

## MÄNNYN JA KUUSEN TAIMIEN KYVYSTÄ SIETÄÄ TULVAA VUODEN ERI AIKOINA

### SEASONAL FLOOD TOLERANCE OF SCOTS PINE AND NORWAY SPRUCE SEEDLINGS

#### JOHDANTO

Puun juurien joutuminen pohjavesipinnan alapuolelle suolla on ainakin kasvukauden aikana niiden elintoimintoja ja puun kasvua suuresti rajoittava tekijä. Tärkeimpänä syynä siihen pidetään suoveden tunnetusti alhaista happipitoisuutta, jota lähinnä vain sateet — sadevedessä olevan hapen ansiosta — pystyvät tilapäisesti kohottamaan. Huikarin (1959) suorittaman astiakokeen mukaan kasvualustan anaerobisuus vaikuttaa erityisesti männyn ja myös kuusen juurien kasvua hidastavasti. Esim. Vomperskijn ym. (1975) tutkimusten mukaan männyn ja kuusen juurien kasvu alkaa keväällä pohjavesipinnan yläpuolella kasvualustan lämpötilan ollessa n. 5—6°C. Pohjavesipinnan alapuolella olevien juurien kasvu pysähtyy sen sijaan kohta alkuunsa jatkuen vasta muutamia päiviä sen jälkeen, kun pohjavesi on laskenut niiden alapuolelle.

Pohjavesipinnan läheisyys ei sinänsä tunnu estävän juurien kasvun alkamista keväällä. Juurien kasvun on todettu alkavan, vaikka pohjavesipinta on ollut vain muutama cm:n etäisyydellä niistä. Orlovin (1966) tutkimusten mukaan männyn, kuusen ja koivun juurien kasvu pysähtyy kokonaan niiden jouduttua anaerobisiin olosuhteisiin.

Kokeet, joita hän suoritti pitäen männyn, kuusen ja koivun taimien juuristoja veteen upotettuina eri pituisia aikoja kasvukauden eri aikoina, osoittivat, että taimet kärsivät huomattavasti niiden juuristojen veden alla olemisesta. Eniten upotuksesta oli haittaa juurien voimakkaimman kasvun aikana ja loppukesällä. Ilman ja kasvualustan korkea lämpötila lisäsi upotuksen haittavaikutusta. Kuusen sietokyky osoittautui huomattavasti heikommaksi kuin männyn ja koivun, jotka saattoivat selvitä hengissä jopa koko kasvukauden jatkuneesta upotuksesta. Kuusella ja koivulla ei enintään kaksi ja männyllä enintään kolme päivää jatkunut upotus näyttänyt aiheuttavan oleellisia juuristovaurioita. Parhaiten taimien juuret kestivät upotusta keväällä ennen niiden kasvun alkamista. Upotuksessa mukana olleiden taimien kasvun heikkeneminen vertailutaimiin verrattuna johtui Orlovin mukaan ilmeisesti lähinnä siitä, että taimien ravinteiden saanti tyrehtyi melkein kokonaan.

Paavilaisen (1966a, 1966b) tutkimusten mukaan korvessa puiden juuret pysyvät elossa pohjavesipinnan alapuolella kauemmin kuin rämeellä. Tämän hän arvelee johtuvan osaltaan suoveden suuremmasta liikkuvuudesta ja ravinteisuudesta korvessa rämeeseen verrattuna.

Metsäntutkimuslaitoksen koeojitusalueilla on vuodesta 1969 alkaen suoritettu kokeita, joiden tarkoituksena on selvittää valunnan säännöstelyn vaikutusta puiden kasvuun. Ensimmäisissä kokeissa (Pelkonen

1975, 1976) pohjavettä pidettiin nostettuna eri pituisia aikoja vuoden eri aikoina useina vuosina peräkkäin samoilla koeruuduilla. Tällöin todettiin, että vuoden eri aikoina korkealla oleva pohjavesi vaikuttaa puiden kasvuun hyvin eri tavalla. Keväällä ja alkukesällä korkealla oleva pohjavesi saattaa kuivan ja lämpimän alkukesän sattuessa parantaa puiden kasvua, mutta loppukesällä ja syksyllä se osoittautui selvästi haitalliseksi. Näissä kokeissa huomattava osa puiden juurista oli aina pohjavesipinnan yläpuolella.

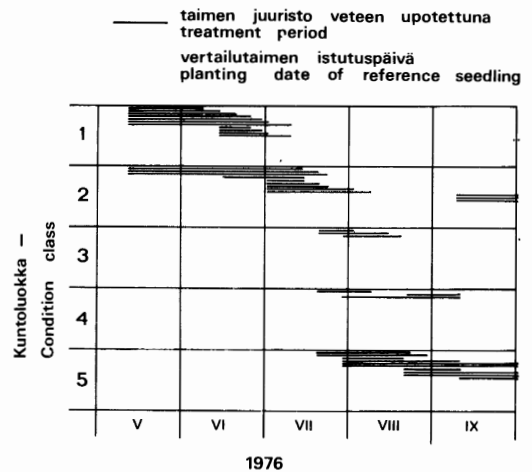
Koetoimintaa varten on myös perustettu säännösteltäviä ojaverkostoja, joiden avulla tutkitaan kuinka eri etäisyyksille maan pinnasta ja eri pituisiksi ajoiksi padottu vesi vaikuttaa puiden kasvuun. Maaston kaltevuudesta johtuen ei näilläkään ojitusalueilla ole voitu suorittaa sellaisia kokeita, joissa isojen puiden kaikki juuret olisivat olleet veden pinnan alapuolella. Pohjavesipinnan vaihtelujen oikean ajoittamisen sarnoin kuin vesien säännöstelystä yleensä (tai säännöstelemättä jättämisestä) puustolle aiheutuvien tulvahaittojen arvioimisen ja torjumisen kannalta on kuitenkin erittäin tärkeää tietää missä määrin puut sietävät koko juuriston veden alla olemista vuoden eri aikoina.

Tässä esiteltävässä tutkimuksessa käytettiin männyn ja kuusen taimia, joiden juuristoja pidettiin veteen upotettuina eri pituisia aikoja vuoden eri aikoina.

Käsitteilytöiden ovat lukeneet professori Olavi Huikari, MMT Eero Paavilainen ja MML Erkki Ahti, joka suoritti myös käännöstyön. Kiitän heitä samoin kuin muitakin tässä työssä avustaneita henkilöitä.

#### KOEJÄRJESTELYT

Kokeet suoritettiin Vilppulassa vuosina 1976—78 suureksi osaksi vapaa-aikana ilman, että siihen olisi ennakoon varattu aikaa ja taimimateriaalia. Tästä syystä jouduttiin käyttämään suhteellisen pieniä taimimääriä ja kooltaan vaihtelevia luonnon- taimia. Käytetyt männyn taimet olivat yleensä noin 4—5 vuoden ikäisiä ja 25—50 cm pitkiä. Ne olivat kasvaneet osittain savea sisältävillä ojamailla suolla. Vuonna 1976 istutetut kuusen taimet olivat noin 15—35 cm pitkiä alikasvotaimia, joilla saattoi olla ikää jopa yli 10 vuotta. Vuosina 1977—78 käytetyt kuusen taimet otettiin hakkuualalta. Ne olivat 3—4 vuotta vanhoja ja 10—25 cm pitkiä.



Kuva 1. Vuonna 1976 istutettujen männyn taimien kuntoluokka syksyllä 1977.

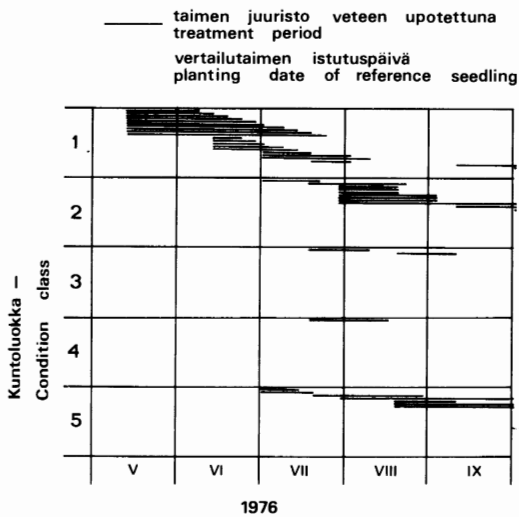
Figure 1. The condition class of the pine seedlings replanted in 1976 and classified in autumn 1977.

Kuntoluokat: 1 = hyvä  
2 = tyydyttävä  
3 = heikko  
4 = hyvin heikko  
5 = kuollut

Condition classes: 1 = good  
2 = satisfactory  
3 = poor  
4 = extremely poor  
5 = dead

Taimet irroitettiin puukolla juuripaakkui- neen, joiden tilavuus oli taimen koosta ja samassa paakussa olevien taimien lukumäärästä riippuen n. 0,5—2,0 dm<sup>3</sup>. Usein paakussa oli vain yksi taimi, mutta varsinkin kuusen taimia saattoi samassa paakussa olla useitakin. Paakut laitettiin muovipusseihin, joihin pisteltiin pieniä reikiä. Sitten pussit ripustettiin veteen siten, että taimien kaikki juuret olivat veden pinnan alapuolella. Taimien lukumäärät ja eri taimien upotusajat selviävät kuvista 1—4 ja taulukoista 1—2. Kuvassa yksi viiva merkitsee aina yhtä koetainta. Aika-akselilla viivan vasen pää osoittaa upottamisen ajankohtaa, ja oikeanpuoleinen pää — upotuksen päättymistä ja taimen istutuspäivää. Kuvissa olevat pisteet tarkoittavat siirtoistutettuja vertailutaimia, katkoviivat (kuvat 3 ja 4) sellaisia taimia, joiden juuripaakut olivat talven 1977—78 aikana pohjaan asti jäädytettyssä vesilammikossa.

Muiden kuin jäädytettyjen taimien upotuspaikkana oli rämeelle kaivettu hitaasti virtaavan veden täyttämä säännöstelyjoja paitsi keväällä 1978, jolloin taimien juuri-



Kuva 2. Vuonna 1976 istutettujen kuusen taimien kuntoluokka syksyllä 1977.

Figure 2. The condition class of the spruce seedlings replanted in 1976 and classified in autumn 1977.

paakkuja pidettiin järven rantavedessä. Ojassa oleva vesi jäätynä talvellakin ainoastaan vähän pinnasta. Taimien juuripaakkujen alaosat pysyivät näin ollen sulana koko talven. Talvella taimet olivat lumen peittämiä. Kesällä 1976 ja -77 säännöstelyojassa rämeellä pidettyihin kuusen taimiin ilmestyi jonkin verran suopursuruostetta. Uputusveden lämpötilaa mitattiin kesällä 1977 ja -78. Se vaihteli suuresti — rämeellä säännöstelyojassa (1977) muutamasta asteesta aina 14 asteeseen ollen korkeimmillaan samoissa lukemissa kuin kasvualustan lämpötila rämeellä. Järven rantaveden lämpötila (1978) oli upotuksen aikana korkeimmillaan jopa yli 20°C.

Uputuksen päätyttyä taimet istutettiin juuripaakkuineen suopeltoon, joka oli entistä kasvimaata. Kuivana aikana istutettuja taimia kasteltiin alussa ja rikkaruohoja poistettiin tarvittaessa leikkaamalla.

Taimien erilaisista upotusajoista johtuen niitä istutettiin kasvukauden eri aikoina, mikä sinänsä saattoi hiukan vaikuttaa niiden myöhempään kehitykseen.

#### TAIMISTA TEHDYT HAVAINNOT

Taimien kehitystä seurattiin silmämääräisesti. Myös kasvainten ja neulasten pituuksia mitattiin. Kaikki istutetut taimet luokiteltiin kuntoluokkiin niiden silmämääräisesti arvioidun kunnan perusteella. Vuonna 1976 istutetut taimet luokiteltiin syksyllä 1977 ja vuosina 1977 ja 1978

istutetut taimet — syksyllä 1978. Pituuskasvu ja neulasten pituus esitetään taulukoina, joissa useampia lähes samanlaisen käsittelyn alaisena olleita taimia on yhdistetty samoihin ryhmiin. Esitetyissä keskiarvoissa ovat mukana ainoastaan syksyyn 1978 asti elossa säilyneet taimet. Myös kuolleiden taimien lukumäärä on taulukoissa mainittu. Taimien kehityksestä esitetään tämän lisäksi eräitä silmämääräisiä havainnoita.

Tilanpuutteen takia tässä kirjoituksessa voidaan esittää kuntoluokat piirroksina ainoastaan vuosina 1976 ja 1978 istutetuista taimista ja kasvumittaustulokset ainoastaan v. 1977 istutetuista taimista.

#### KUNTOLUOKAN MÄÄRITTELY:

Kuntoluokkaan 1 = hyvä — luettiin sellaiset taimet, joiden ulkonäkö oli normaali tai sitten uusien neulasten rehevyydestä ja uusien silmujen kehittyneisyydestä päätellen selvästi normalisoitumassa; luokkaan 2 = tyydyttävä — taimet, joiden väri ja/tai uusien neulasten ja silmujen kehitys olivat heikentyneet, mutta jotka olivat kuitenkin selvästi elpymiskykyisiä; luokkaan 3 = heikko — taimet, joiden elpyminen näytti epävarmalta; luokkaan 4 = hyvin heikko — taimet, joiden neulaset olivat menettäneet vihreän värinsä melkein kokonaan tai sitten vihreitä neulasia oli hyvin vähän, silmut heikosti — jos ollenkaan — kehittyneet, taimi tavallisesti osittain kuivunut; luokkaan 5 luettiin kuolleet taimet.

#### TAIMIEN KUNTOLUOKKA ISTUTUKSEN JÄLKEEN

Kuvassa 1 on esitetty v. 1976 istutettujen männyn ja kuvassa 2 samana vuonna istutettujen kuusen taimien kuntoluokka syksyllä 1977 suoritettujen arvioinnin perusteella. Näitä kuvia tarkasteltaessa voidaan jo ensi silmäyksellä todeta, että taimien kunto upotus- ja istutusvuotta seuraavana syksynä ei riipu niinkään upotusajan pituudesta kuin upotuksen ajankohdasta kasvukauden aikana. Toukokuun 13. päivänä upotettujen ja viimeistään 9. päivänä heinäkuuta istutettujen männyn ja kuusen taimien kunto oli hyvä. Vielä 14—23. heinäkuuta istutettujen männyn taimien kunto oli hyvä ja samaan aikaan istutettujen kuusen taimien tyydyttävä. Näin ollen jopa 2 kuukautta ja 10 päivää juuristot veteen upotettuina olleet taimet selvisivät vähintään

Taulukko 1. Vuonna 1977 istutettujen männyn taimien kasvu.

Table 1. Growth of the pine seedlings replanted in 1977.

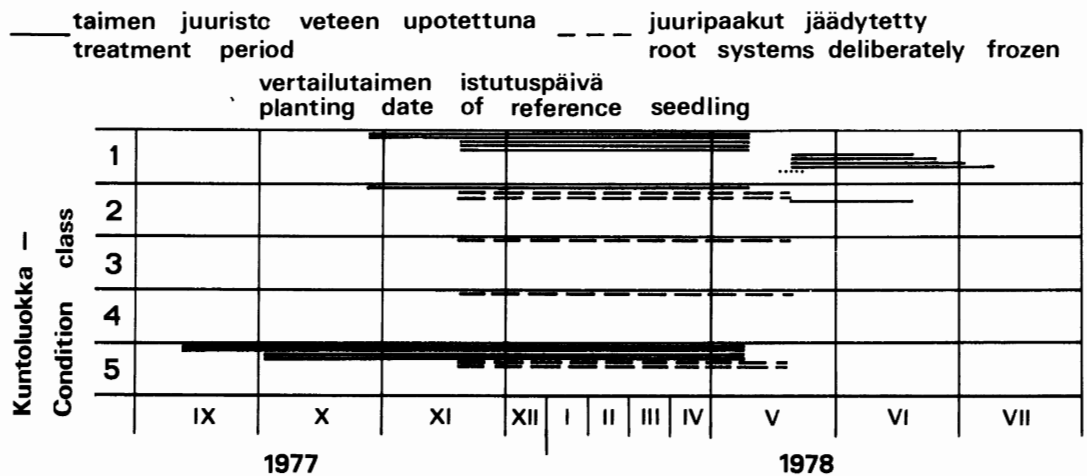
Taulukoiden keskiarvoissa ovat mukana ainoastaan syksyyn 1978 asti elossa säilyneet taimet.

Only the seedlings that were alive in autumn 1978 are included in the mean values of the tables.

Taimia, kpl Number of seedlings		Upotus alkoi Treatment started	Upotus päättyi = istutus Treatment ended = replanting date	Pituuskasvu, mm Height growth, mm			Neulasten pituus, mm Needle length, mm	
kaikki all	kuollut dead	1976—77	1977	1976	-77	-78	1977	-78
3		—	9. 5.— 2. 6.	190	62	153	40	52
9		—	1. 8.— 3. 10.	144	189	129	48	51
8	3	15. 11.	9. 5.—30. 6.	149	74	121	27	66
3		9. 5.	23.—30. 6.	133	62	121	22	55
3		»	25. 7.— 8. 8.	132	54	92	24	55
9		9. 5.—23. 6.	30. 6.	149	87	106	27	61
13	2	1. 7.	25. 7.—12. 8.	134	91	49	—	39
9	3	1. 8.	8. 8.—18. 9.	104	226	88	—	31
7	2	8. 8.—18. 9.	3. 10.	—	187	57	—	31
3		22. 8.	8.—18. 9.	—	191	76	—	31

<sup>1)</sup> Juuripaakut jäätyivät osittain.

<sup>1)</sup> Root systems partly frozen.



Kuva 3. Vuonna 1978 istutettujen männyn taimien kuntoluokka syksyllä 1978.

Figure 3. The condition class of the pine seedlings replanted in 1978 and classified in autumn 1978.

tydyttävästi. Vielä 14. päivänä kesäkuuta upotetut männyn taimet selvisivät hyvin ja kuusen taimet vähintään tyydyttävästi. Sen sijaan heinä-elo-syyskuussa taimien kyky sietää juuriston veteen upottamista osoitautui selvästi heikommaksi muutamia männyn kohdalle sattuneita poikkeuksia lukuun ottamatta. Kuusen sietokyky oli huomattavasti heikempi kuin männyn.

Vuonna 1977 istutettujen taimien joukossa oli myös sellaisia männyn ja kuusen taimia, joiden juuripaakut upotettiin veteen jo edellisenä syksynä marraskuun puolivä-

lissä. Nämä taimet, jotka istutettiin kesäkuun loppuun mennessä, selvisivät hyvin lukuun ottamatta muutamia männyn taimia, joiden juuripaakut jäätyivät talvella kokonaan. Muuten tänä vuonna upotettuna olleiden ja istutettujen taimien kuntoluokat olivat seuraavan vuoden syksyllä hyvin samanlaisia kuin v. 1976 istutettujen taimien kuntoluokat syksyllä 1977. Elossa selvisivät jopa sellaiset männyn ja kuusen taimet, joiden juuripaakkuja pidettiin veteen upotettuina 9. päivästä toukokuuta aina elokuun 8. päivään asti.

Vuoden 1978 istutuksia varten upotettiin muutamien männyn ja kuusen taimien juuripaakut veteen jo edellisenä syksynä 12. päivänä syyskuuta sekä 3. ja 28. päivinä lokakuuta. Kuten kuvista 3 ja 4 näkyy, näistä taimista selvisivät hengissä ainoastaan 28. päivänä lokakuuta upotetut männyn taimet, joista kahden kunto oli syksyllä 1978 hyvä ja yhden tyydyttävä.

Pakkasten alettua upotettiin vielä 18. marraskuuta muutamia männyn ja kuusen taimia siten, että osa juuripaakuista jäättyi umpijäähän ja toinen osa pysyi suurinpiirtein sulana jäätyen vain vähän juuripaakujen yläosasta. Molemmat taimiryhmät istutettiin keväällä heti lumen ja roudan suluttua. Kaikki sellaiset taimet, joiden juuripaakut olivat talven yli melkein kokonaan sulassa vedessä, voitiin syksyllä 1978 luoki-

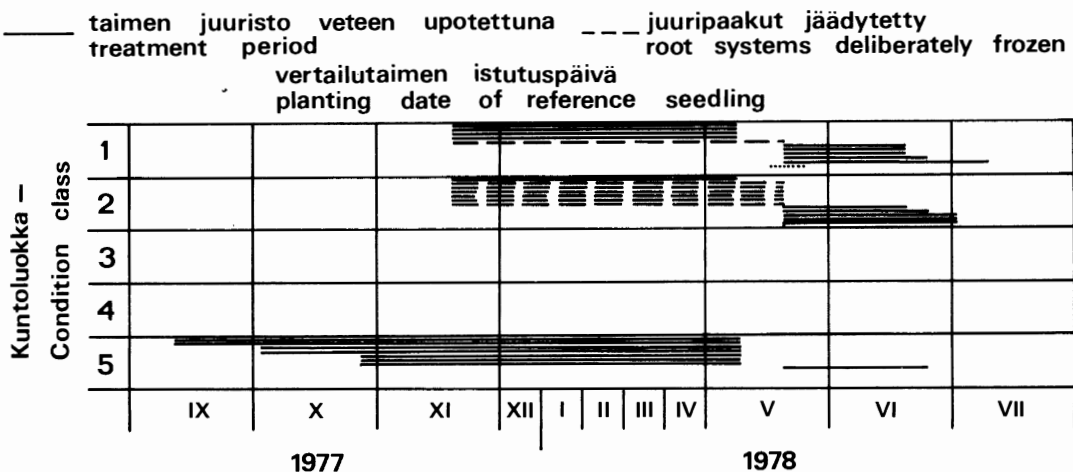
tella hyväksi. Niistä männyn taimista, joiden juuripaakut olivat jäädytetyssä vedessä, kaksi todettiin kuolleiksi, yksi hyvin heikoksi, yksi heikoksi, kaksi tyydyttäväksi ja hyviä ei ollut yhtään. Samalla tavalla käsitellyistä kuusen taimista yksi todettiin hyväksi ja viisi tyydyttäväksi. Kuusen taimet kestivät näin ollen juuriston jäädyttämisen selvästi mäntyä paremmin.

19. päivänä toukokuuta upotettiin vielä muutamien männyn ja kuusen taimien juuripaakut veteen — tällä kertaa järven ranta-veteen. Puiden pituuskasvu oli tällöin jo alkanut. Osaltaan siitä sekä upotusveden tavallista korkeammasta lämpötilasta (jopa yli 20°C) lienee johtunut, että varsinkin kuusen taimet kestivät juuriston veteen upottamisen tällä kertaa vähän huonommin kuin edellisinä vuosina.

Taimia, kpl Number of seedlings		Upotus alkoi Treatment started	Upotus päättyi = istutus Treatment ended = replanting date	Pituuskasvu, mm Height growth, mm			Neulasten pituus, mm Needle length, mm	
kaikki all	kuollut dead	1976—77	1977	1976	-77	-78	1977	-78
8		—	9. 5.—30. 6.	96	87	147	13	13
16		—	25. 7.—3. 10.	72	84	55	12	10
10		15. 11.	9. 5.—30. 6.	106	56	111	10	13
3		9. 5.	23.—30. 6.	103	46	77	12	13
5		»	25. 7.— 8. 8.	66	33	33	12	12
9		9. 5.—23. 6.	30. 6.	101	54	69	12	13
11	8	1. 7.	25. 7.—12. 8.	58	59	24	—	7
14	9	1. 8.	8.—22. 8.	40	80	40	—	11
14	5	8. 8.—18. 9.	3. 10.	—	79	34	—	6
6		22. 8.	8.—18. 9.	—	77	31	—	6

Taulukko 2. Vuonna 1977 istutettujen kuusen taimien kasvu.

Table 2. Growth of the spruce seedlings replanted in 1977.



Kuva 4. Vuonna 1978 istutettujen kuusen taimien kuntoluokka syksyllä 1978.

Figure 4. The condition class of the spruce seedlings replanted in 1978 and classified in autumn 1978.

## TAIMIEN KASVU ISTUTUKSEN JÄLKEEN

Taulukoita 1 ja 2 tarkasteltaessa voidaan todeta, että jo pelkkä taimien siirtoistutus on yleensä heikentänyt niiden pituuskasvua istutusta seuraavana kasvukautena. Talvella ja/tai kevätkesällä juuripaakut veteen upotettuina olleiden taimien kasvu heikkeni useimmissa tapauksissa jonkin verran enemmän kuin edellä mainittujen vertailutaimien kasvu. Sitäkin enemmän heikkeni niiden taimien kasvu, joiden juuret olivat veteen upotettuina loppukesällä ja syksyllä. Viimeksi mainittujen taimien kasvua tarkasteltaessa on syytä muistaa, että taulukkojen keskiarvoissa ovat mukana ainoastaan syksyyn 1978 asti elossa säilyneet taimet, mikä tavallaan kaunistaa niiden kasvulukemia.

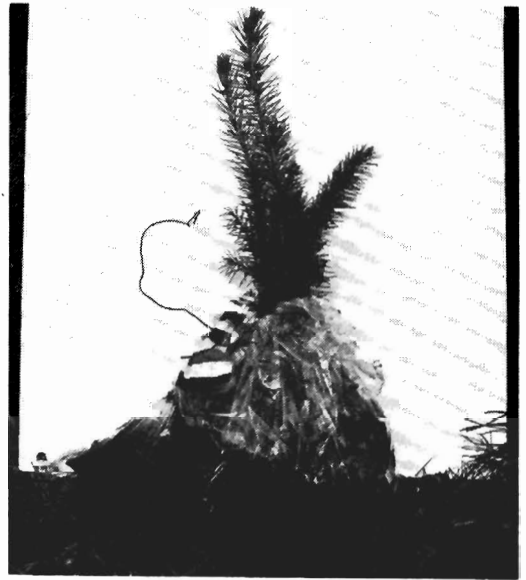
Eniten heikkeni sellaisten taimien kasvu, joiden juuripaakut jäädytettiin umpijähän talvella 1977—78. Näiden kasvulukemat eivät kuitenkaan sisälly edellä esitettyihin taulukoihin.

Siirtoistutettujen vertailutaimien kasvu alkoi keväällä silmämääräisten havaintojen



Kuva 5. Männyn taimia juuripaakut veteen upotettuina.

*Figure 5. Pine seedlings with their root systems in ditch water.*



Kuva 6. Vedestä valokuvausta varten nostettuja kuusen taimia.

*Figure 6. Spruce seedlings lifted from water for photography.*

mukaan muita ripeämmin. Juuristojen vedessä pitäminen keväällä ja kevätkesällä näytti jonkin verran hidastavan taimien kehitystä. Eniten myöhässä oli kuitenkin sellaisten taimien kehitys, joiden juuret olivat umpijäähän talvella. Niistä parhaiten elpynneiden kuusenkin taimien kasvu pääsi varsinaisesti alkamaan vasta kesä-heinäkuun vaihteessa. Alkukehityksen viivästyminen vaikutti luonnollisesti myös kasvun kokonaismäärään pienentävästi.

Talvella (melkein) sulassa vedessä ja kevätkesällä upotettuina olleiden männyn ja kuusen taimien uudet neulasen ja silmut kehittyivät vielä samana kesänä hyvin, jos upotus päättyi ja taimet istutettiin viimeistään heinäkuun alkupäivinä. Tämä merkitsi niiden kasvun elpymistä jo seuraavana kesänä.

## TULOSTEN TARKASTELUA

Edellä esitetyn perusteella voidaan todeta, että männyn ja kuusen taimet kestivät juuriston (melkein) sulassa vedessä pitämisen talven aikana varsin hyvin. Niiden seuraavan kesän kasvu tosin heikkeni jonkin verran. Tämän tutkimuksen perusteella ei kuitenkaan voida sanoa johtuiko niiden kasvun tilapäinen heikkeneminen juuriston veden alla olemisesta sinänsä vaiko juurien

mekaanisista vaurioista, joita tällaisen upotuksen yhteydessä ei voitu kokonaan välttää.

Juuripaakkujen jäätyminen umpijäähän osoittautui varsinkin männyn kohdalla erittäin haitalliseksi. Kuusen taimet kestivät juurien jäätyksen selvästi mäntyä paremmin, mutta niidenkin kasvu heikkeni jyrkästi. Suurimpana syynä taimien kasvun heikkenemiseen saattaa olla niiden vedensaannin vaikeutuminen talven ja kevään kuivattavien säiden aikana. Mieleen tulevat tietysti myös jäätyksen juuristolle mahdollisesti aiheuttamat mekaaniset vauriot, mutta tätä asiaa ei mitenkään tutkittu.

Keväällä aikaisin alkanutta juuriston veden alla pitämistä männyn ja kuusen taimet kestivät aina elokuulle asti, siis jopa kolme kuukautta. Jo kesäkuun loppupuolelle ja heinäkuun alkupuolelle jatkunut juuriston upotus hidasti kuitenkin taimien kehitystä ja heikensi jonkin verran niiden kasvua kuluvana kesänä. Tämä johtui ilmeisesti osittain siitä, että männyn ja kuusen juurien veden alla oleminen viivytti juurien kasvun alkamista keväällä (kts.

Vomperskij ym. 1975). Taimien koko juuriston veden alla oleminen vaikeutti ilmeisesti myös niiden veden- ja ravinteidenottoa. (kts. Orlov, 1966).

Loppukesällä ja syksyllä männyn ja kuusen taimien kyky sietää juuriston veteen upottamista oli selvästi heikompi kuin talvella, keväällä ja alkukesällä. Jopa kahdenkolmen viikon pituinen upotus saattoi tuolloin koitua taimen tuhoksi. Kuusen sietokyky osoittautui huomattavasti heikomaksi kuin männyn. Yksilöllisiä eroja esiintyi männyn kohdalla enemmän kuin kuusen kohdalla. Niinpä yksi männyn taimi selvisi hengissä koko elo-syyskuun jatkuneesta upotuksesta vuonna 1976. Merkille pantavaa on, että varsinkin kuusen kyky sietää juuriston veteen upottamista osoittautui heikoksi vielä marraskuussa, siis aina talven tuloon asti (kts. kuvat 3 ja 4). Kasvualustan ja upotusveden lämpötila lähestyi tuolloin jo jäätympistettä. Puiden uusien juurien kyky sietää veden alla olemista pysyi ilmeisesti heikkona aina talvipakkasiin asti.

Koko juuriston veden alla oleminen vaikuttaa tässä tutkimuksessa männyn ja kuusen taimiin kasvukauden eri aikoina suunnilleen samalla tavalla kuin Orlovin (1966) tutkimuksessa ja vuoden eri aikoina hyvin samansuuntaisesti kuin korkealla oleva pohjavesi isoihin puihin Metsäntutkimuslaitoksen koeojitusalueilla aikaisemmin suoritetuissa kokeissa (Pelkonen 1975, 1976). Eroa isoihin puihin verrattuna oli lähinnä alkukesän kohdalla. Kaikkien juurien veden alla oleminen näyttää haittaavan männyn ja kuusen kasvua myös alkukesällä.

#### JOHTOPÄÄTÖKSIÄ

Vaikka mänty ja kuusi sietävätkin juuriston veden alla olemista talven aikana varsin hyvin, ei sitä tämän tutkimuksen perusteella voida täysin haitattomana pitää. Vettä ei saisi päästää talvella nousemaan ainakaan niin korkealle, että puiden juuret jäätyvät umpijäähän. Puiden vedensaannin turvaamisen kannalta saattaa kuitenkin olla eduksi, jos pohjavesi on talvella suhteellisen lähellä puiden juuria.

Keväällä ennen puiden juurien kasvun alkamista ei niiden lyhytaikaisesta joutumisesta veden alle liene haittaa. Tähän vuodenaikaan vesi päinvastoin edistää roudan sulamista ja kasvualustan lämpenemistä. Puiden kasvun alkamisen kannalta on kuitenkin ilmeisesti eduksi, että kasvualustan lämpötilan nousua juurien kasvun mahdollistavalle tasolle suurin osa puiden juurista



Kuva 7. 19. 5.—1. 7. -78 juuristo veteen upotettuna ollut männyn taimi syksyllä 1978.

Figure 7. A pine seedling treated from May 19. to July 1. in 1978. Photographed in autumn 1978.

on jo pohjavesipinnan yläpuolella. Hallanaroilla kasvupaikoilla saattaisi tosin olla jopa hyväksi, jos kuusen taimien kehitystä voitaisiin keväällä vähän hidastaa. Kuivuuden torjumisen kannalta olisi taas suotavaa ettei pohjavesi laskisi alkukesällä kovin nopeasti (vert. Pelkonen 1976).

Heinäkuusta aina talventuloon asti näyt-

tää suhteellisen lyhytaikainenkin juuriston veden alla oleminen vaikuttavan puiden kasvuun hyvin haitallisesti. Loppukesällä ja syksyllä toisinaan hyvin runsaatkin sadevedet pitäisi tällöin pystyä johtamaan pois ojitusalueilta siinä määrin, etteivät puiden juuret jäisi pohjavesipinnan alapuolelle ainakaan paria päivää pidemmäksi aikaa.

#### KIRJALLISUUS

Huikari, O. 1959. On the effect of anaerobic media upon the roots of birch, pine and spruce seedlings. Selostus: Kasvualustan anaerobisuuden vaikutuksesta koivun, männyn ja kuusen taimien juuristoihin. Comm. Inst. Forest. Fenn. 50. 9.

Orlov, A. Ja. 1966. Rost i žiznedejatel'nost' sosny, eli i berezy v uslovijah zatoplenija kornevyh sistem. — V sb. "Vlijanie izbytočnogo uvlažnenija počv na produktivnost' lesov". Moskva, izd-vo "Nauka".

Paavilainen, E. 1966a. 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.

Paavilainen, E. 1966b. On the relationsips between the root systems of white birch and norway spruce and the ground water table. Selostus: Hieskoivun ja kuusen juuriston suhteesta pohjavesipintaan mustikkakorvessa. Comm. Inst. Forest. Fenn. 62. 1.

Pelkonen, E. 1975. Vuoden eri aikoina korkealla olevan pohjaveden vaikutus männyn kasvuun. Summary: Effects on scots pine growth of ground water adjusted to the ground surface for periods of varying length during different seasons of the year. Suo 26; 25—32.

Pelkonen, E. 1976. Valunnan säännöstelyn tarpeellisuudesta metsäojitusalueella. Summary: The need for runoff regulation on peatlands drained for forestry. Suo 27; 25—32.

Vomperskij, S. E., Sabo, E. D., Formin, A. S. 1975. Lesosušitel'naja melioracija. Lesnaja promyšlennost', Moskova.

#### SUMMARY:

### SEASONAL FLOOD TOLERANCE OF SCOTS PINE AND NORWAY SPRUCE SEEDLINGS

The root systems of rooted Scots pine and Norway spruce seedlings were kept in slow-flowing or stagnant ditch water for periods of varying length during different seasons. In the snowless period, the "flood" lasted from one week to three months. The seedlings were planted immediately after they had been removed from water.

If the treatment was started early in the spring before the beginning of root activity, both pine and spruce seedlings survived even if the treatment lasted until beginning of August. However, slight negative effects in growth and general development were observed.

During late summer and autumn, pine and spruce seedlings appeared to suffer much more of temporary "flooding" treatments than in spring and early summer. A treatment period of 2—3 weeks often was detrimental to a seedling. Norway spruce seedlings were less resistant in this respect than Scots pine seedlings. In November

when soil temperature is approaching 0°C in Southern Finland, artificial flooding still caused damage to spruce seedlings.

Part of the seedlings included in the experiments were kept in water throughout the winter. The effect of the treatment on the seedlings depended on the degree of ice formation in the water reservoir. If only a thin ice cover was formed (slow-flowing water), leaving major part of the root system in liquid water, both pine and spruce seedlings survived quite well; only a slight decrease in growth was observed during the following growth period.

Instead, if the whole root system was surrounded by solid ice (stagnant water), more negative influences were observed, especially in the case of Scots pine. Also in the case of Norway spruce, a considerable decrease in growth during the next growing season was detected. Analogous experiments with larger individuals of the same two species (Pelkonen 1975, 1976 have shown corresponding results.