

# METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA

98

KANNUKSEN TUTKIMUSASEMA

ISSN 0358-4283



Jyrki Hytönen

## VAAKA- JA PYSTYISTUTUKSEN VERTAILUA PAJUNKASVATUKSESSA

KANNUS 1983

**Metsäntutkimuslaitos  
Kannuksen tutkimusasema  
Valtakatu 18  
69100 Kannus  
puh. 968-71161**

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN  
TIEDONANTOJA 98  
KANNUKSEN TUTKIMUSASEMA ISSN 0358-4283

VAAKA - JA PYSTYISTUTUKSEN VERTAILUA PAJUNKASVATUKSESSA

Jyrki Hytönen

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ. ABSTRACT .....	2
1. JOHDANTO .....	3
2. AINEISTO .....	4
2.1. Vaakaistutuskoe .....	4
2.2. Vaaka- ja pystyistutuksen vertailukoe .....	4
2.3. Mittaukset .....	5
3. TULOKSET .....	5
3.1. Istutussyvyys .....	5
3.2. Pistokaspituus .....	6
3.3. Istutustapa .....	9
4. TARKASTELUA .....	11
KIRJALLISUUS .....	13

KANNUS 1983

## TIIVISTELMÄ. ABSTRACT

HYTÖNEN, J. 1983. Vaaka- ja pystyistutuksen vertailua pajunkasvatuksessa. Comparison of horizontal and vertical planting of willow cuttings. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 98.

Pajun pistokkaiden vaaka- ja pystyistutusta tutkittiin kahdessa turvetuotannosta vapautuneelle alueelle perustetussa kokeessa. Ensimmäisessä kokeessa tutkittiin pistokkaan pituuden, istutussyvyyden ja maan tiivistämisen vaikutusta kasvuston kehitykseen ja biomassatuotokseen vaakaistutuksessa. Toisessa kokeessa vertailtiin vaaka- ja pystyistutusmenetelmiä keskenään.

Vaakaistutuksessa istutussyvyydellä oli suurin merkitys juurtumiseen ja biomassatuotokseen. Maanpinnan tiivistämisellä oli selvä positiivinen vaikutus. Parhaiksi osoittautuivat 1...5 cm:n istutussyvyudet. Pistokkaan pituuden vaikutus oli vähäisempi, paras tuotos saatiin käytettäessä 60 ja 90 cm:n pituisia pistokkaita.

Istutustapojen vertailukokeessa pystysuoraan istutettujen pistokkaiden kuolleisuus oli huomattavasti pienempi ja vesojen määrä pistokasta kohden suurempi kuin vaakaistutuksessa.

- - -

Horizontal and vertical planting of willow cuttings was studied in two experiments on a cut-away peat bog. In the first experiment the effects of cutting length, planting depth and compacting of soil on the development and biomass production of willow stands were studied. Horizontal and vertical planting methods were compared in the second experiment.

In the case of horizontal planting, the planting depth had the most significant effect on the survival and production. Compacting the soil had a positive effect. Planting depths of 1...5 centimeters gave the best results. The length of the cuttings was of secondary importance. Cuttings of 60...90 cm gave the best results.

The survival of cuttings planted vertically was markedly better and the number of sprouts per stool higher than in the case of horizontal planting.

## 1. JOHDANTO

Energiapajukoeviljelmät perustetaan Suomessa istuttamalla 20 cm:n pituiset pistokkaat maahan tavallisesti pystysuoraan siten, että pistokkaasta jää maanpinnan yläpuolelle 2-5 cm. Pystyistutuksen viljelytekniikan lisäksi maassamme on tutkittu pistokkaiden liotuksen, pituuden, läpimitan, emokasvissa sijainnin ja valmistusajan vaikutusta niiden kasvuun (esim. ROSSI 1979, 1980). Pajunviljelyohjeita on annettu jo vanhassa, pajujen kasvatusta käsityömateriaaliksi käsittelevässä kirjallisuudessa (esim. FLINTA 1881, NORDBERG 1928).

Pajun pistokkaat juurtuvat myös vaakasuoraan asentoon istutettuina. Vaakaistutusta on kokeiltu lisäksi mm. plataanilla (McALPINE ym. 1972) ja sitä käytetään sokeriruokoviljelmiä perustettaessa. Vaakaistutuksen suurimpana etuna on pidetty istutustyön helpompaa koneellistamismahdollisuutta (ROSSI 1981, STEINBECK ja McALPINE 1976). Myös pistokkaiden valmistuskustannukset laskevat, mikäli vaakaistutuksessa voidaan käyttää pidempiä pistokkaita, jopa kokonaisia vesoja. Suomessa on valmistettu prototyyppejä sekä pysty- että vaakasuoraan pistokkaita istuttavista koneista. Koneellisen vaakaistutuksen tuotos on ollut suurempi kuin pystyistutuksen (HARSTELA ja TERVO 1981). Tosin uusimmalla automaattisella leikkuu- ja syöttölaittein varustetulla istutuskoneella tuotos pystyistutuksessa ylittää jo vanhemmilla, vaakaan istuttavilla koneilla saavutetut tuotokset (HARSTELA ja TERVO 1982).

Ensimmäisessä tämän työn kokeessa tutkittiin pistokaspituuden, istutussyvyyden sekä maan tiivistämisen vaikutusta vaakasuoraan, vakoihin istutetun koripajuviljelmän kasvuston kehitykseen ja biomassatuotokseen. Ensimmäisen vuoden tulokset kasvuston kehityksen osalta on esitetty PERA-symposiossa v. 1981 (BÄCKSTRÖM 1981). Nyt eri käsittelyitä verrataan toisiinsa kolmen vuoden tuotosten sekä kasvustojen kehittymisen pohjalta. Toisessa kokeessa vertailtiin vaaka- ja pystyistutusta keskipituuden, vesojen määrän ja ensimmäisen kasvukauden jälkeisen kuolleisuuden suhteen.

Kokeiden perustamisen ja mittauksen kenttätöistä huolehti apuj. Kaarlo Sirviö ja aineiston käsittelyssä avusti tutkimusapulainen Seppo Vihanta. Käsikirjoituksen ovat luke- neet prof. Eero Paavilainen, MMK Ari Ferm ja FM Eero Tikkanen. Puhtaaksikirjoituksesta huolehti Maire Ala-Pönttiö.

## 2. AINEISTO

Pistokaspituuden, istutussyvyyden ja maan tiivistämisen merkitystä vaakaistutuksessa selvittelevä koe perustettiin ke- väällä 1980 sekä pysty- ja vaakaistutusta vertaileva koe ke- väällä 1982 Haapavedellä sijaitsevalle Piipsannevalle. Alue on turpeen tuotannosta vapautunutta suota.

### 2.1. Vaakaistutuskoe

Koripajun (Salix viminalis, klooni E 7901) pistokkaat istu- tettiin toukokuun lopulla v. 1980. Kokeessa oli 20 kahdesti toistettua pistokaspituuden ja istutussyvyyden yhdistelmää. Ruutujen koko oli 30 m<sup>2</sup>. Pistokaspituudet olivat 30, 60, 90 ja 120...150 cm. Pisimmät pistokkaat olivat käsittelemättömiä vesoja, joten niiden pituus vaihteli. Pistokkaat istutettiin vaaka-asentoon turpeeseen tehtyihin vakoihin, joiden syvyydet olivat 1,5 ja 10 cm. Lisäksi osalla koeruuduista, joilla pistokkaat istutettiin viiden ja kymmenen cm:n syvyyteen, tur- vekerros tiivistettiin. Koealue kalkittiin v. 1981 (n. 4000 kg dolomiittikalkkia/ha) ja lannoitettiin vuosittain Normaali-Y- lannoksella n. 600 kg/ha (n. 96 kg N/ha). Rikkaruohoja tor- juttiin puutarhajyrsimellä. Pajukkoa kasvatettiin yhden vuo- den kiertoajalla.

### 2.2. Vaaka- ja pystyistutuksen vertailukoe

Koe perustettiin touko-kesäkuussa v. 1982. Sekä vaaka- että pystyistutuksessa käytettiin kolmea viljelytiheyttä: 7.1, 4.8 ja 3.6 pistokasta/m<sup>2</sup>. Kokeessa käytetyt pajukloonit oli- vat Salix aquatica (klooni E 4856, Ruotsinkylä), Salix vimi- nalis (klooni E 7901, Tammisaari), Salix x dasyclados (kloo- ni P 6011, Oulu ja klooni V 761, Mikkeli). Kukin istutus- tiheys ja -tapa toistettiin kolmesti. Ruutuja oli 72 kpl ja niiden koko oli n. 64 m<sup>2</sup>. Kaikkiin käsittelyihin istutettiin

keskenään vertailukelpoista pistokasmateriaalia; kuitenkin kloonien P 6011 ja V 761 pistokkaat eivät olleet ensiluokkaisia. Koealue lannoitettiin kesäkuun alussa Normaali-Y-lannoksella 600 kg/ha (96 kg N/ha).

### 2.3. Mittaukset

Vaakaistutuskoe on mitattu perustamisvuoden syksyllä v. 1980 (BÄCKSTRÖM 1981). Syksyllä 1982 mitattiin vesovien kantojen osuus kaikista kannoista, vesojen lukumäärä sekä vesojen pituudet. Ruutujen kasviaineksen tuoremassa punnittiin syksyllä 1980, 1981 ja 1982. Jokaiselta koeruudulta otettujen osanäytteiden avulla selvitettiin tuore- ja kuivamassan suhde erikseen lehtien ja versojen osalle. Vuosien 1980 ja 1981 kuivamassan laskennassa käytettiin vuoden 1982 kosteusarvoja. Vuosina 1980 ja 1981 ei lehti- ja runkobiomassaa erotettu toisistaan.

Vaaka- ja pystyistutusta vertailevalta kokeelta mitattiin kuolleiden pistokkaiden osuus kaikista pistokkaista, vesojen pituudet sekä vesojen määrä pistokasta kohti.

## 3. TULOKSET

### 3.1. Istutussyvyys

Ensimmäisenä kasvukautena jäivät lyhimmiksi 10 cm:n syvyyteen istutettujen pistokkaiden vesat (kuva 1A). Ero oli tilastollisesti merkitsevä. Sen sijaan istutussyvyydellä ei ollut vaikutusta enää vuoden 1982 vesojen pituuskasvuun. Pituuskasvu ei v. 1982 ollut suurempi kuin juurtumiskasvukautena; päinvastoin vesojen keskipituus pienimmissä istutussyvyyksissä oli huomattavasti laskenut.

Vesojen lukumäärä lisääntyi. Eräissä käsittelyissä se oli v. 1982 yli kuusinkertainen vuoden 1980 määrään verrattuna (kuva 1B). Selvästi eniten vesoja oli ruuduissa, joissa pistokkaat oli istutettu yhden ja viiden cm:n syvyyteen ja vähiten jos pistokkaat olivat 10 cm:ssä. Lisäksi maan

tiivistäminen paransi vesomiskykyä, mitä ei v. 1980 havaittu. Kuolleiden pistokkaiden osuus (kaikki pistokaspituudet mukaan luettuna) oli suurin 10 cm:n syvyyteen istutettaessa (kuva 1C). Turpeen tiivistäminen pienensi kuolleiden pistokkaiden osuutta.

Kuiva-ainetuotokset vuosina 1980, 1981 ja 1982 on esitetty kuvassa 2. Istutussyvyydet 1, 5 ja 5 T (tiivistetty) cm antoivat parhaan tuloksen, taaskin maan tiivistämisellä oli positiivinen vaikutus. Eri vuosina suurin kokonaisbiomassatuotos oli ruuduilla, joissa pistokkaat oli istutettu 1 cm:n (v. 1982  $0,207 \text{ kg/m}^2$ ) ja 5 T cm:n (v. 1980  $0,067 \text{ kg/m}^2$ , v. 1981  $0,353 \text{ kg/m}^2$ ) syvyyteen.

### 3.2. Pistokaspituus

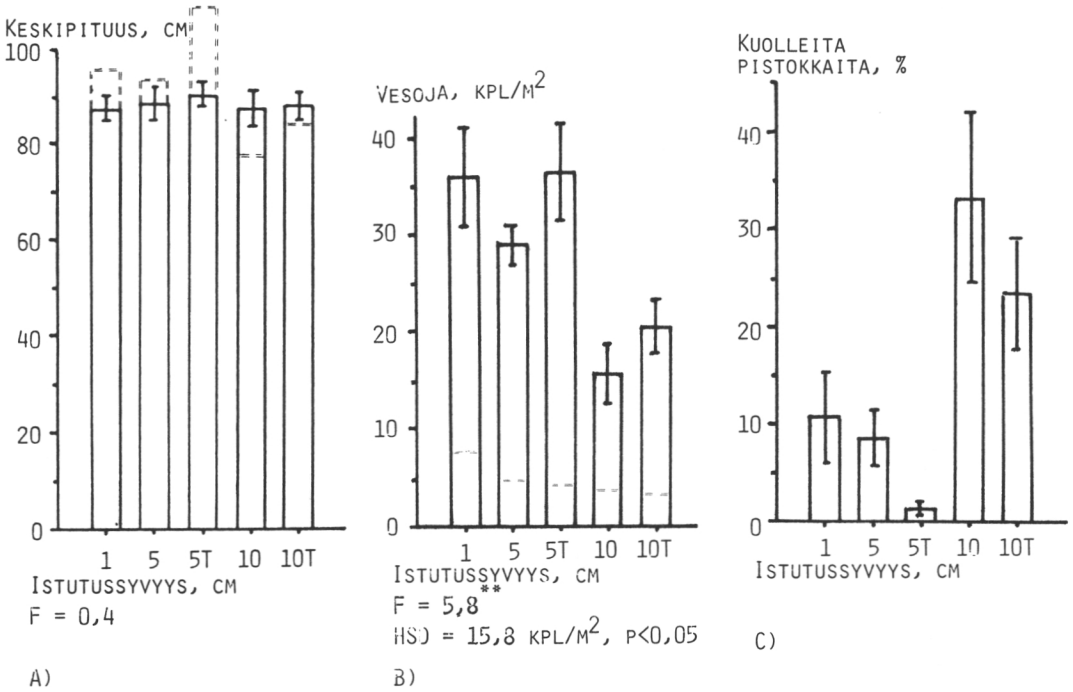
Vaakaan istutettujen pistokkaiden pituudella oli merkitsevä vaikutus vesojen pituuskasvuun vielä kolmantena kasvukautena - päinvastoin kuin istutussyvyydellä (kuva 1A ja 3A). Parhaiten kasvoivat pisimpiin pistokkaisiin syntyneet vesat.

V. 1980 koripaju vesoi vaakaan istutettuna sitä paremmin mitä lyhyempi pistokas oli (kuva 3B). Kolmantena kasvukautena pisimmät pistokkaat vesoivat parhaiten. Tosin erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Vesojen lukumäärä kaikilla ruuduilla on moninkertaistunut kolmessa vuodessa.

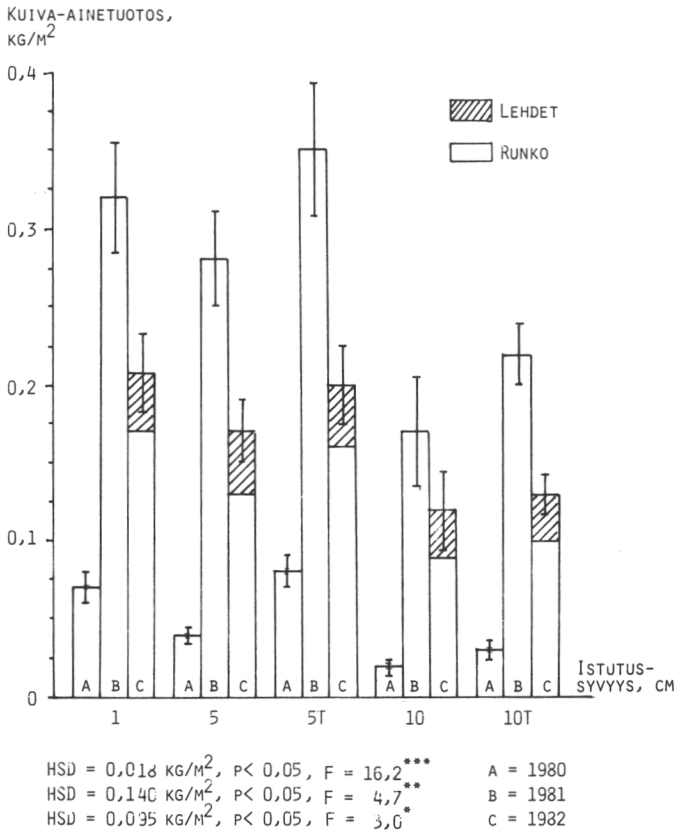
Lyhyempiä pistokkaita oli vuoden 1982 inventoinnin mukaan kuollut huomattavasti enemmän kuin pitkiä. Sama ilmiö havaittiin jo ensimmäisen kasvukauden jälkeen. Lukumääräinen kuolleisuus ei eripituisten pistokkaiden ollessa kyseessä anna oikeaa kuvaa. Istutettuina pistokasmetreinä ilmaistu kuolleisuus ei poikennut eri pituisilla pistokkailla huomattavasti toisistaan.

Biomassatuotos v. 1980 oli suurin käytettäessä 60 ja 90 cm:n pituisia pistokkaita. Parhaan tuotoksen v. 1981 ja 1982 antoivat 90 cm:n pistokkaat (kuva 4). Erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Istutussyvyyden vaikutus tuotokseen oli selvästi suurempi kuin pistokkaan pituuden.

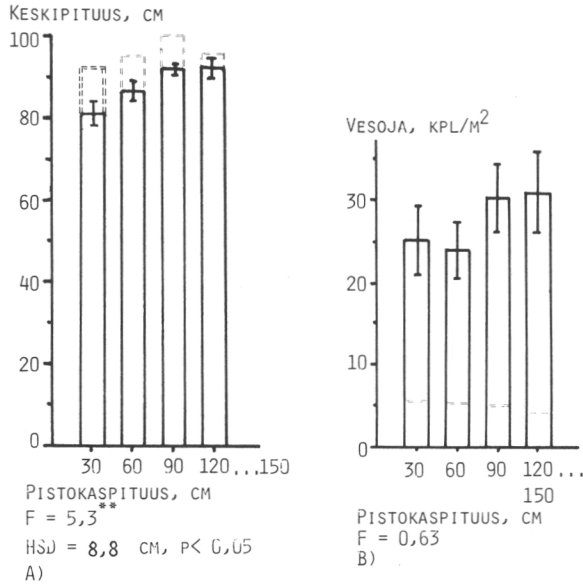




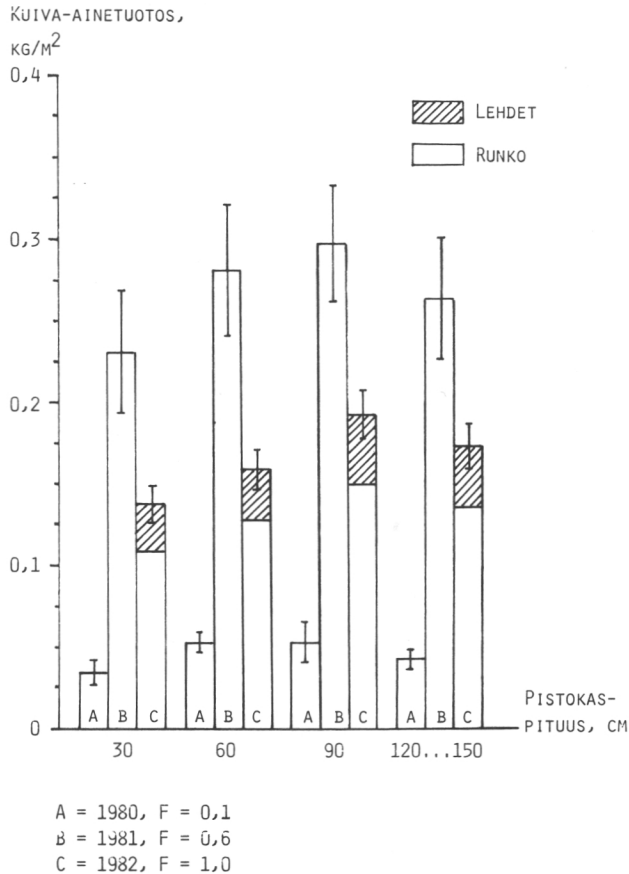
Kuva 1. Istutussyvyyden, maan tiivistämisen ja vesojen keskipituuden (A), vesojen lukumäärän (B) ja kuolleiden vesojen osuuden (C) välinen vuorosuhde v. 1982. Katkoviivalla osoitettu v. 1980 tulokset.



Kuva 2. Istutussyvyyden, maan tiivistämisen ja kuiva-ainetuotoksen välinen vuorosuhde vuosina 1980, 1981 ja 1982.



Kuva 3. Pistokkaan piteuden, vuoden 1982 vesojen keskipiteuden (A) ja vesojen lukumäärän (B) välinen vuorosuhde. Katkoviivalla osoitettu v. 1980 tulokset.



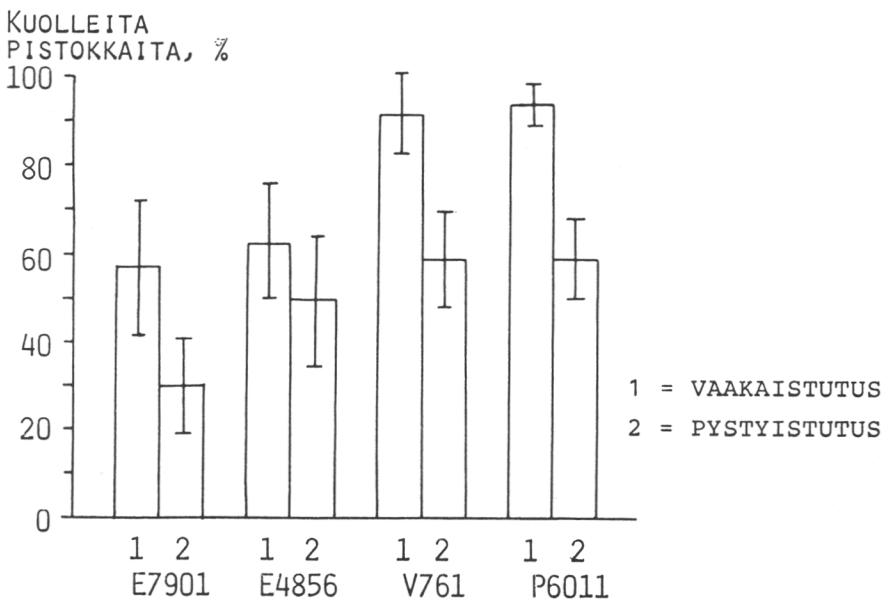
Kuva 4. Pistokkaan piteuden ja kuiva-ainetuotoksen välinen vuorosuhde v. 1980...1982.

### 3.3. Istutustapa

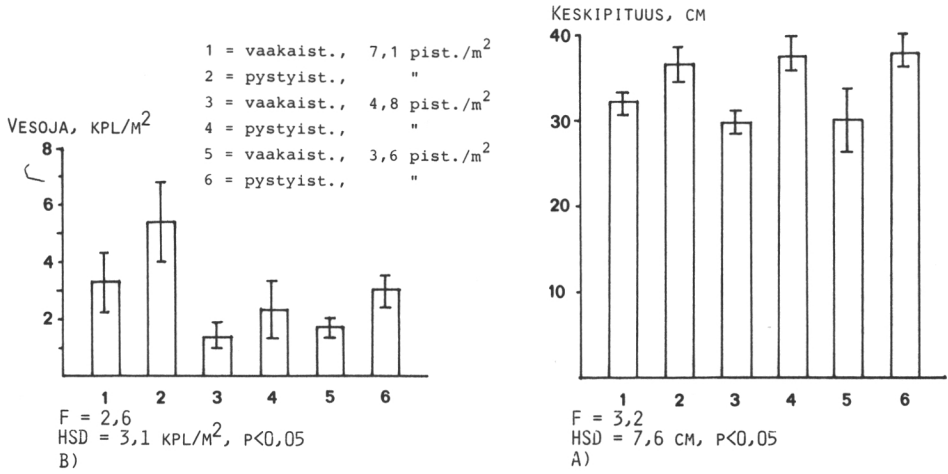
Pistokkaiden kuolleisuus vaaka- ja pystyistutusta vertailevassa kokeessa oli suuri (kuva 5). Kloonien V 761 ja P 6011 kuolleisuus oli kummallakin istutustavalla yli 50 %. Eri-tyisesti vaakaan istutettuja pistokkaita kuoli hyvin runsaasti - yli 90 %. Myös kloonien E 7901 ja E 4856 vaakaan istutettuja pistokkaita kuoli runsaasti.

Vesojen määrän ja keskipituuden vertaaminen ei suuren kuolleisuuden johdosta ole mahdollista kloonien V 761 ja P 6011 osalta. Pystysuoraan istutettujen pistokkaiden vesojen määrä oli klooneilla E 7901 ja E 4856 suurempi kuin vaakasuoraan istutettujen pistokkaiden (kuvat 6 ja 7). Kloonilla E 7901 vaakaistutus oli kaikilla tiheyksillä tilastollisesti merkitsevästi huonompi istutustapa. Vesipaju vesoi selvästi vähemmän kuin koripaju.

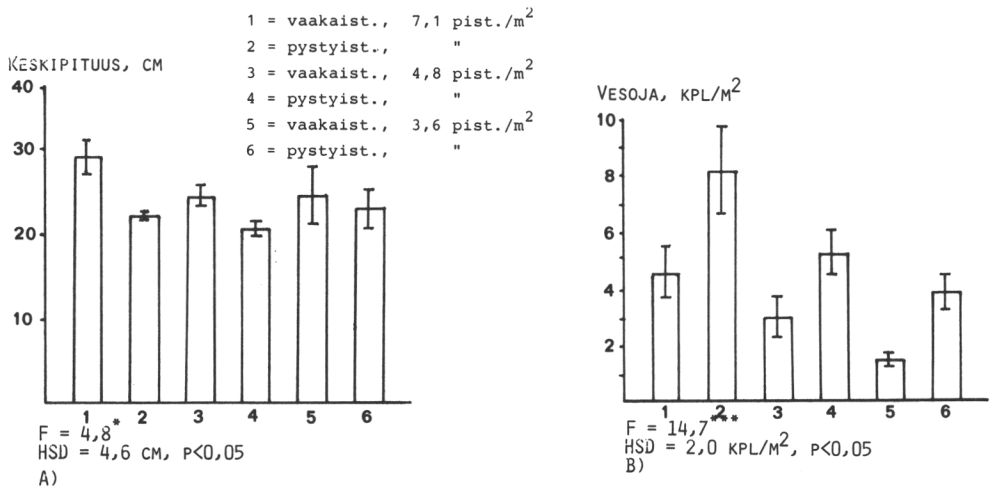
Vesojen keskipituudet olivat kloonilla E 7901 suuremmat vaakaistutuksessa kuin pystyistutuksessa, mutta erot olivat tilastollisesti merkitseviä vain suurimmissa istutustiheyksissä (kuvat 6 ja 7). Vesipajulla tilanne oli päinvastainen: pystyyn istutettujen pistokkaiden vesat olivat pisimmät. Erot olivat tilastollisesti merkitseviä kahdessa harvemmassa istutustiheydessä.



Kuva 5. Pistokkaiden kuolleisuus vaaka- ja pystyistutusta vertailevassa kokeessa.



Kuva 6. Vesipajukloonin E 4856 vesojen keskipituus (A) ja vesojen määrä (B).



Kuva 7. Koripajukloonin E 7901 vesojen keskipituus (A) ja vesojen määrä (B).

#### 4. TARKASTELUA

Istutusvyvyys osoittautui vaakaistutuksessa tärkeimmäksi viljelmän perustamisen onnistumiseen ja tuotokseen vaikuttavaksi tekijäksi. Maanpinnan tiivistämisellä oli selvä positiivinen vaikutus. Pistokkaan pituuden vaikutus oli vähäisempi; paras tuotos saatiin käytettäessä 60 ja 90 cm:n pituisia pistokkaita. Tämän kokeen perusteella koripajunpistokkaiden vaakaistutuksessa paras istutusvyvyys on 1...5 cm, maa olisi tiivistettävä ja pistokkaiden oltava 60...90 cm:n pituisia. Tulokset lienevät yleistettävissä useimpien muidenkin pajukloonien kuin E 7901:n osalle.

Vaaka- ja pystyistutuksen vertailukokeen tulokset ovat ensimmäiseltä kasvukaudelta ja siten vasta suuntaa antavia. Vuoden 1982 heinä-elokuu oli erittäin kuiva, mikä lienee haitannut erityisesti vaakaan istutettujen pistokkaiden juurtumista. Näiden tulosten valossa perinteinen pystyistutus näyttäisi olevan huomattavasti varmempi viljelmän perustamistapa kuin vaakaistutus. Pystyistutuksessa kuolleisuus oli kaikissa tapauksissa pienempi ja tuotosta indikoiva vesojen määrä suurempi kuin vaakaistutuksessa. Myös muilla kevään 1982 kokeilla pistokkaiden juurtuvuus oli alhainen. Poppeliviljelmän perustamisessakin klassinen pystyistutus on todettu parhaaksi menetelmäksi pistokkaita käytettäessä (BONDUELLE 1980).

CHMELARIN (1974) mukaan pistokkaat kasvavat hyvin pystysuorassa ja vinossa asennossa ja melkein vaakasuoraankin asetettuina. Kuitenkin on olemassa vaara, että pistokkaat kuivuvat istutettuina vaakasuoraan asentoon lähelle maan pintaa (CHMELAR 1974). Maan tiivistäminen pienentäneekin kuivumisvaaraa.

McALPINE ym. (1972) tutkivat plataanin (Platanus occidentalis L.) vaakaistutuskokeessa kahden istutusvyvyden (3" ja 6") sekä kilpailevan kasvuston vaikutusta pituuskasvuun ja juurtumiseen. Syvemmälle istutettujen pistokkaiden vesojen keskipituus oli hiukan suurempi kuin lähemmäksi maan pintaa istutettujen, mutta vesojen lukumäärä ja elossa-

olevien pistokkaiden osuus pienempi kuin kolmen tuuman syvyyteen istutettujen pistokkaiden. STEINBECK ja McALPINE (1976) istuttivat eri pituisia ja paksuisia plataanin pistokkaita viiden tuuman (12,7 cm) syvyisiin vakoihin. He havaitsivat 18 tuuman (45,7 cm) pituisten pistokkaiden säilyvän elossa huomattavasti paremmin kuin lyhyempien, 12 tuumaa (30,5 cm) pitkien. Samoin paksumpia pistokkaita säilyi elossa enemmän kuin ohuempia. Plataanin vaakaistutukseen he suosittelivat 24 tuuman (61,0 cm) pituisia pistokkaita.

Päinvastaisia tuloksia saanut ROSSI (1981) vertaili vaaka- ja pystyistutusta kolmella eri pajukloonilla. Hän istutti 20 cm:n pituisia pistokkaita sekä normaaliin tapaan pystysuoraan että kahden cm:n syvyydelle vaakasuoraan. Kaikki tutkitut kloonit kasvattivat vaakaistutuksessa enemmän vesoja pistokasmetriä kohti. Vesojen pituuksia vertailtaessa pystyistutus puolestaan tuotti paremman tuloksen. Lupaavimmilta pistokkaan pituuksilta vaakaistutuksessa näyttivät sekä kori- että vesipajulla 30...50 cm:n pistokkaat (ROSSI 1981).

Koripajun tuotos yhden vuoden kiertoajalla on jäänyt huomattavasti pienemmäksi kuin vesi- ja vannepajun samalla koealueella. Koripajun kylmänkestävyys on ollut huono; talven aikana pystyyn jätetyt vesat ovat paleltuneet ja vain juurakot ovat säilyneet elinkelpoisena. Koripaju sopiikin kasvatettavaksi Haapaveden korkeudella vain yhden vuoden kiertoajalla. Koripajun (*Salix viminalis*) soveltuvuudesta turvemilla kasvatettavaksi ovat esittäneet epäilyksiä jo NORDBERG (1930) ja RELANDER (1950).

Istutustavalla on tässä kokeessa ollut merkittävä vaikutus biomassatuotokseen vielä kolmantena kasvukautena. Turpeen tuotannosta vapautuneilla alueillakin saattaa pintamaan kosteus olla keväällä riittämätön, jolloin vaakaistutus on huomattavasti epävarmempaa kuin pystyistutus. Menetelmien paremmuuden vertailussa tärkeällä sijalla on oltava mahdollisimman pieni kuolleiden pistokkaiden osuus sekä suuri vesatuottokyky ensimmäisinä vuosina.

## KIRJALLISUUS

- CHMELAR, J. 1974. Propagation of willows by cuttings. New Zealand Journal of Forestry Science 4 (2): 185-190.
- BONDUELLE, P. 1980. Production de biomasse par les taillis de salicaceés. Annales de recherches forestieres 1979. AFOCEL, s. 77-132.
- BÄCKSTRÖM, P.J. 1981. Vaakaistutus turvemaidilla eri istutussyvyyksillä ja pistokaspituuksilla. Esitelmä PERA-symposiossa 3.-4.3.1981.
- FLINTA, G. 1881. Handledning i korflätning för slöjdsolor och enskilde jemte en kort anvisning om pilodling. Allmännyttig handbibliotek n:o 108. Stockholm.
- HARSTELA, P., TERVO, L. 1982. Technical and cost factors in the production of cuttings for energy plantations in nurseries. IEA/FE, PGB-P6C Joint Meeting 11.10.1982.
- HARSTELA, P., TERVO, L. 1981. Ennakkotuloksia pistokkaiden istutuksesta auraavilla istutuskoneilla ja käsin. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja n:o 26: 1-16.
- McALPINE, R.G., HOOK, P.D., KORMANIK, P.P. 1972. Horizontal planting of sycamore cuttings. Tree Planters Notes 23 (2): 5-7.
- NORDBERG, S. 1928. Vertaileva katsaus pajun viljelykseen ja sen edellytyksiin ulkomailla ja Suomessa. Silva Fennica n:o 9: 1-60.
- RELANDER, E. 1950. Alkukokemuksia kori- ja vannepajun viljelystä maassamme. Koetoiminta ja käytäntö 7 (11): 3-4.

- ROSSI, P. 1981. Energiapajun pistokkaiden teko, varastointi ja istutus. Esitelmä PERA-symposiossa 3.-4.3.1981.
- " 1980. Lyhytkiertoviljelyn puulajien lisääminen ja viljely. Metsänviljelyn koeaseman tiedonantoja n:o 36: 23-31.
- " 1979. Paju- ja poppelikloonien juurtuminen. Metsänviljelyn koeaseman tiedonantoja n:o 26: 1-10.
- STEINBECK, K., McALPINE, R.G. 1976. Furrow planting of American sycamore cuttings. Tree Planters' Notes 24 (4): 22-24.









