

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN

TIEDONANTOJA

33

SUONTUTKIMUSOSASTO

ISSN 0358-4283



Ari Ferm ja Jorma Issakainen

KAATOAJANKOHDAN JA KAAOTAVAN VAIKUTUS
HIESKOIVUN VESOMISEEN TURVEMAALLA

HELSINKI 1981

FERM, A. & ISSAKAINEN, J. 1981. Kaatoajankohdan ja kaatotavan vaikutus hieskoivun vesomiseen turvemaalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 33.

TIIVISTELMÄ

Vuosina 1972, 1979 ja 1980 tehtiin turvemaalla neljä koetta, joissa tutkittiin kaatoajankohdan ja kaatotavan vaikutusta hieskoivun vesomiseen. Ensimmäisessä kaatoajankohtakokeessa todettiin lievä minimi heinäkuussa kaadettujen koivujen vesomistuloksessa ja toisessa kokeessa kesäkuussa kaadetuilla. Käytännössä näyttäisi vesominen onnistuvan tyydyttävästi, kaadettiinpa koivut mihin vuodenaikaan tahansa. Tutkituista kaatovälineistä (vesuri, raivaussaha, moottorisaha ja "karkea" moottorisaha) ei mikään ollut vesomisen kannalta paras tai huonoin. Näyttää siltä, ettei kantojen murskaaminenkaan merkittävästi heikennä koivun vesomista. Kaatoajankohta ja kaatotapa eivät ole ratkaisevia koivun vesomiskykyä selvitettäessä. Lehtipuubiomassan tehokas kasvattaminen nykyisten suurten hirvi- ja jäniskantojen aikakaudella vaatii kasvatusalueiden suojaamista alkukehityksen ensimmäiset 1-2 vuotta.

Helsinki 1981

SISÄLLYSLUETTELO

| | sivu |
|------------------------------------|--------|
| 1. JOHDANTO | 1 |
| 2. AINEISTO | 3 |
| 21. Kaatoajankohtakoe I | 3 |
| 22. Kaatoajankohtakoe II | 3 |
| 23. Kaatotapakoe I | 4 |
| 24. Kaatotapakoe II | 4 |
| 25. Sääsuhteet | 5 |
| 3. TULOKSET | 5 |
| 31. Kaatoajankohdan vaikutus | 5 |
| 32. Kaatotavan vaikutus | 6 |
| 4. TARKASTELUA | 7 |
| KIRJALLISUUS | 11 |
| KUVAT | |

1. JOHDANTO

Kasvifysiologisesti vesomisessa on kyse ns. restituuatio-ilmioistä, jolloin tuhoutuneen elimen tilalle - tässä tapauksessa silmuista - kasvaa uusi elin. Kasvikunnassa kasvullinen lisääntyminen on yleistä levinneisyysalueiden ääri rajoilla tai muuten epäedullisissa kasvuoloissa, mutta myöskin olosuhteissa, jotka vaativat nopeaa kasvupaikan valtaamista. Esimerkiksi tunturikoivu lisääntyy lähes yksinomaan vesomalla. Evolutiivisesti havupuita nuoremmat lehtipuut vesovat joko kantojen silmuista (koivu) tai juurisilmuista (haapa). Myöskin eräät havupuut vesovat (esim. Sequoia sempervirens, Pinus echinata).

Lehtipuiden vesomiseen vaikuttavia syytekijöitä olisi ymmärrettävä lehtipuita havupuun kasvatusaloilta kaadettaessa tai harjoitettaessa vesametsätaloutta. Vesametsätalous on ensin mainitulle toimelle käänteinen sikäli, että vesametsien hoidossa pyritään edistämään vesomista ja uudistamaan siten, että vesoista nousee tilalle elinkelpoinen uusi metsä.

Kaikkein mekanistisimmat lähestymistavat vesomisilmiön tutkimustavoissa lähtevät siitä, että ulkoisilla toimilla, kaatoajankohdan, kannonkorkeuden, kaatotavan, puun iän, kuunkorkeuden jne. oikealla valinnalla voidaan vaikuttaa puun vesomisen enemmän tai vähemmän suotuisaan kehitykseen. Tällaisia kokeita on tehtykin eri puolilla maailmaa jo yli 100 vuoden ajan.

Yleistäen voidaan sanoa, että jos puulajeilla on vuodenaikaista vaihtelua vesomiskyvyn suhteen, vesominen (eloonjäämisellä, vesojen lukumäärällä tai vesojen massalla selitettynä) on yleensä runsaampaa talvella kuin keskikesällä kaadetuilla puilla (esim. BLAKE 1981). On tietenkin eri asia, onko tällä erolla aina käytännön merkitystä.

Suomessa kaatoajankohdan vaikutusta vesomiseen kangasmailla ovat tutkineet HEIKINHEIMO (1930), MIKOLA (1942), LEIKOLA ja MUSTANOJA (1961), RUMMUKAINEN (1967), ETHOLEN (1974) sekä MOILANEN ja OIKARINEN (1980).

HEIKINHEIMO (1930) ja RUMMUKAINEN (1967) lepän ja muut tutkijat koivun osalta ovat päätyneet tulokseen - joskin usein melko heikoin vaikutuksin - että vesomistulos vaihtelee ja on yleensä huonoimmillaan kesä-heinäkuussa kaadetuilla puilla. Syiksi on epäilty ravintovarastojen vähyyttä, säätekijöitä ja ulkoisista tekijöistä (mm. kuu) aiheutuvia muutoksia emopuuston kasvurytmissä.

Kaatotavan - kaatovälineen valinnan - vaikutusta vesomiseen on tutkittu huomattavasti vähemmän kuin kaatoajan vaikutusta. Kuitenkin jo vanhoissa 1890 - 1910 luvun vesametsätalouden ohjeissa neuvotaan, että kaatopinnasta on tehtävä mahdollisimman sileä ja kuorta ei saa vahingoittaa eikä irroittaa (MIKOLA 1942). Tärkeätä on kaataa siten, että kaatopintaan jää mahdollisimman vähän vettä seisottavia pintoja, jottei kanto lahoaisi. MIKOLA (1942) sekä LEIKOLA ja MUSTANOJA (1961) eivät havainneet koivun vesomisessa juuri eroa, kaadettiinpa puu sahalla, kirveellä tai vesurilla. Tutkijat epäilivät, ettei koivun kaatotavalla olisi suurtakaan merkitystä, sillä vesat syntyvät suureksi osaksi juurenniskojen välistä, jopa maan alta.

Turvemaiden lehtipuumetsiköiden vesomisesta ei juuri ole tutkimuksia, saati kaatoajankohtaa tai kaatotapaa koskevia tarkasteluja. YLI-VAKKURI (1958) havaitsi, että turvemaidella ei ainakaan kulotuksella voida vähentää hieskoivun vesomista. MIKOLA (1942) esittää tunnettuna seikkana, että koivun vesominen on turvemaidella erikoisen voimakasta ja onpa BORG (1926) ehdottanut, että ojitetuilla soilla voitaisiin meikäläisissäkin oloissa harjoittaa varsinaista vesametsätaloutta:

Käsillä olevassa tutkimuksessa, joka koostuu neljästä erilliskokeesta, tutkittiin kaatoajankohdan ja kaatotavan vaikutusta hieskoivun vesomiseen turvemaalla. Lisäksi tehtiin havaintoja tekijöistä, jotka vaikuttavat vastaavanlaisten selvitysten tekoon, kuten eläinten syönnöksen ja yksinpuin tehtävien koejärjestelyjen vaikutuksesta koetulosten tulkintaan. Tutkimus kuuluu PERA (= puu energiaraaka-aineena) B-projektin siihen osaan, jossa tutkitaan lehtipuumetsiköiden kasvatusta energiatarkoituksiin.

2. AINEISTO

Kaikki kokeet tehtiin Muhoksella, metsäntutkimuslaitoksen Pyhäkosken kokeilualueen Pohjoispuolen palstalla (kuva 1).

21. Kaatoajankohtakoe I

Koealue sijaitsee metsätien ja ojan välisellä, ravinteisuusdeltaan suursararämettä vastaavalla paksuturpeisella kaisalla, joka jaettiin 10 x 3 metrin ruutuihin. Alkupuusto ennen kaatoa oli tiheää, 3-4 metrin pituista ja kuuden vuoden ikäistä hieskoivua (keskim. 65 %) sekä pajua (keskim. 35 %). Kaatoajankohtia oli yhteensä 16, joista ensimmäinen oli 31.5.1972 ja viimeinen 13.9.1972. Toistoja tehtiin kolme, joten ruutuja oli yhteensä 48 kpl. Koe inventoitiin syksyllä 1974, jolloin mitattiin vesovien kantojen osuus kannoista, vesojen lukumäärä kantoa kohti ja vesojen valtapituus.

22. Kaatoajankohtakoe II

Koealue sijaitsee vuonna 1967 ojitetulla paksuturpeisella piensara - suursararämeellä, jonka alkupuusto oli perkauksen jälkeen syntynyttä 4-8 metrin pituista hieskoivua. Koepuiksi valittiin vähintään kolmen puun vesatuppaat. Koepuita kaadettiin pokasahalla 30 cm:n kantoon vuoden ympäri viikon välein muulloin, paitsi marras-maaliskuun välisenä

aikana, jolloin kaatojen välillä oli kaksi viikkoa. Kokeessa oli kahdeksan toistoa, joista kuusi Katkelmusahon ja kaksi Järvikankaan alueella. Kaatoajankohtia oli 41 kpl ja koepuutuppaita 328 kpl. Koe toteutettiin 14.5.1979 ja 14.5.1980 välisenä aikana. Vesojen lukumäärä kantoa kohti ja viiden pisimmän vesan valtapituudet mitattiin. Jänisten ja hirvien syöntijäljistä tehtiin havainnot.

23. Kaatotapakoe I

Vuonna 1967 ojitetulle, paksuturpeiselle piensararämeelle, perustettiin vuoden 1979 toukokuussa kahdeksalle erilliselle lohkolle koe, jossa käsittelyinä olivat koivun kaato vesurilla, puristamalla, raivaussahalla, moottorisahalla ja "karkealla" moottorisahalla. Viimeisessä kantoa käsiteltiin vielä kaadon jälkeen joltisenkin kovakouraisesti korjuukoneen jälkeä jäljitellen. Koepuut (yksi lohkoa ja käsittelyä kohti) valittiin yksittäisistä, siemensyntyisistä 4-6 metrin pituisista hieskoivuista. Koe inventoitiin syksyllä 1980.

24. Kaatotapakoe II

Koealue sijaitsee avosuon ja kankaan rajoittamalla alueella 1950-luvulla kaivetun valtaojan varressa. Alkuperäinen suotyyppi on rimpinen suursaraneva. Kokeessa oli kaksi käsittelyä: 1. kaato pokasahalla, 20 cm:n kantoon ja 2. kaato pokasahalla 20 cm:n kantoon sekä kannon moukarointia leikalla koneellista korjuuta jäljitellen. Molemmissa käsittelyissä oli 10 kpl 4-6 metrin pituisista koivukoepuuta. Koe toteutettiin kesäkuussa 1980 ja inventoitiin saman vuoden syksyllä.

25. Säasuhteet

Kuvassa 2 on esitetty Oulun lentoasemalta mitatut kuukausittaiset keskilämpötilat ja sademäärät koevuosina. Eri vuosien kasvukaudet olivat kaikki normaalia lämpimämpiä. Eriyteisesti vuoden 1972 kesä- ja heinäkuu olivat huomattavasti normaalia lämpimämpiä. Vuosina 1972 ja 1980 oli selvästi normaalia kuivempaa.

3. TULOKSET

31. Kaatoajankohdan vaikutus

Kummassakin ajankohtakokeessa koivunkannot vesoivat vähintäänkin tyydyttävästi. Ensimmäisessä kokeessa eri ajankohdina kaadetuilla puilla vesovien kantojen osuus kaikista kannoista oli huonoimmillaan 60 % (kuva 3). Eniten vesatonta kantoja oli heinäkuun kaadoissa. Jälkimmäisessä kokeessa oli 328:sta koepuutuppaasta vain neljä vesatonta.

Vuoden 1972 kokeessa oli mahdollista vertailla hieskoivun ja pajun (lajiltaan määrittämätön) vesomista. Pajun vesomisalttius oli merkitsevästi parempi kaikista kannoista vesovien kantojen osuudella ($p < 0.01$) ja vesojen lukumäärällä ($p < 0.05$) selitettynä. Koivun kannoista vesoi keskimäärin 70 % ja pajun 80 %. Kantoa kohti syntyi koivulla 1-2 kpl vesoja ja pajulla 2-3 kpl.

Kaatoajankohtakokeiden perusteella ei havaita kaatoajankohdan vaikuttavan merkittävästi vesomistulokseen (kuvat 3 ja 4). Kummassakin kokeessa oli kuitenkin selväkö vesomisminimi kesällä kaadettaessa. Ensimmäisessä kokeessa se oli heinäkuussa ja toisessa kesäkuussa.

Vesojen pituuskehityksen vertailua vaikeuttivat hirvien ja jänisten aiheuttamat tuhot; yli kahdella kolmanneksella vesatuppaista oli syönnösjälkiä. Vesojen valtapituus oli kuitenkin selvästi suurempi niissä vesaryhmissä jotka olivat kasvaneet täydet tai lähes täydet kolme (koe I, kuva 5) tai kaksi (koe II, kuva 6) kasvukautta. Tämä viittaa siihen, että parhaan vesomistuloksen saavuttamiseksi kaadon tulisi tapahtua lepokautena tai ennen puiden täyttä lehtimistä. Loppukesän ja alkusyksyn kaadot saattavat aiheuttaa silmun ennaaikaista puhkeamista ja paleltumistakin. Silmut voivat puhjeta senkin jälkeen, kun esim. siemensyntyiset puuyksilöt ovat lopettaneet pituuskasvunsa (ks.WILSON: 1968).

Oletettavasti pitemmät vesat eivät enää ole kovin alttiita eläinten, varsinkaan jäniksen, tuhoille. Vesojen valtapituuden ja syönnösprosentin välinen korrelaatio olikin negatiivinen (-0.639, $p < 0.001$). Vaikkei vesojen pituus ennen syöntihetkeä ollut tiedossa, voidaan tuloksista lasketun regressioyhtälön* avulla tehdä johtopäätös, että vesojen saavutettua esim. yhden metrin mitan ainakin jänisten tuhot vähenevät merkityksettömiksi.

32. Kaatotavan vaikutus vesomiseen

Eri kaatovälineiden vaikutus vesojen lukumäärään ja valtapituuteen on esitetty kuvassa 7. Käsittelyjen välillä ei ole havaittavissa suuria eroja eikä tilastollinenkaan tarkastelu niitä paljastanut. Raivaussahalla näyttäisi tulevan paras vesomistulos ja vesurilla huonoin. Kovakouraisinkin käsittely tuotti muihin verrattuna tyydyttävän tuloksen.

* $\arcsin \sqrt{y} = 84.847 - 0.741 x$; y = syönnösten määrä %; 100-0 %
 x = vesaryhmien valtapituus, cm;
 10-178 cm
 $n = 324$

Toisessa kokeessa, jossa verrattiin tavallisella ja runtelevalle tavalla tehtyjä kaatoja, oli tulos seuraavan asetelman mukainen:

| | vesoja, kpl | vesojen valtapituus |
|------------------|-------------|---------------------|
| tavallinen kaato | 9.0 ± 2.8 | 36.4 ± 4.73 |
| runteleva " | 6.6 ± 1.6 | 32.6 ± 5.38 |

Runteleva kaato johti huonompaan vesomistulokseen vesojen valtapituudella ($p < 0.05$) ja suuntaa antavasti myös vesojen lukumäärällä ($p < 0.10$) selitettynä.

4. TARKASTELUA

Tutkimuksen tulos, että kaatoajankohta vaikuttaa vähän hieskoivun vesomistulokseen, on todettu monissa myös kangasmailla tehdyissä tutkimuksissa (mm. MIKOLA 1942, LEIKOLA ja MUSTANOJA 1961, ETHOLEN 1974). Toisaalta esim. MOILANEN ja OIKARINEN (1980) saivat kokeissaan koivulle selvän vesomisminimijankohdan (1.6). Koivu näyttää kuitenkin osoittavan hyvin epäsäännöllistä vesomiskykyä vuodenaikojen suhteen, kun taas esim. harmaalepän osalta on saatu selvempiä tuloksia. HEIKINHEIMO (1930) havaitsi, että huhti-, touko- ja kesäkuussa kaadettujen harmaaleppien vesat olivat selvästi pienempiä kuin muulloin kaadettujen. Myös eräillä haapa- ja poppelilajeilla kaatoajankohta vaikuttaa vesomistulokseen. Populus deltoides ja Populus tremuloides vesoivat huonosti, kun puut kaadettiin keskikesällä (DEBELL ja ALFORD 1972, PRINGLE ym. 1973).

Amerikkalainen Betula populifolia tuotti eräässä kokeessa eniten vesoja kaadettaessa kesäkuussa ja syyskuussa sekä vähiten vesoja, kun kaato tapahtui lokakuussa (SCHIERBECK ja CLARKE 1940). Toisaalta taas lokakuussa kaadettujen puiden vesojen pituus oli lähes kaksinkertainen syyskuussa kaadettuihin verrattuna. Kaadettavien puiden kannonkorkeus vaikutti kuitenkin vesomistulokseen enemmän kuin kaatoajankohta.

Tämän tutkimuksen kaatoaikakokeissa vesominen heikkeni kaadettaessa heinäkuussa (koe I) tai kesäkuussa (koe II).

Tarkasteltaessa vesomisminimien aikana vallinneita sääoloja voidaan epäillä, että lämpimillä ja kuivilla sääjaksoilla olisi vaikutusta vesojen runsauteen. Esimerkiksi ETHOLENin (1974) käsitys on, että säätekijöiden vaikutus vesomiseen on ehkä kaatoaikaa merkittävämpi. Suomessa on haihdunnan ja sademäärän ero suurin ja maan ylin pintakerros kuivimmillaan kesäkuussa, mutta maan kuivuminen voi vielä lisääntyä heinäkuussa (ks. SOLANTIE 1974). Kantojen kuivumista edesauttavat olosuhteet vaikeuttanevat uinuvien silmujen ja näissä kehittyvän jälsisolukon kehitystä. Toisaalta on mahdollista, että turvemaidilla eivät kannot korkeahkon pohjavesitason vuoksi pääse kuivumaan.

Yllättävää oli, että kaatoaikakokeissa vesojen lukumäärä kantoa kohti oli hyvin pieni: toisessa 4.7 - 2.8 kpl/kanto ja toisessa vain 1.5 - 1.0 kpl/kanto. Erään Kannuksessa mitatun julkaisemattoman aineiston mukaan vesojen lukumäärä turvemaan hieskoivikossa oli yhden vesomiskauden jälkeen keskimäärin 43 ± 14 kpl/kanto. Vähäiseen vesojen määrään on syynä monet eri tekijät. Tässä tapauksessa hyvin olennaista lienee se, että eri vuodenaikoina tehtyjen kaatojen vuoksi kannot jätettiin korkeahkoiksi, keskim. 25 cm. Koivun vesomisen on todettu selvästi heikkenevän, jos kannot tehdään korkeiksi (esim. HAGEMANN 1889, HOLMGREN 1912, LEIKOLA ja MUSTANOJA 1961). Maan rajassa tai maan alla sijaitsevista silmuista lähtevillä vesoilla on yleensä parhaimmat mahdollisuudet menestyä kantaan liittymällä ja rakentamalla oma juuristo. Ensimmäisessä kaatoajankohtakokeessa alkupuuston nuori ikä ja suuri tiheys saattoi vähentää syntyvien vesojen lukumäärää, samoin kuin toisessa kokeessa jäljelle jäänyt varjostava puusto. Myöskään se, että vesojen lukumäärä laskettiin kantoa kohti ei anna vesomisesta tässä tapauksessa oikeata kuvaa: kyseessä oli kantoryhmät, joissa oli parhaillaan 13 kantoa ja yhteensä jopa 100 vesaa.

Vesametsätaloutta harjoitettaessa tulisi vesakasvuston olla mahdollisimman tiheä nopean ja suuren tuotoksen saavuttamiseksi. Voidaan tietenkin väittää, että vesominen on onnistunut, jos kantoon syntyy yksikin vesayksilö. Putkiloiden uudelleen järjestäytyminen kannossa aiheuttaa usein sen, että tämä vesayksilö suoraan putkiloiden välityksellä käyttää koko kantoa ja tämän juuristoa (ks. WILSON 1968). Yksi vesa kantoa kohti ei kuitenkaan ole riittävä metsikön suurta tiheyttä tavoiteltaessa.

Vesojen lukumäärä ei yksinään ole hyvä vesomistuloksen selittäjä. Lisänä tulisi olla silmujen puhkeaminen, vesojen alkukehitys, eloonjääminen, pituuskehitys, kuiva-aineen kehittyminen jne.

Kaatotavan vaikutusta selvittäneissä kokeissa ei tutkituista kaatovälineistä mikään ollut vesomisen kannalta selvästi paras tai huonoin. Raivaussahalla kaadettaessa näyttäisi vesominen onnistuvan hyvin; kaatopinnasta tulee useimmiten tasainen eikä kuori rikkoudu. Vesakoiden korjuuseen on kehitetty korjuukoneen prototyyppi, Pallarin leikkuuharvesteri (HAKKILA ja KALAJA 1980), jonka on epäilty vahingoittavan vesomista estävästi korjattavien puiden kantoja. Koivunkannon vesomiskyky - murskattunakin - on kuitenkin hyvä. Ensimmäisessä kokeessa, jossa koivunkantoja vaurioitettiin ylt'ympäriinsä moottorisahalla, vesominen ei tilastollisesti ollut heikompaa kuin muita kaatovälineitä käytettäessä. Toisen kokeen tulokset viittaavat kuitenkin siihen, että kantojen murskaaminen (tässä tapauksessa lekalla) heikentää vesomistulosta, muttei hälyttävästi.

Tällä hetkellä maamme hirvi- ja jäniskannat ovat niin suuret, että laajamittainen lehtipuubiomassan kasvatus kärsisi eräillä seuduin näiden eläinten aiheuttamista tuhoista. Ellei mainittujen eläinkantojen rajoittaminen tapahdu esim. metsästyksen keinoin on kasvatusalueet suojattava ainakin vesakkojen ollessa alle yhden metrin pituisia eli niiden alkukehityksen ensimmäiset 1-2 vuotta.

Tämän selvityksen kokeet osoittavat, että hieskoivun optimaalisen kaatoajankohdan ja kaatotavan selvittämiseen - sikäli kuin näillä tekijöillä on vesomistulokseen yleensäkin käytännön merkitystä - vaadittaisiin isohkot koesarjat erilaisissa kasvuoloissa ja eri vuosina. Esim. ANDERSON (1979) havaitsi kasvupaikan vaikuttavan poppeleilla kaatoajankohtakokeissa siten, että huonoimmalta kasvupaikalta saatiin vähäisin vaikutus.

Yksinpuin tehtävät koejärjestelyt eivät liene päteviä, sillä koe- ja mittausvirheistä johtuvia tekijöitä tulee liikaa ja esim. jäännösneliösumma tulee suureksi. Koetoimintaan liittyviä vaikeuksia ovat selostaneet jo MOILANEN ja OIKARINEN (1980). Heidän selostukseensa voidaan lisätä, että vesomisen ensi vuosina saatavat erot voivat hävitä tai muuttua toisenlaisiksi kasvustojen vanhetessa, joten kokeita tulee seurata pitkään (vrt. WENDEL 1975). Esimerkiksi tässä selvityksessä selostettu vuoden 1972 kaatoaikakoe hävitettiin kolmen vuoden kuluttua, koska se rumensi erään retkeilyn näkymiä.

Hyvin vähän tiedetään toistaiseksi eri puulajien vesomisen fysiologisesta taustasta. Esimerkiksi aiemmin väitettiin, että vesomisen voimakkuus on yhteydessä saatavilla olevien hiilihydraattien määrään (esim. CREMER 1965). Viime aikoina on kuitenkin osoitettu, että esim. eukalyptuksen vesomista ei rajoita hiilihydraattien määrä, vaan kasvua edistävät aineyhdisteet (mm. hormonit) saattavat paremmin selittää sen vesomiskyvyssä esiintyviä vaihteluja (BLAKE 1981).

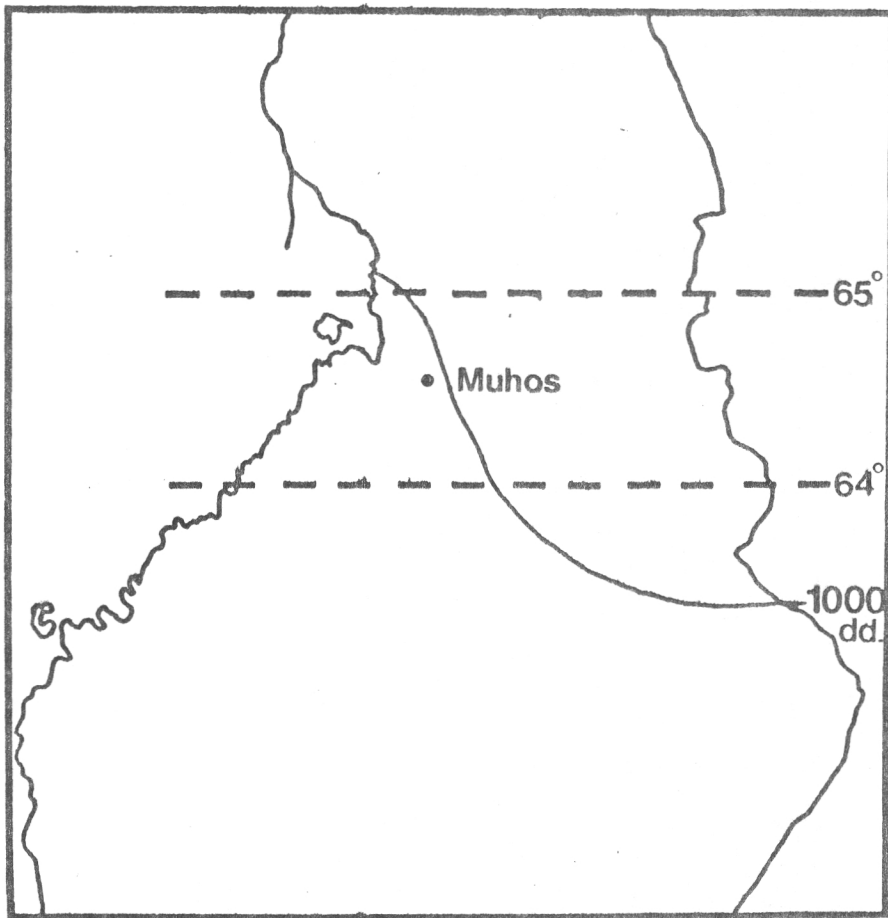
KIRJALLISUUS

- ANDERSON, H.W. 1979. Poplar farming. In poplar research management and utilization in Canada. Ed. D.C.F. Fayle, L. Zuffa & H.W. Anderson. Ont. Min. Nat. Res. Forest Res. Inf. Paper No 102.
- BLAKE, T.J. 1981. A Summary of factors influencing coppicing. IEA, Biomass Planning Group B - Growth and Production Meeting Toronto Canada. March 23-28.1981
- BORG, A. 1926. Koivu ja sen merkitys nykyhetken metsätaloudesta. Helsinki.
- CREMER, K.W. 1965. Seasonal variations in food reserves and recovery from defoliation or cutting in evergreens. Pap. 4 th Conf. of Inst. For. of Aust., Hobart.
- DEBELL, D.S. & ALFORD, L.P. 1972. Sprouting characteristics and cutting practices evaluated for cottonwood. Tree Planters Notes 23.
- ETHOLEN, K. 1974. Kaatoajankohdan vaikutus koivun ja haavan vesomiseen taimistonhoitoaloilla Pohjois-Suomessa. Summary: The effect of felling time on the sprouting of *Betula pubescens* and *Populus tremula* in the seedling stands in Northern Finland. Folia For. 213.
- HAGEMANN, A. 1889. Finmarksbirken. Den norske Forstforenings Aarborg. Kristiania.
- HAKKILA, p. & KALAJA, H. 1980. Harvesting fuel chips with the Pallari swath harvester. Folia For. 418.

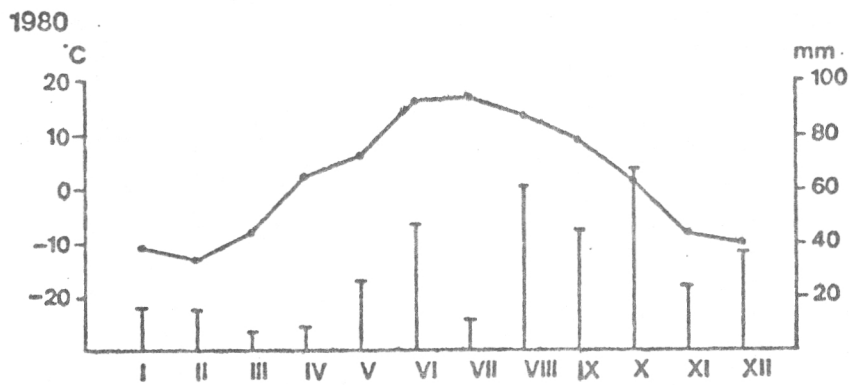
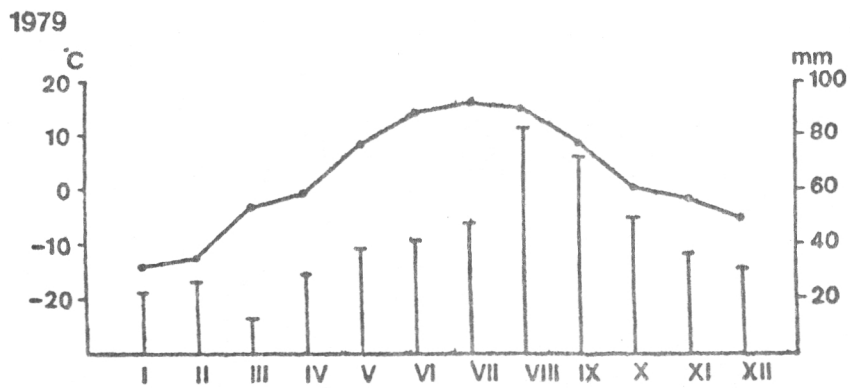
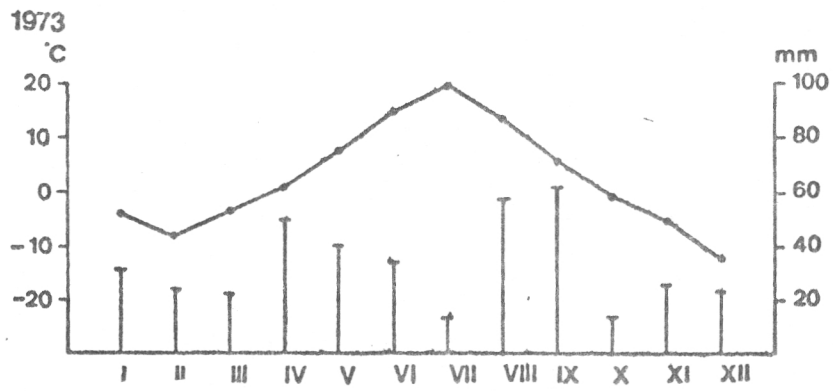
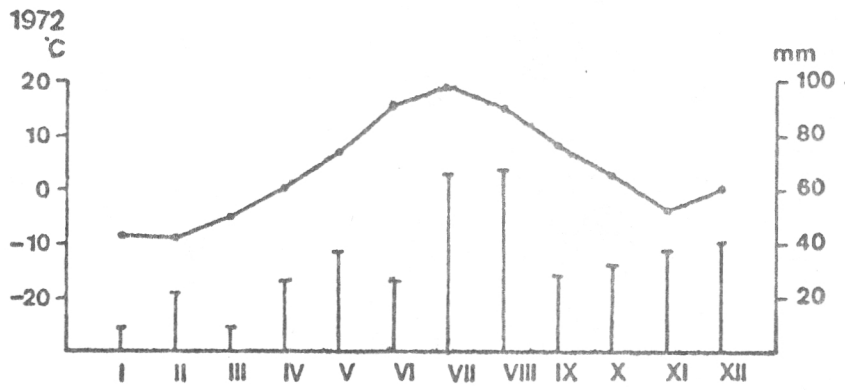
- HEIKINHEIMO, O. 1930. Kaatoajankohdan vaikutus lehtipuiden vesojen syntyyn ja kasvuun. Tapio. Helsinki.
- HOLMGREN, A. 1912. Studies öfver nordligaste Skandinaviens björkskogar. Stockholm.
- LEIKOLA, M. & MUSTANOJA, K. 1961. Koivun kantojen vesominen. Konekirjoite. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos.
- MIKOLA, P. 1942. Koivun vesomisesta ja sen metsänhoidollisesta merkityksestä. Referat: Über die Ausschlagsbildung bei der Birke und ihre forstliche Bedeutung. Acta For. Fenn. 50 (3).
- MOILANEN, M. & OIKARINEN, M. 1980. Perkausajankohdan vaikutuksesta hieskoivun ja haavan vesomiseen kangasmailla. Muhoksen tutkimusaseman tiedonantoja 19.
- PRINGLE, W.L., ELLIOTT, C.R. & DOBB, L. 1973. Aspen regrowth in pastures of the Peace River region. Journal of Range Management 26.
- RUMMUKAINEN, U. 1967. Kokemuksia mekaanisesta vesakon torjunnasta. Metsälehti 17.
- SCHIERBECK, O. & CLARKE, W.B.M. 1940. Sprout control in wire (grey) birch stands. Dominion Forest Service Silviculture, Research Note 63.
- SOLANTIE, R. 1974. Kesän vesitaseen vaikutus metsä- ja suokasvillisuuteen ja linnustoon sekä lämpöolojen välityksellä maatalouden toimintaedellytyksiin Suomessa. Silva Fennica 4 (8).
- WENDEL, G.W. 1975. Stump sprout growth and quality of several appalachian hardwood species after clearcutting. USDA Forest Service Research Paper NE-329.

WILSON, B.F. 1968. Red maple stump sprouts: Development the first year. Harvard Forest Paper No. 18.

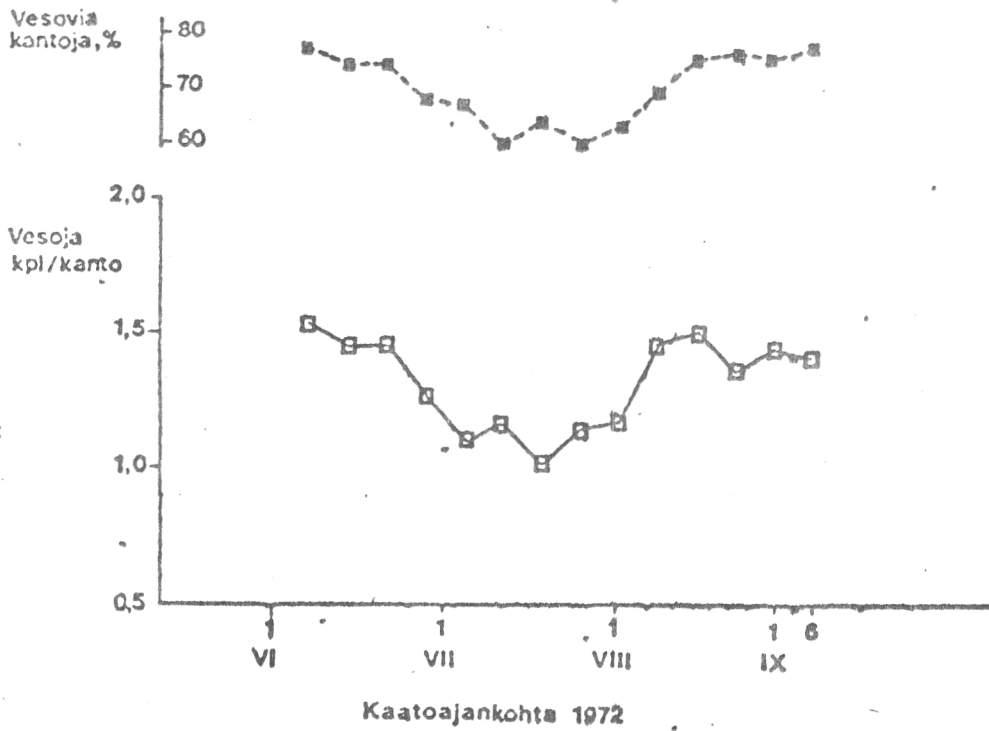
YLI-VAKKURI, P. 1958. Tutkimuksia ojitettujen turvemaiden kulotuksesta. Referat: Untersuchungen über das Absengen als waldbauliche Massnahme auf entwässerten Torfböden. Acta For. Fenn. 67.4.



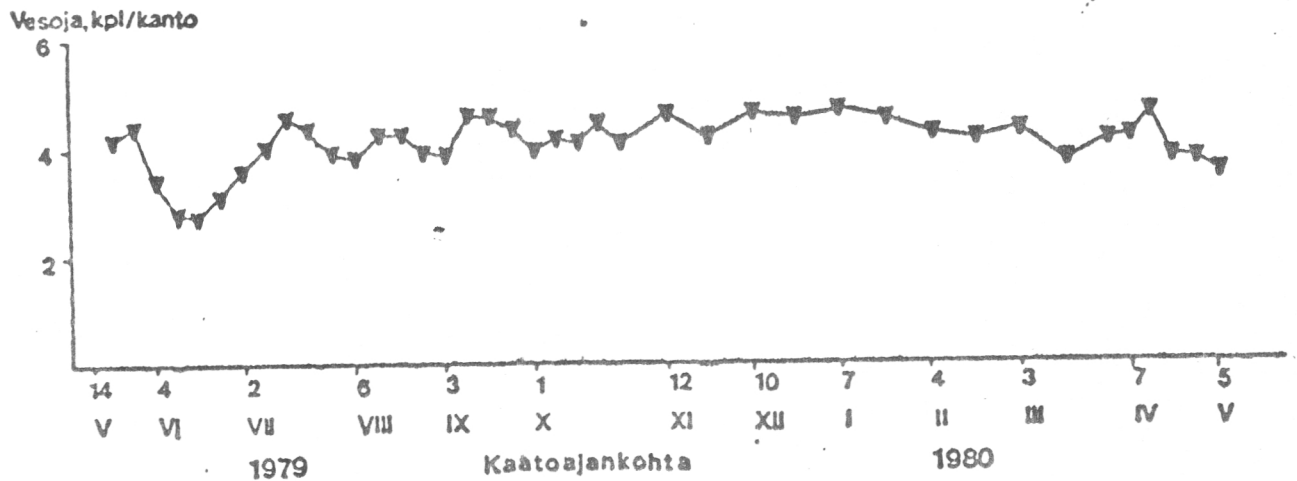
Kuva 1. Kokeiden sijainti.



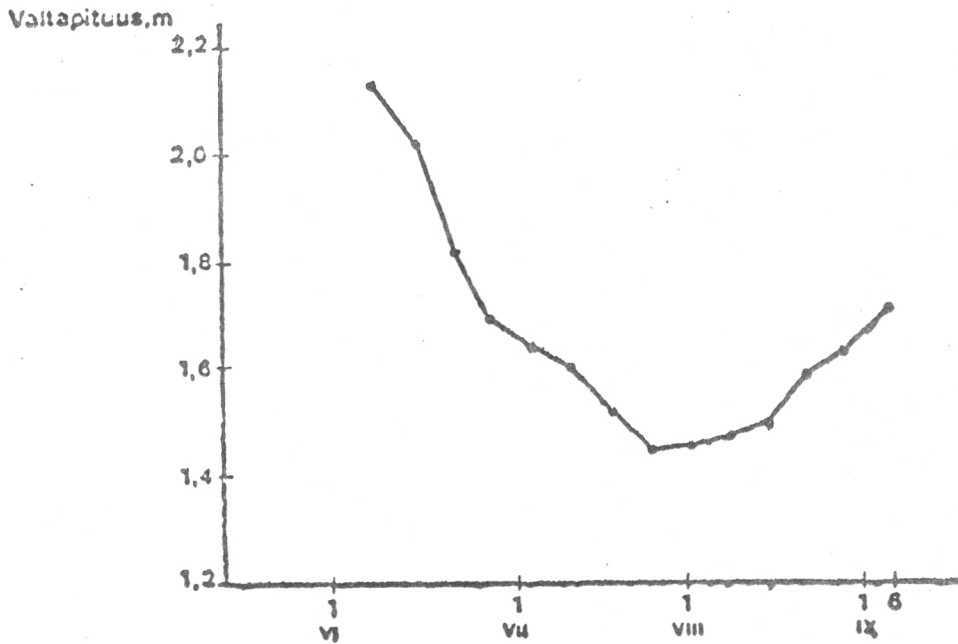
Kuva 2. Lämpötilan ja sademäärien kehitys kokeiden aikana.



Kuva 3. Hieskoivun vesovien kantojen osuus ja kantojen keskimääräinen vesojen lukumäärä kesällä tehtyjen kaatojen jälkeen. Kolmen peräkkäisen havainnon liukuvat keskiarvot. Inventoitu 1974 syksyllä.

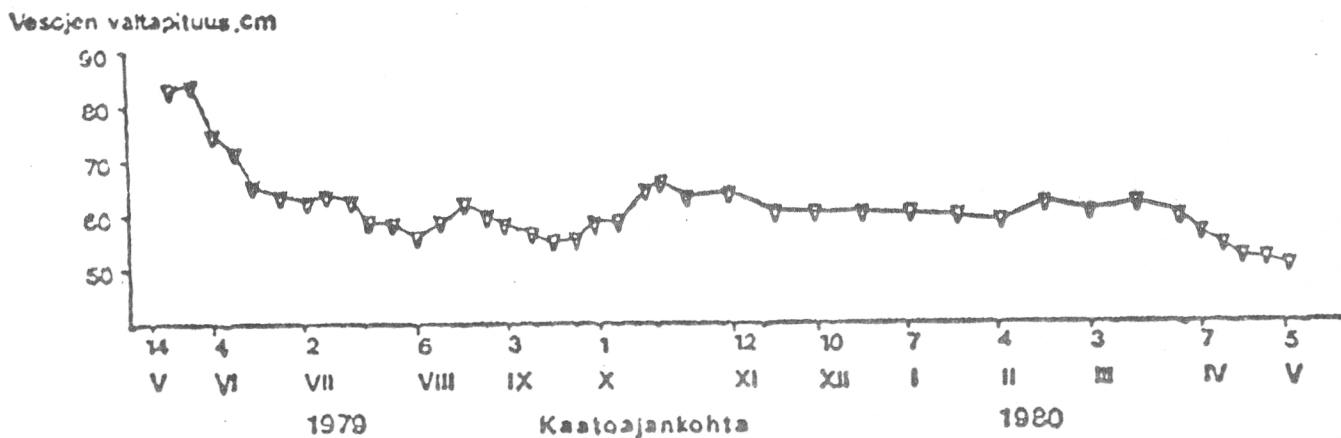


Kuva 4. Hieskoivun kantojen keskimääräinen vesojen lukumäärä vuoden eri aikoina tehtyjen kaatojen jälkeen. Kolmen peräkkäisen havainnon liukuvat keskiarvot. Inventoitu 1980 syksyllä.

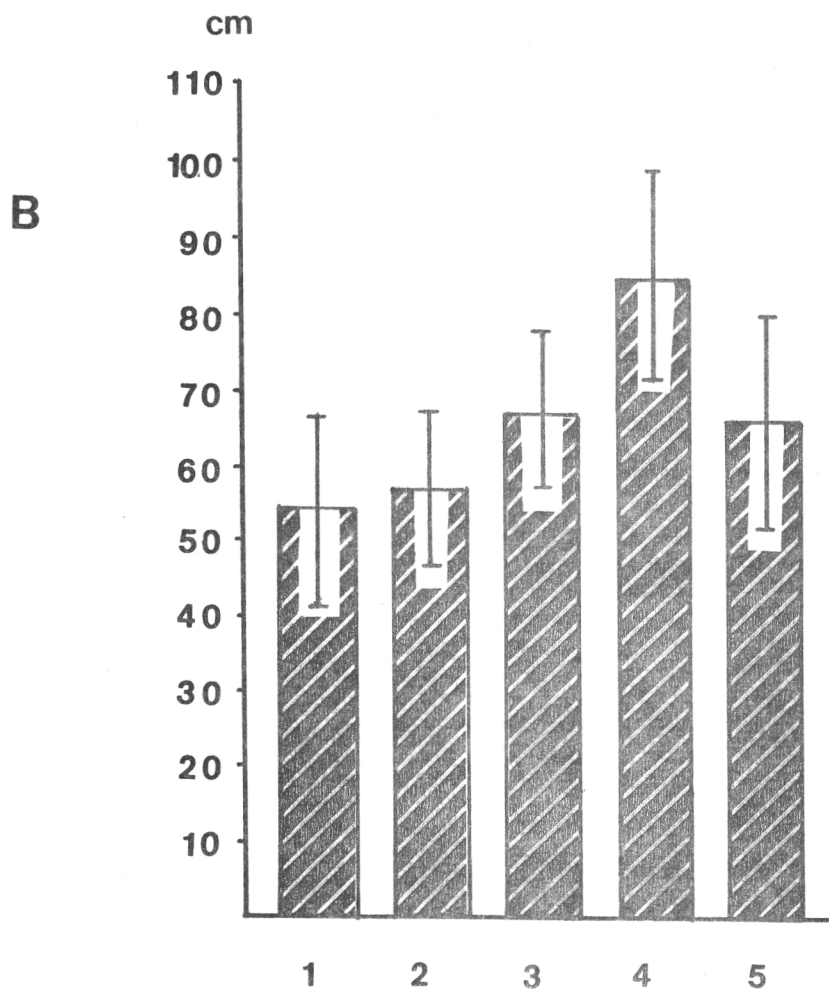
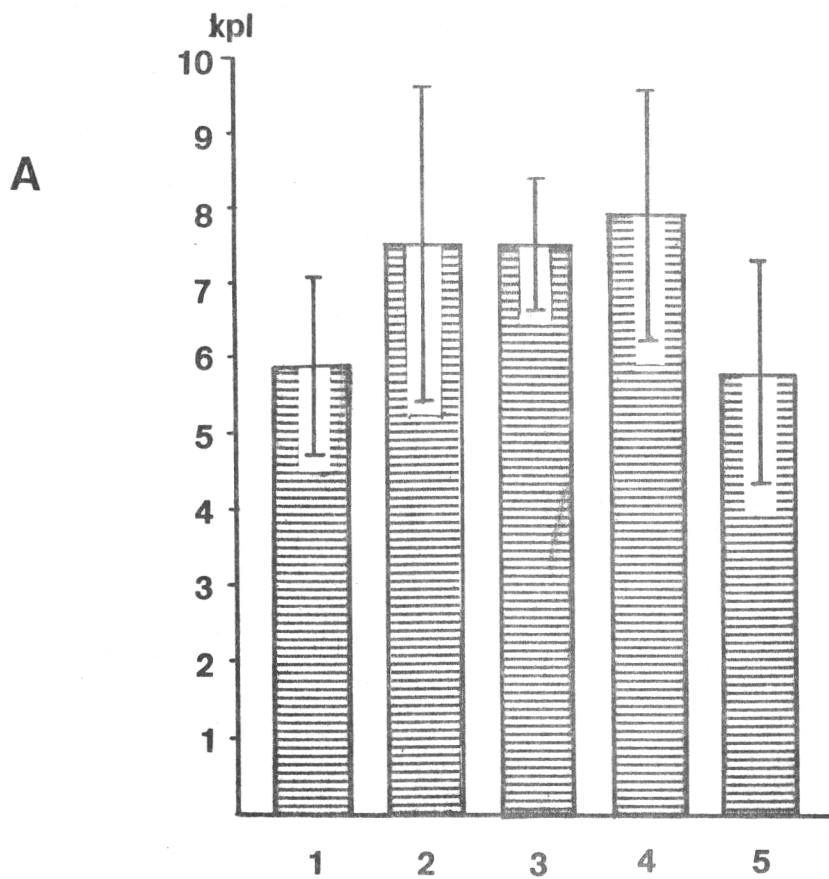


Kaatoajankohta 1972

Kuva 5. Hieskoivun ja pajun muodostaman sekavesakon valtapituus kesällä tehtyjen kaatojen jälkeen. Kolmen peräkkäisen havainnon liukuvat keskiarvot. Inventoitu 1974 syksyllä.



Kuva 6. Hieskoivun vesojen valtapituus vuoden eri aikoina tehtyjen kaatojen jälkeen. Kolmen peräkkäisen havainnon liukuvat keskiarvot. Inventoitu 1980 syksyllä.



Kuva 7. Kaatotavan vaikutus hieskoivun vesojen lukumäärään (A) ja vesaryhmän valtapituuteen (B). 1 = vesuri, 2 = puristava katkaisu, 3 = moottorisaha, 4 = rai-vaussaha ja 5 = "karkea" moottorisaha. Janan pituus on \pm Se.

