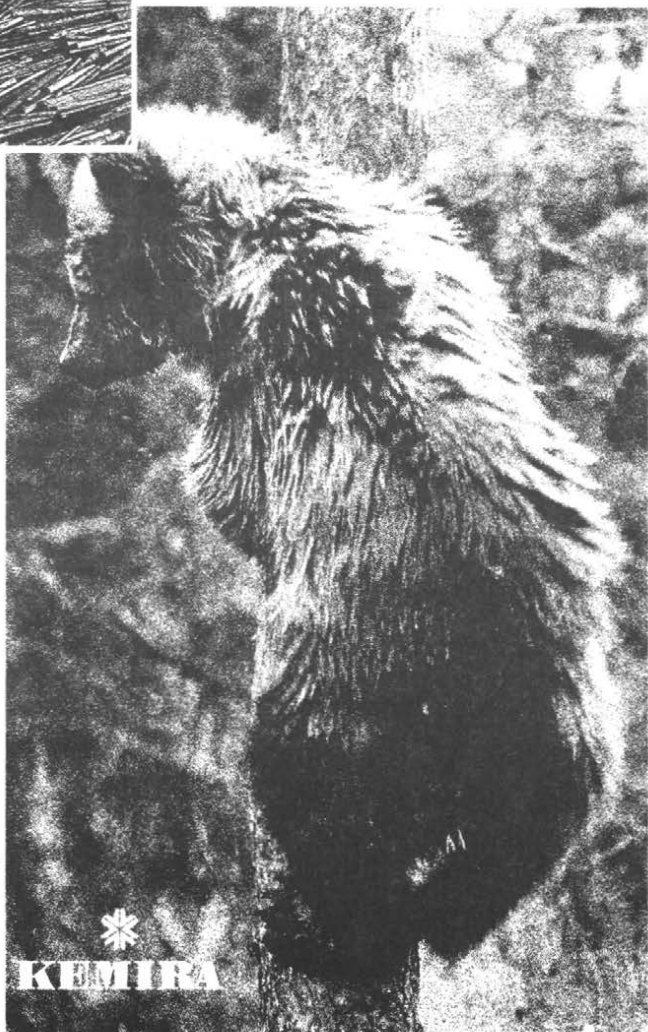
Lannoitettu metsä tuottaa enemmän puuta.

Metsää on hoidettava ja määräjoihin ravittava, sillä oman onnensa nojaan jätettynä se on ennen pitkää hunningolla.

Lannoitus lisää - paitsi hyvälaatuisen puun kasvua - myös metsäeläinten elinmahdollisuuksia: ravintoa ja suojaa rehevässä aluskasvillisuudessa.

Metsät ovat myös Suomen keuhkot. Suuri vihreä vyöhyke Pohjolan puhtaassa ilmastossa. Paikka, jonne suomalainen on aina mennyt saamaan elinvoimaa.

Lannoitettu metsä voi hyvin.



**KEMIRA**

Kaikki hyöty metsärahoistasi.



Säästöpankin
metsäyhteys-
henkilöltä
saat tarvit-
tavat tiedot

Helpoimmalla pääset ja parhaan palvelun saat metsäasioillesi, kun sovit Säästöpankkisi metsäyhteys henkilön kanssa täysihoidosta eli teet Metsäasiakassopimuksen. Silloin erikoiskoulutettu asiantuntija ottaa valvoakseen sekä juoksevat asiasi että taloudelliset etusi. Jo sijoitusneuvonta saattaa säästää Sinulle tuhansia puhtaita lisämarkkoja isoissa kaupoissa.



Kysy Metsäobligatioita ja
Metsädeponentuureja -
saat varman
korkean koron!

**UUSI
ETU**



**POHJOIS-POHJANMAAN
SÄÄSTÖPANKIT**

Metsäpankki Sinua lähellä

