

ERI AJANKOHTINA ANNETUN NPK-LANNOITUKSEN AIHEUTTAMISTA REAKTIOISTA RÄMEEN MÄNNYNTAIMISTOISSA

Edullisena lannoitteiden levitysjankohd- tana on pidetty kasvukauden alkuosaa tou- kokuusta kesäkuun loppuun. Suorittamalla ravinteiden lisäys tähän puiden elintoimin- tojen aktiivisimpaan aikaan on haluttu varmistua siitä, että mahdollisimman suuri osa koituisi puuston hyväksi. Metsien lan- noittaminen tulee saavuttamaan yhä suu- remman laajuuden ja tällöin konekapasi- teetin ja työvoiman pidemmälle jaksolle jakaantunut käyttö olisi omiaan alenta- maan kustannuksia. Kun kangasmaiden tärkein lannoite, typpi, on kallis sekä hel- posti huuhtoutuva ja täten vaikutusajaltaan lyhyt, onkin kivennäismaiden osalta suori- tettu useita levitysjankohtaa koskevia tut- kimuksia.

Ruotsalaisessa SCA:n kokeessa (*Johans- son—Åhgren*, 1966) suoritettiin lannoituk- set nuorena männynmäntimistöissä suomalais- ta VT:tä vastaavalla kasvualustalla kuu- kausittain. Tulokset osoittavat, että lannoit- usvaikutus on saavutettu, suoritettiinpa lannoitus milloin tahansa. Kuitenkin sulan maan aikaan on saavutettu selvästi parempi tulos kuin lumelle levitettynä. Kesä- kausi toukokuusta syyskuuhun muodostui tasaiseksi, mutta erityisesti kannattaa mai- nita loka—marraskuun kohoaminen tulok- siltaan parhaimmaksi jaksoksi, vaikkakin erot kaikenkaikkiaan olivat vähäisiä.

Suomalaisissa *Viron* kokeissa (1965) lannoitukset jaettiin aikaisiin ja myöhäis- siin. Edelliset oli suoritettu välillä 20. 5.—13. 6. ja jälkimmäiset 7. 7.—7. 8. Män- nikössä touko—kesäkuussa annetun lannoit-uksen kokonaisvaikutus kuutiokasvuun oli lähes kolminkertainen verrattuna heinä— elokuussa suoritettuun. Aikaisen lannoituk- sen vaikutus oli kaikkina vuosina suurem- pi ja kesti myös kauemmin kuin myöhäis- lannoituksella. Täten myöhäislannoituksen vaikutus ei ole viivästynyt, vaan on jäänyt kokonaan heikommaksi.

Turvemaiden osalta on metsäntutkimus- laitoksen suontutkimusosaston toimesta pe- rustettu levitysjankohtaa selvitteleviä ko-

keita, mutta esimerkiksi v. 1965 aloitetut kolmella paikkakunnalla kolmena vuonna kuukausittain tapahtuvat lannoitukset an- tavat kysymykseen valaistusta vasta parin vuoden perästä. Kasvualustan erilaisuudes- ta johtuen tuntuisi luonnolliselta, ettei levi- tysajankohdalla ole suolla yhtä huomatta- vaa vaikutusta kokonaistulokseen kuin kan- gasmailla, joilla lannoitusreaktio on kesto- ajaltaan lyhyt ja huuhtoutuminen voima- kasta. Kun mineraalialustalla voidaan lan- noitusvaikutuksen katsoa menevän ohi 5— 8 vuodessa (*Viro* 1965), on turvemaalla kesto aika parhaimmissa tapauksissa useita vuosikymmeniä, ja vähäisilläkin lannoite- määrillä saavutetaan selvästi edellä mainit- tua parempi tulos. *Paarlahti* onkin (1967) ensimmäisen levitysjankohtaa selvittelevän koekentän tuloksien perusteella päätyntä siihen, että ainakin hienofosfaattilannoitus voidaan suolla antaa mihin aikaan kasvu- kautta tahansa ilman, että syntyy merkittä- viä kasvutappioita. Tässä esityksessä on tarkoitus käsitellä saman kokeen erään osan, NPK-lannoituksen saaneiden ruutu- jen avulla lannoitusajankohdan vaikutusta hieman yksityiskohtaisemmin.

KOEJÄRJESTELYT

Koekenttä sijaitsee metsäntutkimuslai- toksen Pohjois-Satakunnan metsäkoemasen alueella Karvian pitäjässä. Koalue on oji- tettu vuosina 1937—38 käyttäen 20 met- rin sarkaleveyttä. Alkuperäiseltä suotyypil- tään kenttä on ollut tupasvillärämettä. Turvekerros on nykyisin keskimäärin met- rin vahvuinen. Taimisto oli v. 1963 15— 25-vuotiasta, ja valtipituus vaihteli kahdes- ta kolmeen metriin.

Laajasta 71 ruutua käsittävästä koeken- tästä, jonka tuloksista *Paarlahti* (1967) on esittänyt yleisselvityksen, kuuluvat tämän tutkimuksen pariin vain täyslannoituksen eri aikoina saaneet ruudut (2 x 4 kpl) ja näihin liittyvät vertailuruudut (2 kpl). Käytetyt lannoitteet ovat seuraavat: N =

oulunsalpietaria (25 % N) 400 kg/ha, P = hienofosfaattia (33 % P₂O₅) 400 kg/ha ja K = kalisuolaa (50 % K₂O) 200 kg/ha.

Koekentän lannoitustarpeen kuvaamiseksi voidaan esittää seuraava *Paarlahden* aineistosta YATES'in menetelmällä laskettu eri lannoitteiden ja lannoiteyhdistelmien vaikutusta pituuskasvuun (-66) osoittava asetelma:

lannoitus

(-63) N P K NP NK PK NPK vaikutus

(cm) -0,7 22,0 3,9 2,4 -2,0 0,5 -2,1

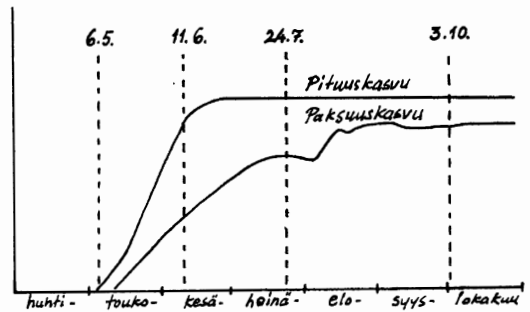
Tuloksista havaitaan, että koekentällä esiintyy kalin ja varsinkin fosforin puutetta. Vaikkei täyslannoituksella ole enää saatu N:n, P:n ja K:n erillisvaikutuksia parantavaa tulosta, ovat sillä saavutetut absoluuttiset kasvainten pituudet olleet suurimmat. Täten reaktioiden maksimiarvot saadaan täyslannoituksella, jota tähän työhön kuuluvilla ruuduilla onkin käytetty.

Lannoitukset suoritettiin vuoden 1963 kuluessa neljänä eri ajankohtana. Ensimmäinen annettiin toukokuussa (6. 5.), toiset kesä-, heinä- ja lokakuussa (11. 6; 24. 7; 3. 10). Lannoitusajat ja niiden sijoittuminen kasvutapahtumien kulkuun esitetään kuvassa 1. Pituuskasvun suhteen lannoitukset sijoittuvat seuraavasti: ensimmäinen pituuskasvun alkaessa, toinen vähän ennen pituuskasvun päättymistä, kolmas sekä neljäs selvästi reaktion loputtua. Paksuuskasvun suhteen ensimmäinen levitysajankohta sattui viikkoa ennen kasvun alkamista, toinen voimakkaimpaan kasvujaksoon, kolmas loppuvaiheeseen ja neljäs kasvukauden päätyttyä.

Lannoituksen aiheuttamien reaktioiden selvittämiseksi kerättiin neulaset syyskuussa 1964 ja 1965. Jälkimmäisenä vuonna merkittiin systemaattisella otannalla ruuduille vallitsevasta kerroksesta 10 koepuuta, joista sitten mitattiin vuosien -62, -63, -64 ja -65 pituuskasvut ja otettiin kairanlastut. Samoista puista on mitattu latvakasvaimet syksyllä 1966 ja 1967. Sädekasvuja ei ole myöhemmin voitu taimien vahingoittamisen pelosta kairata.

TUTKIMUKSEN TULOKSET

Laajemman koekentän tuloksia on *Paarlahdi* tarkastellut pääpiirteissään lähinnä eri lannoitteiden kannalta. Tähän esitykseen



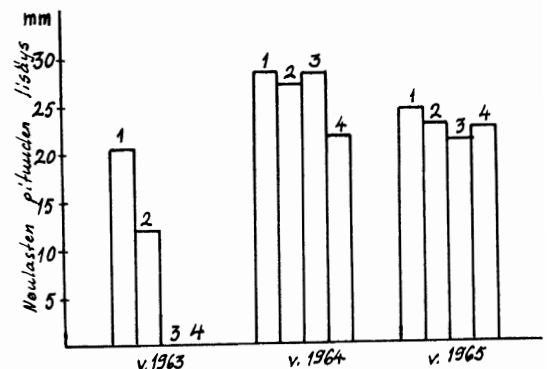
Kuva 1. Rämemäntyjen pituus- ja paksuuskasvun kumulatiivinen kulku kesällä 1963 Vilppulassa (*Paarlahdi* 1967) sekä eri lannoitusajankohdat.

Figure 1. Cumulative curve of the height and diameter growth of swamp pines in Vilppula, summer 1963 (*Paarlahdi* 1967), and the dates of fertilizer application.

liittyvien koekentän täyslannoitettujen ruutujen kohdalla on tarkoituksena aineiston suomien mahdollisuuksien mukaan selvittää eräitä aiheita yksityiskohtaisemmin.

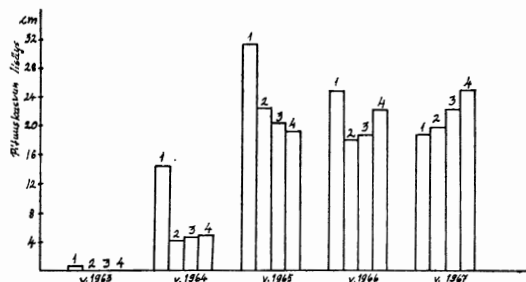
Lannoitusajankohtia koskevat tulokset Neulasten reagointi

Lannoituksen vaikutusta uusiin neulasiin on pyritty selvittämään niiden pituuden lisäyksen avulla. Koko neulasistossa on havaittavissa myös värin tummeneminen sekä ravinne- ja klorofyllipitoisuuden nousu (*Viro*, 1965), mutta näiden mittaaminen tuottaa huomattavia vaikeuksia. Neulasten



Kuva 2. Täyslannoituksen aiheuttamat neulasten pituuden lisäykset lannoitusajankohdittain eri vuosina. (Ajankohdat ovat 1 = 6.5; 2 = 11.6; 3 = 24.7; 4 = 3.10.)

Figure 2. Increased needle length due to NPK fertilization different dates in various years. (Dates: 1 = May 6; 2 = June 11; 3 = July 24; 4 = October 3.)



Kuva 3. Täyslannoituksen aiheuttamat pituuskasvun lisäykset lannoitusajankohdittain eri vuosina. Figure 3. Increases in height growth due to NPK fertilization at different dates in various years.

kasvureaktion kulusta ei ole vastaavia havaintoja kuin pituus- ja sädekasvusta (kuva 1), mutta neulasten synty liittyy kasvainten muodostumiseen ja seuraa pituuskasvun edistymistä ilmeisesti melko paljon myöhästyneenä. Tämä tuntuisi tulostenkin perusteella todennäköiseltä, sillä ensimmäisenä vuonna oli touko- ja kesäkuussa käsitellyillä ruuduilla havaittavissa selvä ravinteiden lisäyksen aiheuttama positiivinen vaikutus, kuten kuvasta 2 ilmenee. Kesäkuunkin kohdalla lisäys muodostui tilastollisesti merkitseväksi. Heinäkuussa lannoitetuilla ruuduilla ei enää vaikutusta ollut havaittavissa.

Toisena ja kolmantena vuonna olivat ajankohtien väliset erot jo tasoittuneet. Kaikilla lannoitetuilla ruuduilla neulasten pitoudet erosivat tällöin tilastollisesti erittäin merkitsevästi nollaruudun arvoista. Absoluuttiset pitoudet olivat noin kaksinkertaiset lannoittamattomiin verrattuna, joten kun myös klorofyllipitoisuus on lisääntynyt, on ilmeistä, että yhteyttämis-kyky on kasvanut vähintään samassa suhteessa. Neulasten reaktio saavutti siten jo kesällä 1964 maksimitasonsa, jolloin oli heinä- ja lokakuussa käsiteltujen ruutujen kohdalla vasta ensimmäinen lannoituksen jälkeinen kasvukausi, joten neulaset ovat reagoineet ravinteiden lisäykseen erittäin nopeasti.

Pituuskasvun reagointi

Pituuskasvun kumulatiivista käyrää tarkasteltaessa (kuva 1) näyttäisi toukokuussa annetulla lannoituksella olevan mahdollisuuksia vaikuttaa latvakasvaimiin jo ensimmäisenä kesänä. Merkittävää pituuden lisäystä ei niissä kuitenkaan tällöin ollut havaittavissa, kuten kuvasta 3 ilmenee. Seuraavana kesänä (-64) kasvu on kaikilla

lannoitetuilla ruuduilla ollut selvästi parempi kuin vertailualoilla, mutta vain toukokuun kohdalla on saatu tilastollisesti merkitsevä ero nollaruutuun ja samalla myös muihin ajankohtiin nähden. Täten siis toisen kasvukauden latvakasvainten kehittymiseen on ratkaisevasti vaikuttanut se, ovatko neulaset ehtineet reagoida lannoitukseen edellisenä kesänä, sillä ravinteiden määrähän on keväällä 1964 ollut kaikilla lannoitetuilla ruuduilla sama. Kolmantena lannoituksen jälkeisenä vuonna on ero aikaisen levityksen hyväksi säilynyt, mutta myöhäisemmätkin ruudut poikkeavat erittäin merkitsevästi vertailutasosta. Vuonna 1966 on jo havaittavissa ajankohtien välisten erojen tasoittuminen, joka on edelleen jatkunut viimeisenä mittausvuonna (-67). Tällöin toukokuussa lannoitetut ruudut ovat jo hieman taantuneet ja muut päinvastoin parantaneet kasvuaan.

Levitysajankohtien välisten vertailujen tekemiseen ei näin nuori koe anna täyttä varmuutta, mutta ilmeinen suunta on kuitenkin havaittavissa. Absoluuttisten kasvujen summien perusteella on saatu seuraavanlainen vertailu, jossa esitetään samalla kasvun relatiiviset arvot kullekin käsitteilylle:

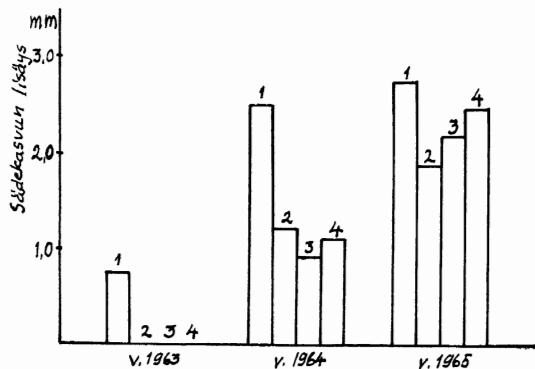
0	1	2	3	4
97,2	186,2	157,6	160,2	166,9
100	192	162	165	172

Ylin rivi kuvaa lannoitusajankohtaa, toinen 5 vuoden pituuskasvun summaa (cm) ja alin relatiivista arvoa.

Asetelman perusteella näyttäisi toukokuun edullisuus ilmeisen selvältä. Kuitenkin jos otamme huomioon kunkin levitysajankohdan yhteydessä vain todellisten lannoituksen jälkeisten kasvukausien summat (siis toukokuussa lannoitetujen ruutujen kohdalla ensimmäinen lannoituksen jälkeinen kasvukausi oli v. 1963, muilla v. 1964), saamme seuraavan asetelman:

1	2	3	4
106,6	111,1	113,0	118,2
64,4	63,5	65,4	70,6

Ylin rivi tarkoittaa jälleen lannoitusajankohtaa, toinen 4 lannoituksenjälkeisen kasvukauden pituuskasvun summaa ja alin samana ajanjaksona tapahtunutta pituuskasvun lisäystä.



Kuva 4. Täyslannoituksen aiheuttamat sädekasvun lisäykset lannoitusajankohdittain eri vuosina.
Figure 4. Increases in radial growth due to NPK fertilization at different dates in various years. No. of growing season after fertilization

Luvuista on huomattava, etteivät vuosien väliset kasvuolosuhteiden erot vaikuta lisäysten summiin, joissa kasvukaudet on nollaruutujen avulla saatettu samanarvoisiksi, mutta sitävastoin absoluuttisissa arvoissa tämä on mahdollista. (Ajankohta 1 käsittää vuosien 1963—1966, muut ajankohdat vuosien 1964—1967 kasvut.) Tuloksista havaitaan selvästi, ettei ajankohdien välille muodostu näin tarkastelemalla juuri minkäänlaisia eroja, ei ainakaan toukokuun hyväksi. Toisin sanoen muut ruudut ovat keväällä lannoitetuista kehityksensä vuoden jäljessä eikä käsittelyjen välillä ole eroja biologisen edullisuuden suhteen.

Sädekasvun reagointi

Pituuskasvusta poikkeavasti on sädekasvussa havaittavissa keväällä lannoitetuilla ruuduilla jo ensimmäisenä vuonna kasvun lisääntyminen, kuten kuvasta 4 käy ilmi. Kuitenkaan se ei ole saavuttanut tilastollista merkitsevyyttä johtuen aineiston suuresta hajonnasta. Seuraavana kesänä olivat lannoitetujen ruutujen kasvut selvästi vertailutaso arvoja suuremmat ja toukokuu kohosi huomattavasti muita paremmaksi. Kolmantena vuonna olivat ajankohtien väliset erot jo tasoittuneet ja kaikkien käsiteltyjen ruutujen kasvut poikkesivat merkitsevästi vertailutasosta. Absoluuttiset arvot olivat lannoitetuilla ruuduilla keskimäärin yli kaksinkertaiset nollaruutujen sädekasvuihin verrattuna. Heinä- ja lokakuussa käsiteltyjen alojen kohdalla v. 1965 oli vasta toinen lannoituksen jälkeinen kas-

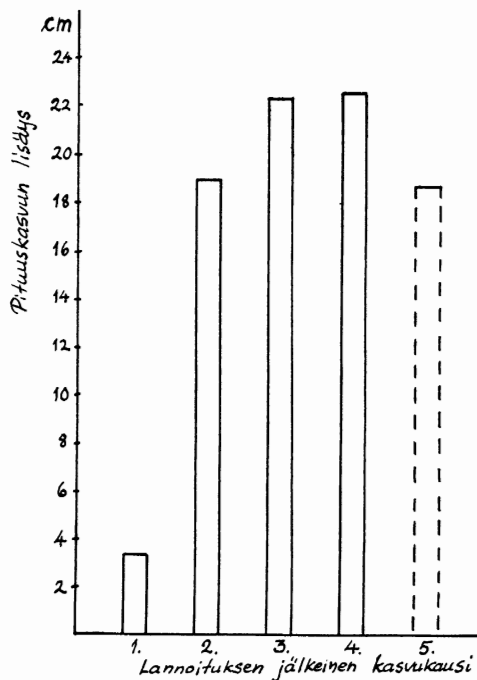
vukausi, joten sädekasvussa on saatu huomattavan nopea reaktio.

Ajankohtien välisten erojen toteamiseksi voimme soveltaa edellä pituuskasvun yhteydessä käytettyä menetelmää. Vastaavalla tavalla tarkastelemalla kahden lannoituksen jälkeisen kasvukauden summia saamme sädekasvusta seuraavanlaisen asetelman:

1	2	3	4
6,87	7,71	7,21	7,70
3,24	3,04	3,08	3,57

Ylin rivi kuvaa jälleen lannoitusajankohdtaa, toinen sädekasvua (mm) ja alin sädekasvun lisäystä (mm).

Vaikka kuvassa 4 esitettyjen lisäysten perusteella toukokuu näyttäisi nousevan muita paremmaksi, ei näin tarkastelemalla eroja voida todeta. Pikemminkin näyttäisi siltä, että lokakuu muodostuisi edullisimmaksi levitysajaksi.



Kuva 5. Täyslannoituksen aiheuttamat pituuskasvun lisäykset tarkasteltuna todellisia lannoituksen jälkeisiä kasvukausia käyttäen. (Viidennen kasvukauden arvo on epäluotettavampi, koska se perustuu vain kahden ruudun tulokseen, muut ovat kahdeksan ruudun keskiarvoja.)

Figure 5. Increases in height growth due to NPK fertilization in the growing seasons after fertilization. (The column for the fifth growing season is based on the results from only two sample plots; the others are averages from eight plots.)

Lannoituksen vaikutuksen kehittyminen

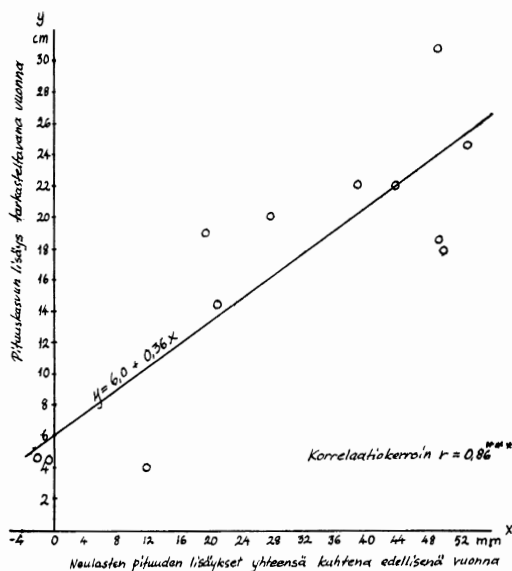
Eri ajankohtina suoritettu ravinteiden lisääminen on aiheuttanut ruuduttaisiin reaktioihin eroja, jotka ensinäkemältä ovat puoltaneet toukokuun edullisuutta. Vaikuttaa kuitenkin ilmeiseltä, että erot ovat johtuneet myöhemmin lannoitettujen ruutujen alkukehityksen viivästyemisestä vuodella. Tämän johdosta on lannoitusvaikutuksen edistymisen selvittämiseksi levitysajankohdat jätetty tarkastelun ulkopuolelle ja kunkin ruudun kohdalla huomioitu vain, monesko lannoituksen jälkeinen kasvukausi on ollut kyseessä.

Pituuskasvusta on saatavana neljän kasvukauden jakso kaikkien ruutujen keskiarvona ja viides perustuu vain toukokuussa lannoitettujen antamaan tulokseen. Kuten kuvasta 5 havaitaan, on vaikutus ensimmäisenä kasvukautena ollut vähäinen eikä lisäys toisena lannoituksen jälkeisenä kesänäkään yllä maksimitasolle. Kolmantena kasvukautena vaikutus on jo saavuttanut sen tason, jolle myös neljännen vuoden arvo on jäänyt. Viidennen kasvukauden lisäys on ollut hieman edellistä pienempi, mutta kuten todettiin, on tulos epäluotettavampi. Täten voimme todeta, että pituuskasvun maksimireaktio on saavutettavissa aikaisintaan kolmantena lannoituksen jälkeisenä kasvukautena. Tämä merkitsee sitä, että jos ravinteiden lisäys suoritetaan esim. kesäkuussa, on maksimilisiä odotettavissa vasta neljäntenä kesänä. Näinollen lannoituskokeista ei tulisi pituuskasvureaktioita tarkastella liian varhaisessa vaiheessa.

Neulaset ja sädekasvu ovat reagoineet lannoitukseen huomattavasti nopeammin. Neulasten pituus on lisääntynyt jo ensimmäisenä lannoituksen jälkeisenä kasvukautena täydellä määrällä ja on säilynyt samana toisena ja kolmantena kesänä. Sädekasvussa on saavutettu selvä reaktio ensimmäisenä ja maksimilisyys jo toisena lannoituksen jälkeisenä kasvukautena, joten sädekasvussa maksimitaso saavutetaan vuotta aikaisemmin kuin pituuskasvussa.

Kasvutapahtumien ja neulasten väliset riippuvuudet

Neulaset muodostavat kasvutapahtumien perustan, sillä vain yhteyttämisen avulla



Kuva 6. Täyslannoituksella männyntaimistossa saattujen pituuskasvun lisäysten riippuvuus kahden edellisen vuoden neulasten pituuden lisäysten summasta.

Figure 6. The correlation between height growth increases in an NPK-fertilized pine seedling stand and the sums of needle length increases during the two previous years.

puu pystyy lisäämään solukoitaan. Lannoitus lisää neulasten lukumäärää, kokoa sekä ravinne- ja klorofyllipitoisuutta, jolloin näiden mukana kohoaa yhteyttämiskykykin.

Useissa tutkimuksissa on havaittu pituuskasvun ja edellisen kasvukauden sääolosuhteiden välillä selvä korrelaatio (Mikola, 1950). Myös on todettu pituuskasvun kiinteästi riippuvan puun elinvoimaisuudesta edellisen kesän lopulla (Thimann, 1958). Täten ryhdyttäessä tarkastelemaan neulasten ja pituuskasvun välistä korrelaatiota on lähtökohdaksi otettava neulasiston kohdalla edellisen kesän tilanne. Syyskesällä ovat männyllä elinvoimaisina vain kahden vuoden neulaset. Tästä syystä riippuvuutta on pyritty selvittämään tarkasteltavaa vuotta edeltäneiden kahden kasvukauden neulasten pituuden lisäysten summan ja kyseisen kasvukauden pituuskasvun lisäyksen avulla. Saatu pisteparvi sekä sille laskettu regressiosuora esitetään kuvassa 6. Korrelaatiokerroimen arvoksi on saatu $r = 0.86$, joka on edelleen testattu Fisher'in menetelmällä. Pituuskasvu on tämän mukaan erittäin merkittävästi riippunut neulasten pituuden lisäyksestä. Käytännössä tämä merkitsee sitä,

että lannoituksen jälkeisen vuoden latvakasvainten kehittymiseen on ratkaisevasti vaikuttanut se, ovatko neulaset ehtineet reagoida ravinteiden lisäykseen ensimmäisenä kasvukautena.

Paksuuskasvussa ei ole havaittu riippuvuutta edellisen kesän kasvuolosuhteista, joten se on saman kasvukauden tulosta ja on riippuvainen kasvutapahtuman aikaisista tekijöistä. Sädekasvun ja neulasten välistä korrelaatiota on pyritty selvittämään täten paksuuskasvun tapahtumiskauden ja sitä edeltäneen kesän neulaspituuksien lisäysten summan avulla, koska on katsottu saman vuoden neulasten ehtivän vaikuttaa sädekasvuun ja toisaalta edellisen vuoden neulasten muodostavan neulasiston yhteyttämiskykyisimmän osan. Korrelaatiokertoimeksi on saatu $r = 0,93$, joka on testattaessa osoittautunut erittäin merkiseväksi.

TULOSTEN TARKASTELUA

Käsiteltävässä kokeessa on ravinteiden lisäyksen vaikutus perustunut pääasiassa annettuun fosforiin. Kun fosforilannoitteena on käytetty hienofosfaattia, saattaa olla, että esimerkiksi superfosfaatilla olisivat levitysjankohtien väliset erot ilmenneet jyrkempinä. Ilmeisesti kuitenkin aikaa myöten tulokset olisivat muodostuneet saavutettujen kaltaisiksi.

Tarkasteltaessa tuloksia ajankohdittain todettiin sädekasvun yhteydessä, että näyttäisi siltä kuin lokakuu muodostuisi edullisimmaksi levitysjajaksi. Aikaisemmin mainitus-

sa ruotsalaisten kovalla maalla suorittamassa kokeessa viitattiin myös mahdollisuuteen, että vaikutukseltaan parhaimmaksi jaksoksi kohoaisi loka-marraskuu. Ilmiötä teoreettisesti tarkasteltaessa tuntuisi tähän syynä olevan pintakasvillisuuden kilpailun tuolloinen puuttuminen. Puut saisivat tällöin "etulyöntiaseman" lisättyjen ravinteiden suhteen, sillä esimerkiksi ruohot ja heinät lakastuvat eivätkä suorita elintoimintoja. Puiden juuristo sitävastoin säilyy sulana vielä maan routaannuttuakin ja ilmeisesti pystyy ottamaan ravinteita. Ainakin seuraavana keväänä ravinteet ovat valmiiksi puiden juurten ulottuvilla, jotka aloittavat toimintansa huomattavasti aikaisemmin kuin pintakasvillisuuden juuristo. Myöhempi tutkimus osoittaa, onko havaittu suunta vain sattuman aiheuttama.

Kokeen antamat tulokset ovat toistaiseksi liian lyhyeltä ajanjaksolta kelvataksaan pidemmälle menevien päätelmien perustaksi, mutta turvemailta lannoituksen kestoajasta saatujen kokemusten pohjalta voidaan olettaa reaktioiden muodostuvan eri käsittelyjen kohdalla loppusummiltaan yhtäsuuriksi. Näin ollen myöhään lannoitetut ruudut ovat olleet vain alkukehityksessään vuoden jäljessä eikä biologisessa edullisuudessa eri ajankohtina suoritettujen ravinteiden lisäyksen suhteen ole eroja. Täten voidaan todeta, että turvealustalla saavutetaan lopputulokseltaan kutakuinkin samanlainen reaktio, suoritetaanpa lannoitus sulan maan aikaan milloin tahansa.

SUMMARY

The effects of NPK fertilization at different dates on pine seedling stands growing on peatland were studied. The fertilizers were applied on four days in 1963. The dates and the corresponding cumulative curves of leader and diameter growth are shown in figure 1.

The effect of fertilization showed most rapidly in needle length, which was fully affected by the May application in the same year. In the following year (1964), the July and August applications had been effective for only one growing season, but the differences in needle length among the application dates had evened off. The lea-

der growth increase has been decisively affected by the effect of fertilizers on needle length during the previous year, since the plots were nutritionally equal in spring 1964. The differences in the effects of the various applications did not even off before summer 1966, when the plots fertilized late in the season had grown three seasons after fertilization. The differences in radial growth evened off already a year earlier.

The results from five years of leader growth indicate favorability differences in the various fertilization dates:

0	1	2	3	4
97.2	186.2	157.6	160.2	166.9
100	192	162	165	172

The top most line shows fertilization date (1963), the second leader growth (cm) in five years, and the lowest relative value.

The summarization tends to indicate the clear superiority of the May fertilizer application. However, if we only consider the sums of growth during the growing seasons actually showing the fertilization effect of fertilization at each date, the results are quite different:

1	2	3	4
64.4	63.5	65.4	70.6

The top most line shows fertilization date (1963), the second leader growth increase (cm) during the four growing seasons following fertilization.

The results clearly show that there are very small differences between the application dates, and May is no longer superior. In other words, the other plots lag a year behind in development, and there are no biological favorability differences among the application dates. According to experience gained from peatland conditions, the fertilizer effect probably lasts in the area for about twenty years, during which time the differences at the start may easily level off. Thus it can be seen that the response to fertilizers is about the same on peatland for all dates of application on unfrozen ground.

KIRJALLISUUTTA

- Johansson, B.* — *Åhgren, A.*, 1966. Gödslingseffekt och spridningstidpunkt. Tidskriften Skogen n:o 5. Stockholm.
- Mikola, P.*, 1950. Puiden kasvun vaihteluista ja niiden merkityksestä kasvututkimuksissa. MTJ. 38. Helsinki.
- Paarlahti, K.*, 1967. Lannoitusajankohdan vaikutus rämemännikön kasvureaktioihin. MTJ. 63. 4. Helsinki.
- Thimann, K. V.*, 1957. The Physiology of Forest Trees. New York.
- Viro, P. J.*, 1965. Estimation of the Effect of Forest Fertilization. MTJ. 59. 3. Helsinki.