

VALUNNAN SÄÄNNÖSTELYN TARPEELLISUUDESTA METSÄOJITUSALUEELLA

THE NEED FOR RUNOFF REGULATION ON PEATLANDS DRAINED FOR FORESTRY

Vuodesta 1969 alkaen on Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston koeojitusalueilla Vilppulan Jaakkoinsuolla ja Kivalon kokeilualueen Sattasuolla suoritettu kokeita, joiden tarkoituksena on tutkia metsäojitusalueilla mahdollisesti suoritettavan valunnansäätelyn biologisia vaikutuksia, ennen muuta sen vaikutusta puiden kasvuun. Näistä kokeista syksyyn 1974 mennessä saatujen tulosten mukaan (Pelkonen 1975) on todettu, että puiden vaatimukset kuivatuksen suhteen vaihtelevat suuresti vuoden eri aikoina. Loppukesällä ja syksyllä korkealla olevan pohjaveden todettiin haittaavan männyn kasvua. Sensijaan talvella ja keväällä nostettuna olevan pohjaveden ei todettu vaikuttavan haitallisesti. Kokeiden suppeuden ja suhteellisen nuoruuden takia ei tuolloin oltu vielä päästy varmuuteen keväällä ja alkukesällä korkealla olevan pohjaveden mahdollisesta myönteisestä vaikutuksesta. Kokeiden ollessa nyt siinä vaiheessa, että erilaisten säännöstelyjen myönteisetkin vaikutukset alkavat puiden kasvussa vähitellen näkyä, on syytä palata uudelleen näistä kokeista saatujen tulosten käsittelyyn.

Kirjoittajan osoite — *Author's address*: Metsäntutkimuslaitos, Unioninkatu 40 A, 00170 Helsinki 17, Finland.

Tässä kirjoituksessa käsitellään ainoastaan keväällä ja alkukesällä eri pituisia aikoja korkealla pidetyn pohjaveden vaikutusta männyn ja kuusen kasvuun Vilppulan Jaakkoinsuolle keväällä 1972 perustetussa kokeessa (Pelkonen 1975 — koe n:o 3). Nämä tulokset eivät ole vielä lopullisia eivätkä ilman muuta yleistettävissä. Suuntaa antavina niitä voitaneen kuitenkin pitää. Tulosten tilastomatemattinen käsittely tapahtuu myöhemmin, kun aineistoa saadaan kootuksi riittävän pitkältä aikaväliltä.

Käsikirjoituksen ovat lukeneet Professori Olavi Huikari, MML Kimmo Paarlahti ja MMK Erkki Ahti.

KOEJÄRJESTELYT

Tässä esiteltävään kokeeseen kuuluu kolme mäntyä kasvavaa koeruutua tupasvillärämeellä ja kolme kuusta kasvavaa koeruutua mustikkakorvessa. Rämuruutujen koko on 25 x 20 m ja korpuruutujen 30 x 20 m. Koeruutusarjat ovat lähekkäin samalla ennestään 100 m leveällä saralla, jota rajoittavat ojat on kaivettu vv. 1909 ja 1925. Turpeen paksuus on noin 60–70 cm.

Mäntypuuston ikä on noin 110 vuotta ja puiden läpimitta valtaosaltaan 15–25 cm. Kullakin



Kuva 1. Säännösteltäväksi suunniteltu sarkaoja lähellä Vilppulaa.

Fig. 1. An open ditch designed for runoff regulation in the neighbourhood of Vilppula, South-Finland.

ruudulla on 21–23 tällaista puuta. Korpiruutujen puustona on 6, 8 ja 4 kpl kuusia, joiden ikä on noin 80–90 vuotta ja läpimitta 25–35 cm, sekä alikasvoskuusia ja muutamia vesasyntyisiä pieniä hieskoivuja.

Ruutuja ympäröivät ojat, joihin johdetun veden korkeutta säännöstellään patoamalla, on kaivettu keväällä 1972. Pohjaveden pinta on nostettu joka vuosi kaikilla koeruuduilla aina huhtikuun 15. päivänä turpeen pintaketrokseen niin korkealle kuin mahdollista eli käytännössä noin 10–15 cm:n etäisyydelle maanpinnasta. Osa puiden juurista on näin ollen ollut pohjaveden pinnan yläpuolella.

Pohjavettä on pidetty nostettuna kummassakin sarjassa yhdellä koeruudulla 6 viikkoa, toisella 9 ja kolmannella 12 viikkoa. Viimeisellä koeruudulla pohjavesi on siis laskettu alas vasta heinäkuun 8. päivänä. Laskettuna ollessa vesi on ollut ojissa n. 80 cm:n etäisyydellä maanpinnasta paitsi vähäsateisina kausina, jolloin ojat ovat saattaneet kokonaan kuivua.

Puiden ympärysmitan kasvua on seurattu suontutkimusosastolla 1950-luvulla kehitetyä

pantamittausmenetelmää käyttäen, rämeellä kullakin ruudulla kymmenestä ja korvessa 11–12 puusta. Korpiruuduilla on pantamittauspina ollut isojen kuusien lisäksi alikasvoskuusia. Pohjaveden pinnan vaihteluita on mitattu kullakin koeruudulla kuudesta pohjavesikaivosta.

TULOKSET

Kuvassa 4 on esitetty männyn ympärysmitan kasvu erilaisilla säännöstelyillä. Voidaan todeta, että kasvu on parantunut kaikilla koeruuduilla sitä, mitä se oli kahtena ensimmäisenä vuotena kokeen alettua. Tämä johtunee ainakin osittain ennestään 100 m leveän saran jakamisesta ojilla 20 m leveisiin ruutuihin, siis ojituksen tehostumisesta. Kasvun paraneminen on ollut voimakainta koeruudulla, jolla pohjavettä on pidetty korkealla kauimmin, aina heinäkuun 8. päivään asti. Vähiten kasvu on parantunut ruudulla, jolla pohjavesi on laskettu jo 27/5. Kasvun kuvaajat ovat asettuneet nykyiseen paremmuusjärjestykseen jo kolmantena kasvukautena, mutta huomattava ero on syntynyt vasta neljäntenä kasvukautena. Eroa ympärysmitan kasvun para-

nemisessä on nyt jo yli kaksi millimetriä, mikä on noin 20 % koko kasvun määrästä v. 1975.

Kun tarkastellaan kuvassa 6 esitettyä männyn ympärysmitan kasvun kehitystä kesällä 1975, havaitaan, että kasvun jääminen jälkeen lyhyemmän säännöstelyn alaisilla ruuduilla on tapahtunut juuri kauan jatkuneen lämpimän vähäsateisen kauden aikana heinäkuussa ja elokuun alkupuolella. Mitä aikaisemmin vesi on laskettu alas, sitä aikaisemmin myös kasvun jälkeenyminen on alkanut. Tämä saattaa olla osoitukseksi siitä, että mänty on kärsinyt välittömästi vedenpuutteesta pohjaveden ollessa etäällä (50–80 cm) maanpinnasta suolla, jolla puiden juuriston sijainti on suhteellisen pinnallinen (Paavilainen 1966) ja veden kapillaarinen nousu riittämätön (Paavilainen ja Virrankoski 1967).

Kevästä aina heinäkuulle asti korkealla pidetty pohjavesi näyttää siis parantaneen varsin merkittävästi männyn kasvua. On muistettava, että säännöstelyt ovat tässä tapauksessa vaikuttaneet jo neljänä vuotena, joten puiden kasvu v. 1975 on neljänä vuotena tapahtuneen kehityksen tulos. Säännöstelyjen vaikutuksesta mahdollisesti parantuneella kasvualustan ravinnetaloudella saattaa olla siihen osuutensa.

Kuvassa 5 on esitetty erilaisten säännöstelyjen vaikutus kuusen ympärysmitan kasvuun. Kuvassa näkyvä huomattava kasvun heikkeneminen



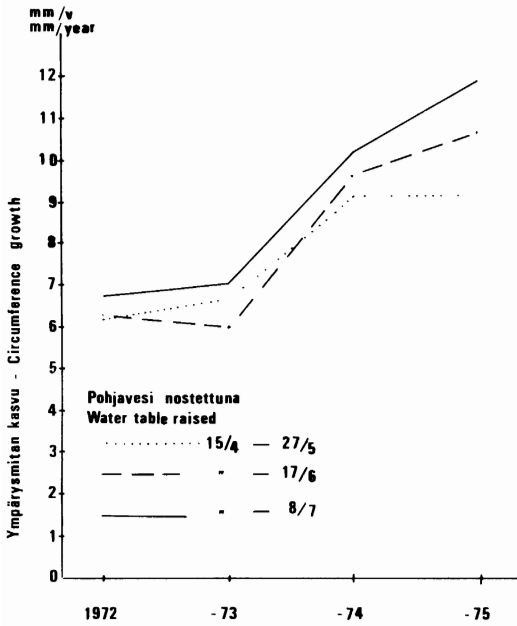
Kuva 2. Rämee ruutujen puustoa. Taustalla korpiruudut.

Fig. 2. A view of the pine stand. The spruce stand is visible in the background.



Kuva 3. Korpiruutujen puustoa.

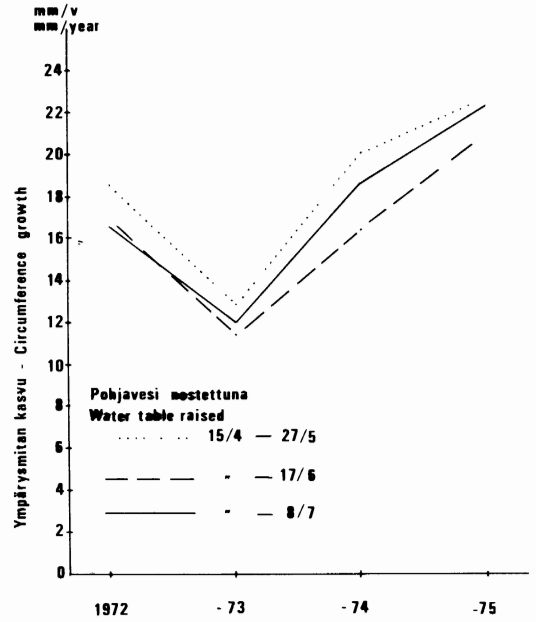
Fig. 3. A view of the spruce stand.



Kuva 4. Keväällä ja alkukesällä korkealla olevan pohjaveden vaikutus männyn kasvuun.

Fig. 4. Circumference growth of Scots pine as influenced by a high water table in spring and early summer.

toisena säännöstelyvuonna 1973 aiheutui todennäköisesti tuolloin erittäin runsaasta käpysadosta kuusella (vrt. Simpanen 1972). Kaikilla koeruuduilla on sen jälkeen tapahtunut huomattavaa ympärysmitan kasvun paranemista. Kasvun paraneminen on ollut voimakkainta ruudulla, jolla pohjavettä on pidetty kauimmin korkealla, siis samoin kuin männynkin kohdalla. Ympärysmitan kasvun paraneminen on ollut tällä koeruudulla yli millimetriä suurempi kuin muilla ruuduilla. Täällä ympärysmitan kasvun kuvaajat eivät kuitenkaan ole yhtä johdonmukaisia kuin männyn kohdalla. Tämä johtunee osittain puustojen erilaisuudesta eri ruuduilla. Lyhyimmän säännöstelyn alaisella koeruudulla kuuset ovat biologisesti selvästi edullisemmässä iässä kasvun kannalta katsoen. Isot puut, joita on ainoastaan neljä kpl, ovat muiden ruutujen vastaavia puita nuorempia ja alikasvoskuuset taas varttuneempia. Kasvu oli kokcen alkaessa tällä ruudulla muita parempi. Kauimmin kestäneen säännöstelyn alaisella koeruudulla oli taas kesällä 1975 muita ruutuja selvästi runsaampi käpysato, mikä vaikutti ilmeisesti jossain määrin kasvua heikentävästi. Kuusen pituuskasvu ja



Kuva 5. Keväällä ja alkukesällä korkealla olevan pohjaveden vaikutus kuusen kasvuun.

Fig. 5. Circumference growth of Norway spruce as influenced by a high water table in spring and early summer.

uusien neulasten muodostuminen ovat tällä koeruudulla olleet v. 1975 silminnähävästi voimakkaampia muihin ruutuihin verrattuna, mikä ennakoi hyvää ympärysmitan kasvua myös tulevina vuosina.

Kuvassa 7 on kuvattu kuusen ympärysmitan kasvun kehitys kesällä 1975. Kasvu on tapahtunut tasaisesti kehittyen ilman, että pitkä vähäsateinen kausi erottuisi millään koeruudulla ympärysmitan kasvun selvänä heikkenemisenä. Ilmeisesti korpiturpeen paremmat fysikaaliset ominaisuudet rämeen turpeeseen verrattuna ja parempi luontainen ravinteisuus auttavat täällä puita selviytymään vähäsateisten kausien yli ilman näkyviä kasvun hidastumisia. Pohjaveden pitäminen nostettuna aina heinäkuulle asti näyttäisi silti täälläkin parantaneen puiden kasvua (kuva 5).

Eri pituisia aikoja korkealla olevan pohjaveden vaikutusta koeruuduilla kasvaviin pieniin hieskoivuihin ei pantamittausmenetelmää käyttäen voitu selvittää puiden pienuuden takia. Silmämääräisesti arvioiden puut kehittyvät hyvin kaikilla koeruuduilla, eikä heinäkuullekaan asti nostettuna pohjavesi ole vaikuttanut niihin kielteisesti.

JOHTOPÄÄTÖKSIÄ

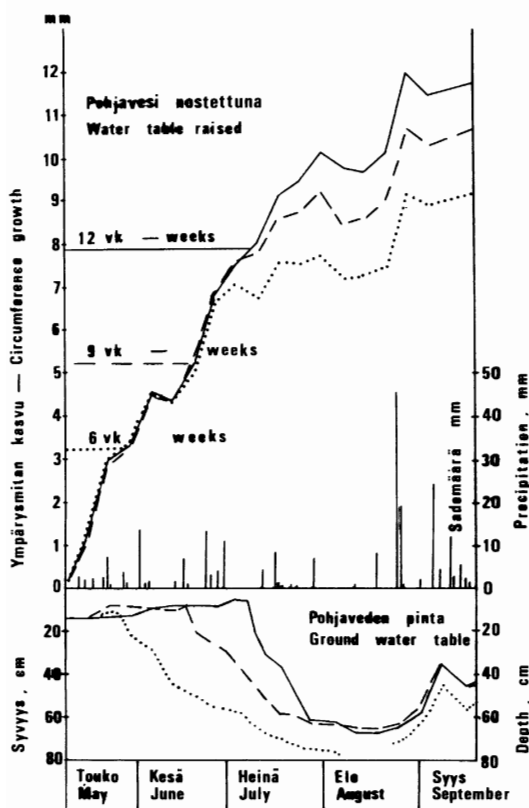
Suoritetuissa kokeissa pohjaveden pinta on pyritty pitämään vakiotasolla. Tällaiseen vakaiseen pohjaveden tasoon varsinaisen metsäojan padotuksessa voidaan päästä ainoastaan runsasasteisena aikana tai silloin, kun ojaan tulee jatkuvasti vettä ulkopuolelta. Tämä koearjestely tuo kuitenkin nopeimmin esille korkealla olevan pohjaveden mahdolliset haittavaikutukset. Tässä kokeessa sellaisia ei ole ilmennyt, ei edes sadekesänä v. 1974.

Kokeesta saadut tulokset osoittavat, että kevättulvavesien purkautumista metsäojitusalueilta voidaan viivyttää patoamalla vettä ojiin ja kasvualustaan. Puiden kasvun kannalta näyttäisi olevan edullista, että padotusta jatketaan aina pitkälle keskikesään asti. Vähäsateisten kesien sattuessa tämä saattaa merkitä sitä, että metsä-

ojitusalueilta ei päästetä vettä pois ollenkaan ennen loppukesää ja syksyä.

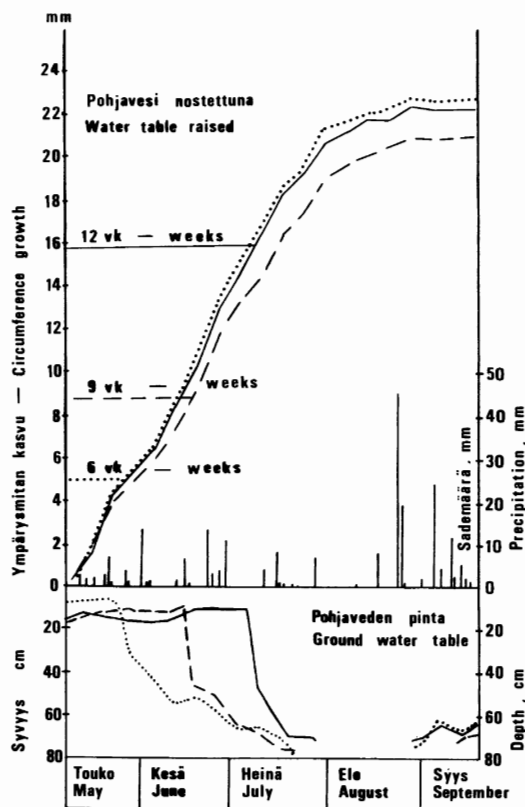
Tässä kokeessa kauimmin jatkuneella padotuksella aikaan saadut puiden reaktiot (parantunut kasvu ja silmännähtävä rehevöityminen) antavat aihetta olettaa, että aina heinäkuulle asti nostettuna ollut pohjavesi on vaikuttanut myönteisesti puiden välittömän vedentarpeen tyydyttämiseen ja ravinteiden saantiin.

Sääolosuhteiltaan suotuisina kesinä pohjaveden pinta laskee yleensä loppukesää ja syksyä lähestyttäessä. Sateisen loppukesän sattuessa pohjavesi saattaa sensijaan pysytellä kauan korkealla myös loppukesällä ja alkusyksystä, minkä on todettu vaikuttavan puiden kasvuun haitallisesti (Pelkonen 1975). Loppukesällä korkealla olevan pohjaveden haitallisuus lieneekin syynä puiden juuriston pinnallisuuteen varsinkin ojitattomilla soilla. Kuivan alkukesän sattuessa



Kuva 6. Keväällä ja alkukesällä korkealla olevan pohjaveden vaikutus männyn ympärysmitan kasvun kehitykseen kesällä 1975.

Fig. 6. Circumference growth of Scots pine in 1975 as influenced by a high water table in spring and early summer.



Kuva 7. Keväällä ja alkukesällä korkealla olevan pohjaveden vaikutus kuusen ympärysmitan kasvun kehitykseen kesällä 1975.

Fig. 7. Circumference growth of Norway spruce in 1975 as influenced by a high water table in spring and early summer.

pohjaveden pinta saattaa taas laskea nopeasti ja turpeen pintakerros, jossa puiden juurista huomattava osa sijaitsee (Heikurainen 1955 ja 1958, Paavilainen 1966 a ja b), kuivua puiden kasvun kannalta liikaa (Paavilainen ja Virrankoski 1967).

Huonosti ajoittuvat pohjaveden pinnan vaihtelut ovat ilmeisesti epäedullisia myös ravinteiden tehokkaan ja tarkoituksenmukaisen mobilisoinnin kannalta. Siihenhän tarvitaan samanaikaisesti lämpöä, happea ja vettä. Jos jotakin näistä tekijöistä on kasvualustassa liian vähän, tämä puillekin välttämätön ravinteiden mobilisointiprosessi hidastuu. Kasvualustassa olevien ravinnevarojen tehokkaan käytön ja puiden kasvun kannalta olisi myös suotavaa, että puille käyttökelpoisia ravinteita muodostuisi eniten juuri silloin, kun niiden kulutus on niin kasvukauden ajankohdasta kuin puuston koko kehityksestäkin riippuen suurimmillaan. Ravinteiden mobilisointiprosessin väärä ajoittuminen saattaa johtaa siihen, että osa niistä sitoutuu uudelleen tai kulkeutuu puiden ulottumattomiin. Seurauksena on kasvupaikan luontaisiin edellytyksiin nähden liian pieni puuston kokonaistuotos.

Kasvualustan lämpötila riippuu lähinnä vuodenajoista ja sääolosuhteista eikä sen ajoittumiseen voida näin ollen juuri vaikuttaa. Kasvualustan happi- ja vesitalous ovat sensijaan tekijöitä, joihin voidaan metsäojituksen ja siihen helposti yhdistettävän valunnansäännöstelyn avulla ratkaisevasti vaikuttaa.

Pohjaveden pinnan vaihtelujen oikea ajoittaminen, s.o. kevätkeuhkeuden säilyttäminen alkukesällä ja riittävän kuivatussyvyyden (vrt. mm. Huikari ja Paarlahti 1967) aikaan saaminen loppukesällä, onkin nähtävästi tärkein tehtävä silloin, kun pyritään turvaamaan puiden häiriötön kasvu luonnostaan vedenvaihaamilla mailla. Esiteltyjen koetulosten perusteella näyttää siltä, että tehokkaan ojitus ei tämän tehtävän täyttämiseen yksin riitä. On ilmeisen tarpeellista, että metsäojat suunnitellaan säännösteltäviksi ja

metsäojitusalueilta tapahtuvaa valuntaa säännöstellään. Valunnan säännöstelyn vaikutuksia selvittävää tutkimustoimintaa tehostamalla saadaan varmasti aikanaan tarkat ohjeet edullisimmista säännöstelyajoista ja -tavoista. Ne saattavat vaihdella esim. paikallisista olosuhteista, puuston kehitysvaiheista, kunkin kasvukauden sääolosuhteista ja hydrologisesta tarkoituksenmukaisuudesta riippuen.

Tutkimustoimintaa varten onkin jo perustettu pari säännösteltävää metsäojaverkostoa. Tässä yhteydessä on todettu, että teknisesti tällainen valunnan säännösteleminen on täysin mahdollista. Ojien säännösteltävyydestä aiheutuvat lisäkustannuksetkaan eivät ole mitään päätä huimaavia. Ne ovat tällä haavaa yhtä sarkaojaa kohti noin 30–40 mk, mikä vastaa noin 30–40 ojametrin kaivukustannuksia. Patona toimiva tukittavalla muoviputkella varustettu maapato toimii sitäpaitsi ylikulkupaikkana, mikä helpottaa myös koneiden liikkumista metsäojitusalueilla. Varsinaisen säännöstelytoimenpiteen vaatima työaika onkin sitten ojaa kohti hyvin lyhyt.

Muuten säännöstelemättömät pienehköt metsien ympäröivät luonnon vesialtaat kannattaa ottaa säännöstelyyn mukaan. Vesivarastoina toimien ne auttavat pitämään pohjaveden pinnan halutulla tasolla myös niitä ympäröivillä alavilla metsäojitusalueilla.

Suovesien mukana valuu vesistöihin aina myös ravinteita (Karsisto ja Ravela 1971) sekä humusta ja jopa karikkeita. Tulvavesien valuntaa rajoittamalla voidaan näin ollen vähentää myös näiden kulkeutumista vesistöihin.

Puuttumatta tässä sen enempää valunnansäännöstelyn yleishydrologiseen tai esim. luonnonsuojelulliseen merkitykseen voitaneet lyhyesti todeta: Metsäojituksen ja valunnansäännöstelyn avulla tulee paikallisten olosuhteiden puitteissa pyrkiä siihen, että happea ja vettä on kasvualustassa sopiva määrä oikeassa paikassa ja oikeaan aikaan.

KIRJALLISUUTTA

- Heikurainen, L. 1955. Über Veränderungen in den Wurzelverhältnissen der Kiefernbestände auf Moorböden im Laufe des Jahres. Selostus: Rämemännikön juuriston vuodenajoittaisista muutoksista. Acta Forest. Fenn. 65. Helsinki.
- Heikurainen, L. 1958. Sekametsiköiden juuristoista ojitetulla suolla. Referat: Der Wurzelaufbau in Mischwäldern auf entwässerten Moorböden. Acta Forest. Fenn. 67. Helsinki.
- Huikari, O. ja Paarlahti, K. 1967. Results of field experiments on the ecology of pine, spruce, and birch. Comm. Inst. Forest. Fenn. 62.1. Helsinki.
- Karsisto, K. ja Ravela, H. 1971. Eri ajankohtina annettujen fosfori- ja kalilannoitteiden huuhtoutumisesta metsäojitusalueilta. Summary: Washing away of phosphorus and potassium from areas drained for forestry and topdressed at different times of the year. Suo 22, 39–46.
- Paavilainen, E. 1966 a. Maan vesitalouden järjestelyn vaikutuksesta rämemännikön juurisuhteisiin. Summary: On the effect of drainage on root systems of scots pine on peat soils. Comm. Inst. Forest. Fenn. 61.1. Helsinki.
- Paavilainen, E. 1966 b. On the relationships between the root systems of white birch and norway spruce and the ground water table. Seloste: Hieskoivun ja kuusen juuriston suhteesta pohjavesipintaan mustikkakorvessa. Comm. Inst. Forest. Fenn. 62.1. Helsinki.
- Paavilainen, E. ja Virrankoski, K. 1967. Tutkimuksia veden kapillaarisesta noususta turpeessa. Summary: Studies on the capillary rise of water in peat. Folia Forest. 36. Helsinki.
- Pelkonen, E. 1975. Vuoden eri aikoina korkealla olevan pohjaveden vaikutus männyn kasvuun. Summary: Effects on scots pine growth on ground water adjusted to the ground surface for periods of varying length during different seasons of the year. Suo 26, 25–32.
- Simpanen, J. 1972. Kuusen ympärysmitan kasvua lyhyin aikavälein selittäviä malleja. Summary: Models explaining the growth of spruce circumference over short time intervals. Comm. Inst. Forest. Fenn. 78.3. Helsinki.

SUMMARY:

THE NEED FOR RUNOFF REGULATION ON PEATLANDS
DRAINED FOR FORESTRY

According to results presented previously by the author (Pelkonen 1975), a high water table during the late summer and fall has a harmful effect on tree growth on peatlands drained for forestry purposes. No harmful effect seemed to be involved, when the water table was maintained close to the soil surface in spring and early summer. In this paper, more data is presented on the influence on tree growth of a high water table in spring and early summer. In addition, some points concerning practical runoff regulation are discussed.

In two stands the water table was artificially maintained close to the soil surface for varying periods in the course of four summers (1972–1975). In the pine stand, an increase in circumference growth was recorded irrespective of treatment duration (Fig. 4). However, the increase was the greater, the longer the treatment duration. In 1975, the difference between treatments of different duration became apparent during a prolonged dry period (Fig. 6).

In the spruce stand, a significant decrease in growth was recorded in 1973 (Fig. 5). This was

obviously due to abundant cone production in the stand during that particular year (c.f. Simpanen 1972). In the case of Norway spruce, circumference growth was not as clearly influenced by treatment duration as was Scots pine. However, even in this case the increase in circumference growth appears to be greatest on the plot with the longest treatment duration.

Precipitation, depth of the water table, and cumulative circumference growth in 1975 are presented in Figure 7. It appears that no clear differences have developed between treatments

of different duration in the course of the dry spell in July–August. The different response of Scots pine and Norway spruce might be due to site differences.

On the basis of this experimental data, it seems probable that tree growth could be stimulated by maintaining the water table close to the soil surface in spring and early summer. In practice, the regulation of runoff from drained areas can easily be carried out by constructing peat dams in the ditches with plastic discharge tubes.

Figure 7. Precipitation, depth of the water table, and cumulative circumference growth in 1975. The figure is a line graph with three data series plotted against time (likely months) on the x-axis. The y-axis represents the values for precipitation, water table depth, and cumulative growth. The lines are somewhat faint and difficult to distinguish, but they show fluctuations over time. The text 'Figure 7' is visible at the top of the graph area.