





Vakolan tiedote 25/77

Jukka Ahokas

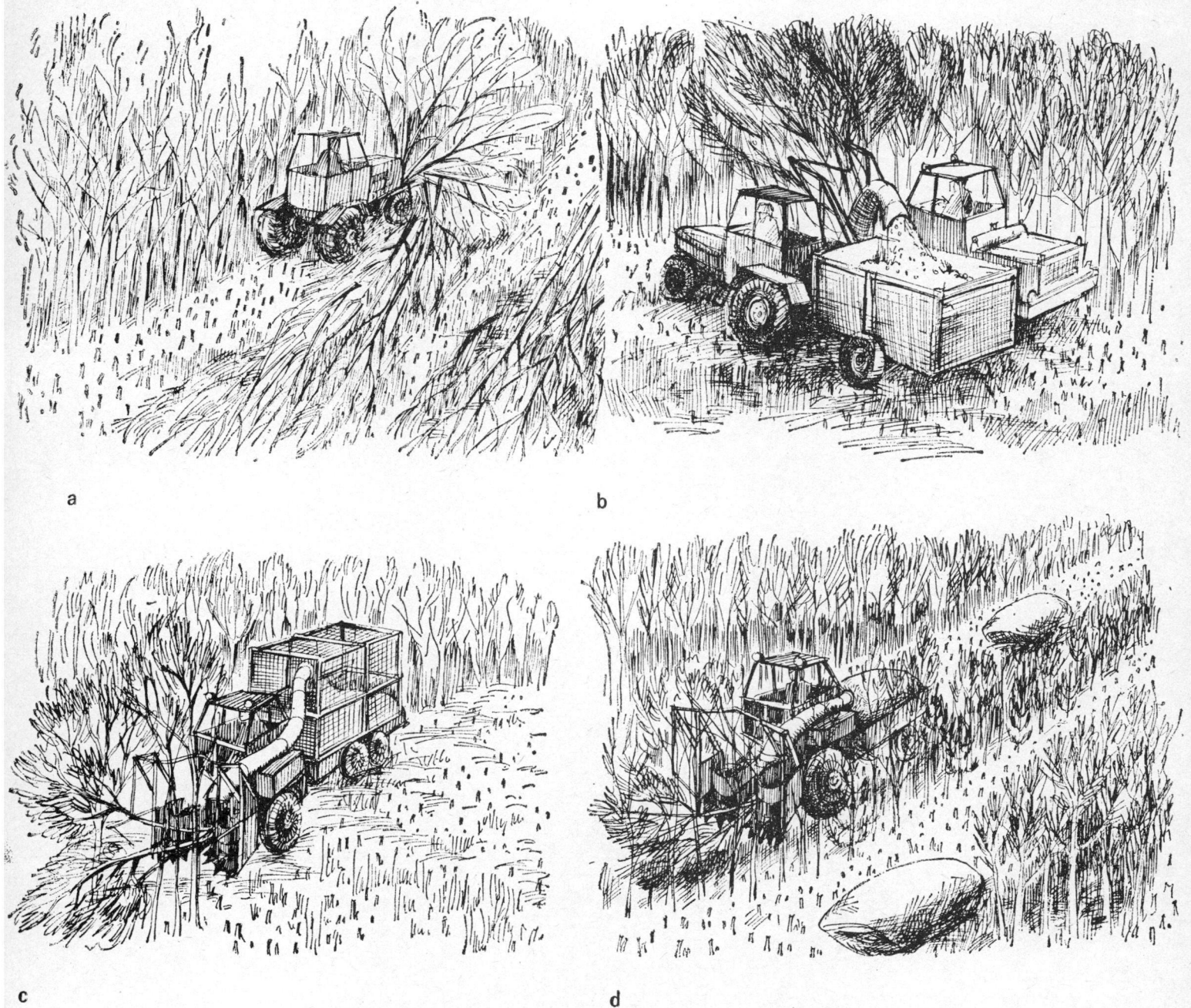
Vesakon koneellinen korjuu

| | | |
|--|---------------|---|
|  | VAKOLA |  Rukki 00001 Helsinki 100 |
| | |  Helsinki 53 41 61 |
| | |  Pitäjänmäki |
| VALTION MAATALOUSKONEIDEN TUTKIMUSLAITOS Finnish Research Institute of Engineering in Agriculture and Forestry | | |

ERIPAINOS KONEVIESTI N:o 20/77

Kiinnostus vesapuun käyttöön heräsi maassamme 1970-luvun alussa. Tarkoitusta varten aloitettiin SITRAn lyhytkiertopuun kasvatus- ja käyttötutkimus, jonka puitteissa on tutkittu sekä vesapuun viljelyä ja käyttöä että korjuukoneita. Aluksi tutkittiin vesapuun käyttömahdollisuuksia lähinnä massa- ja levyteollisuudessa. Myöhemmin on keskusteltu sen käytöstä myös energian lähteenä. Tällaisen puuston kasvualustana voi olla esim. pelto, laidunmaa, tienreuna, voimalinja, suo yms. Luonnonvaraisen kasvun lisäksi voidaan harjoittaa myös ns. lyhytkiertometsätaloutta. Viljelykseen soveltuvaa maata on arvioitu olevan noin miljoonan hehtaarin verran.

Koska vesapuun käyttö on ajatuksena uusi, tarkoitukseen sopivia korjuukoneita ei ole saatavissa. Tämän kirjoituksen tarkoituksena on selvittää ja arvostella erilaisia jatkuvatoimisuuden periaatteelle rakentuvia vesakon kaato- ja korjuulaitevaihtoehtoja sekä selvittää minkälaisia ominaisuuksia niiltä vaaditaan. Kirjoituksessa esitetyt laitteet ovat lähinnä esimerkkejä erilaisista vesapuun kaatotavoista. Hyvin toimivan ja varman kaato- ja korjuulaitteen kehittämisessä tarvitaan vielä paljon ideoita ja kokeita.



Kuva 1. Esimerkki vesakon korjuukoneen toimintayhdistelmistä:

a) Kaato karholle, b) Kaato ja haketus. Hakkeen talteenotto erilliseen ajoneuvoon, c) Kaato ja haketus. Hakkeen talteenotto korjuukoneen

omaan säiliöön, d) Kaato ja haketus. Hakkeen talteenotto verkkosäkeihin. (Hakkila & Mäkelä, kuva Metsäntutkimuslaitos)

Kaato- ja korjuulaitteille asetettavia vaatimuksia

Jotta vesapuun korjuu olisi kannattavaa, sen on tapahduttava jatkuvana työnä, kuten esim. viljan tai tuorerehun korjuu. Tämä tarkoittaa sitä, että on rakennettava vesakon korjuukoneita, jotka tekisivät jotain seuraavista toimintayhdistelmistä: kaato karholle, kaato ja niputus, kaato ja paaus, kaato ja pilkkominen tai kaato ja haketus (kuva 1). Lisäksi korjatun aineksen jatkokuljetus on järjestettävä niin, että se tapahtuu häiriöttä.

Korjuukoneen pitäisi pystyä työskentelemään vesakossa, jonka puiden kantoläpimittä on jopa 10 cm. Koska luonnonvaraisessa kasvustossa on myös paksuja puita, koneen pitäisi selviytyä 15 cm paksuista puista. Tällöin voidaan kuitenkin sallia koneen korjuunopeuden hidastuminen tai hetkellinen pysäytys. Pienpuuviljelyksillä puiden paksuudet ovat tasaisia ja korjuu voidaan suorittaa silloin, kun puiden paksuudet ovat korjuukoneelle sopivia.

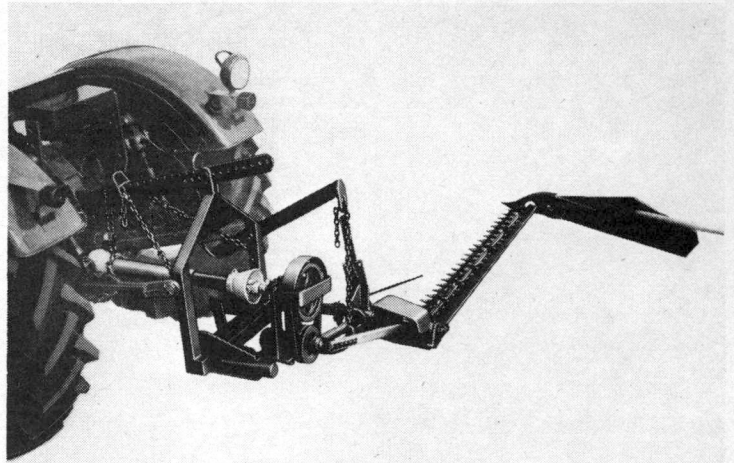
Riippuen siitä käytetäänkö konetta luonnonvesaikoissa vai viljelyksillä, maastokelpoisuudelle ja vaurioitumisherkkyydelle voidaan asettaa erilaisia vaatimuksia. Luonnonvesakon maasto voi olla vaikeata, jolloin on vaarana, että kone vaurioituu. Lisäksi epätasaisen

maaston yksityiskohtien näkeminen tiheän vesakon ja heidän sisältä on vaikeaa. Vaurioitumisherkkyiden lisäksi vaurion vakavuudella on merkitystä, nimittäin särkykö jokin yksinkertainen helposti korjattava osa vai kallis ja vaikeasti korjattava osa.

Leikkuujäljelle asetetaan myös vaatimuksia. Jos halutaan tapahtuvan vesomista, kannot eivät saisi repeillä tai kuoriutua. Jos taas vesomisen halutaan päinvastoin hidastuvan, kantojen pitäisi rikkoutua korjuun yhteydessä. Jos kannot ovat teräviä, ne puhkaisevat helposti korjuukoneiden renkaita.

Konetta ja leikkuulaitetta suunniteltaessa on pidettävä huoli siitä, ettei leikkuukorkeuden alapuolella ole runkopalkkeja ja että maavara on riittävä. Jos näin ei ole, kannot ottavat kiinni niihin ja koneen eteneminen voi pysähtyä, sillä kannon taivuttaminen vaatii usein melko suuren työntövoiman. Lisäksi koneen pitää selviytyä myös vanhoista kannoista, joita se mahdollisesti joutuu uudestaan katkomaan.

Kaato- tai korjuulaitteen pitäisi pystyä kaatamaan puut koko kulkuleveydeltään, jotta sitä voitaisiin käyttää myös taimistojen käytäväharvennuksessa.



Kuva 2. Niittokone.

Kaato- ja korjuulaitteet

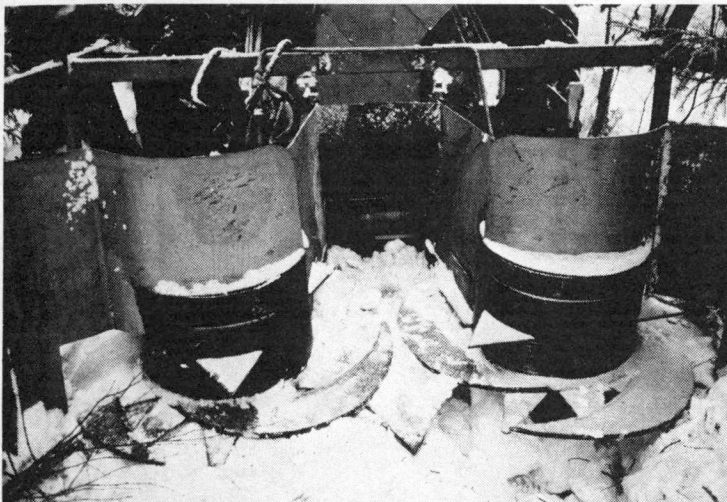
Nykyisin vesakonkaatolaitteita käytetään lähinnä USA:ssa ja Keski-Euroopassa mm. joutomaiden, tienvierien, oijen ja linjojen puhtaanapitoon sekä pensasaitojen hoitoon. Useimmiten ne ovat yhdistettyjä ruohonleikkuu- ja vesakonkaatolaitteita ja niillä pystytään kaatamaan vesakkoa, jonka läpimittä on alle 3 cm. Suurimmat koneet pystyvät kaatamaan jopa 20 cm paksuja puita. Kaadettua puuainesta ei yleensä oteta talteen, vaan se murskataan maahan. Suomessa ja yleensä Pohjoismaissa tähän työhön käytetään raivaussahoja.

Vesakon korjuukone on ajatuksena niin uusi, ettei valmiita koneita ole olemassa. Ainoastaan muutamia prototyyppiä on kokeiltu.

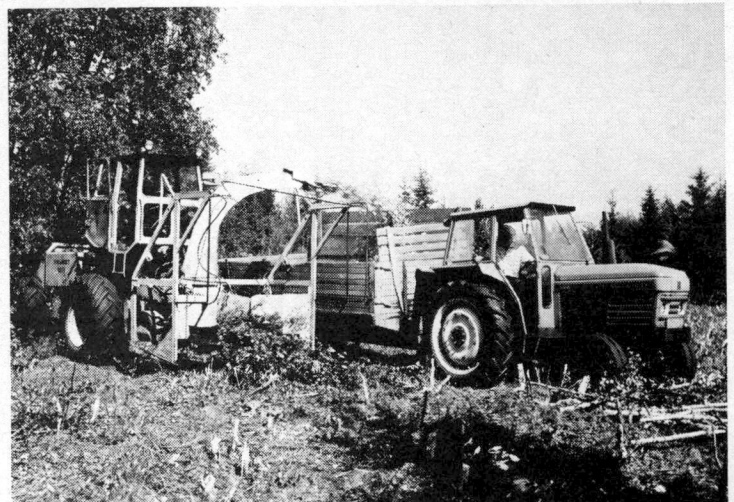
Vesakon katkaiseminen niittokoneella

Tavallista niittokonetta (kuva 2) voidaan käyttää myös vesakon kaatoon. Suurimmat yksittäiset rungot saavat olla 15..30 mm paksuja. Kaato onnistuu kohtalaisesti paksuuskien ollessa alle 15 mm. Maan pitää olla tasainen ja kivetön. Niittokone ei ole tarkoitettu vesakkojen kaatoon, joten sen rakenne ei kestä suuria raskuuksia.

Vesakkoja varten voitaisiin rakentaa erityisiä niittokoneita, mutta niillä olisi ainakin seuraavia haittapuolia. Suurin katkaistava puu olisi sormijaon paksuinen. Tämä myös suojaisi konetta, koska jakoa paksimmat puut eivät osuisi terään. Sormet voivat törmätä puihin, jolloin koneen kulku pysähtyy. Terä voi olla myös sormetonta mallia. Kone vaurioituu helposti epätasaisessa



Kuva 3. Pallarin vesakkoharvesteri (kuva Metsäntutkimuslaitos).



Kuva 4. Tervolan Konepajan rakentama leikkuulaite (kuva Metsäntutkimuslaitos).

sasaitaa voitaisiin leikata sivulta ja päältä.

Vesakonkaatoon pyörösaha soveltuu huonosti, koska epätasainen maasto ja kivet rikkoivat tai tylsyttävät sen helposti. Lisäksi terä vääntyy helposti esim. katkaistun puun painosta tai terän ollessa sahauskolossa ja peruskoneen heiluessa epätasaisen maaston takia. Näiden epäkohtien korjaamiseksi on esitetty, että terän muotoa muutettaisiin siten, että se levyn sijasta olisi katkaistun kartion muotoinen. Pyörösahan etuina muihin kaatomenetelmiin verrattuna on sen pieni tehon tarve. Puun koon kasvaessa tämä ero kuitenkin pienenee.

Hakkuria ja karholla kaatoa ajatellen pyörösahan avulla tehty kaatolaite tarvitsee lisälaitteita suunnatun kaadon tai syötön järjestämiseksi.

Vesakon kaataminen ketjusahalla

Ketjusahaa käytetään moottorisahoissa ja monitoimimetsäkoneissa. Kokemuksia sen käytöstä vesakon kaadossa ei ole. Käytön vaikeuksia on etupäässä sen suojattomuus vaurioitumisia vastaan sekä ketjun kulun järjestäminen työlevyden ollessa suuri. Etuna on pyörösahan tavoin pieni tehontarve. Karholla kaatoa ja hakkuria ajatellen laite vaatii lisävarusteita suunnatun kaadon tai syötön järjestämiseksi.

Vesakonkaatolaite Tupajumi

Kaatolaite muodostuu useasta rinnakkain pyörivästä kartioterästä. Sen toimintaperiaate selviää kuvasta 7. Kartioterät 1 jyrksivät puun 2 kahta puolen poikki. Kaatolaitteen leikkuutapa riippuu ajonopeudesta ja terän pyörimisnopeudesta. Jos ajonopeus on pieni ja terän pyörimisnopeus suuri, terä jyrksii puun poikki. Jos ajonopeus suurenee ja terän pyörimisnopeus pienenee, lastut paksunevat ja pienet puut katkeavat iskemällä.

Leikkuulaite voi vaurioitua helposti kivissä ja epätasaisessa maastossa. Kartioterän kärki voi törmätä puuhun. Jos puu on pieni, se kaatuu alle ja terä jyrksii koko puun. Jos puu on suuri, laitteen kulku pysähtyy. Terät sinkoavat puunpätkiä ja pieniä puita, joten laite on suojattava hyvin. Karholla

kaatoa ja hakkuria ajatellen tämäkin kaatolaite vaatii lisälaitteita, vaikkakin panemalla vierekkäiset terät pyörimään samaan suuntaan suora pystyvesakko saataneen kaatumaan sivullepäin.

Kelamurskaimen käyttö vesakonkorjuussa

Kelamurskaimen toimintaperiaate on sama kuin tuorerehun korjuussa käytetyn kelasilppurin (kuva 8a). Yleensä ne pystyvät kaatamaan vain ohutta vesakkoa ja samalla niitä käytetään myös ruohonleikkuuseen. Järeimmät kelamurskaimet pystyvät kuitenkin käsittelemään jopa 10 cm paksuja puita.

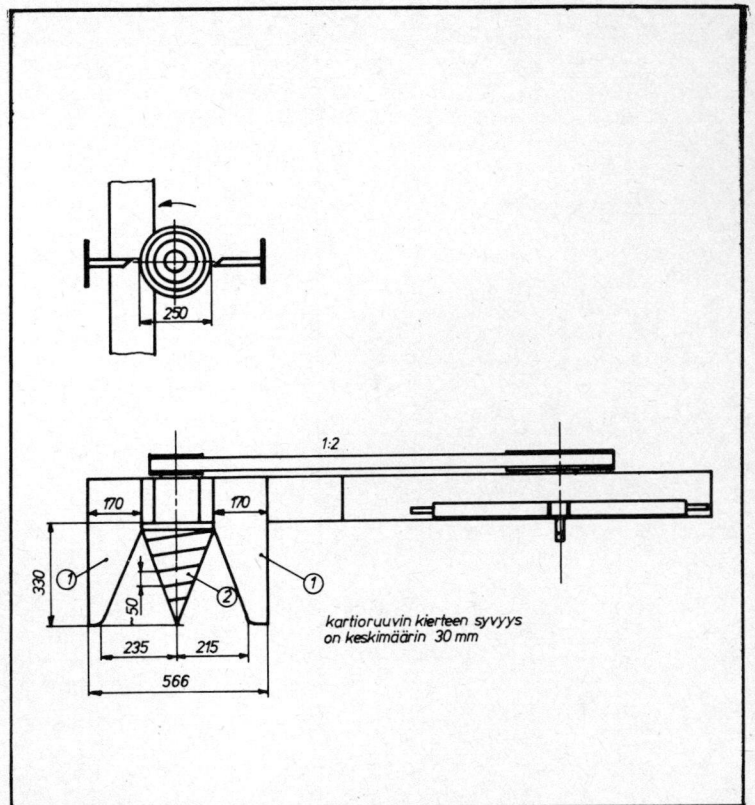
Kuvassa 9 on periaatepiirros Mc Connel kelamurskaimesta. Se on asennettu hydraulisesti liikutettavien varsien päähän ja sen käyttövoimana on nestemoottori. Laitetta käytetään sekä ruohon että ohuen pensikon kaatoon. Kasvuston mukaan kelan pyörimissuuntaa ja teriä voidaan muuttaa.

Tuorerehun korjuuseen tarkoitettuja kelasilppureitakin voidaan käyttää vesakon kaatoon. Niillä voidaan korjata helposti 3 cm paksuja puita ja ne selviytyvät aina 8 cm paksuista yksittäisistä puista. Normaalia puhallustorvea ei kuitenkaan voida käyttää paksuissa ja tiheissä vesakoissa, sillä se tukkeutu.

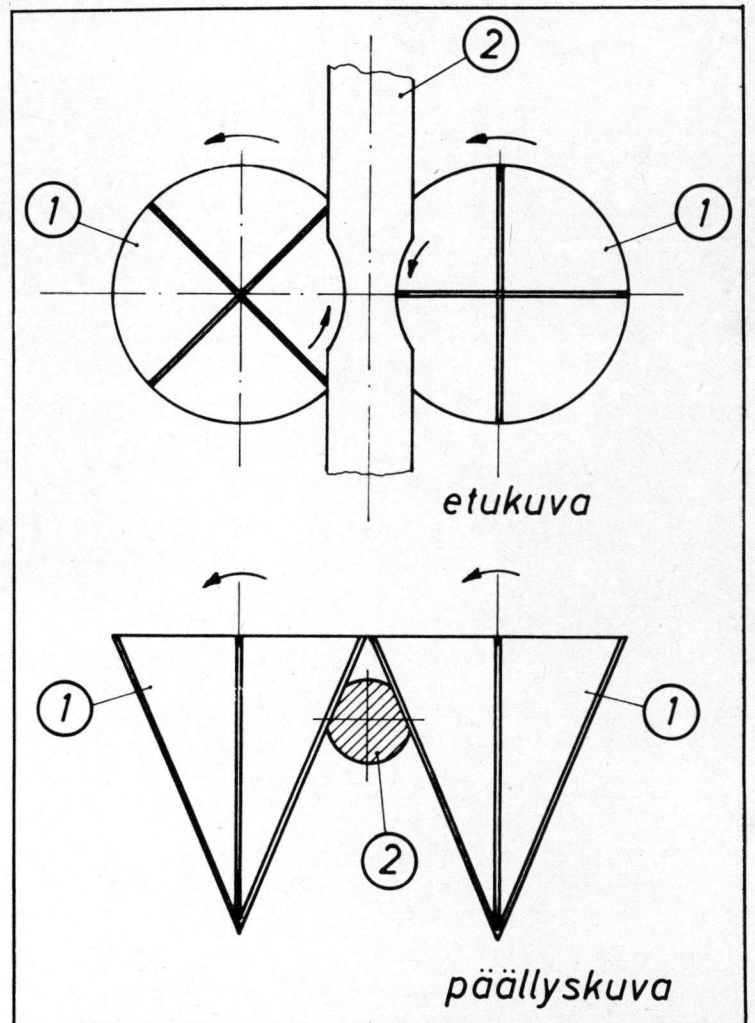
Epätasaisessa ja kivisessä maastossa kelamurskain voi vaurioitua, mutta sen korjaaminen on yleensä melko yksinkertaista. Se sinkoaa helposti kiviä, joten se on suojattava.

Kokemuksia siitä, kuinka hyvin kelamurskain pystyy puhaltamaan kaadetun vesakon esim. perävaunuun, ei ole. Kuitenkin lienee mahdollista rakentaa kaksoissilppuria vastaisia rakenteita (kuva 8b), joissa on erillinen kaatokela ja erillinen silppuri ja/tai lietso.

Muihin korjuumenetelmiin verrattuna kelamurskaimella pystytään ratkaisemaan melko yksinkertaisesti vesakon kaato sekä talteenotto. Sitä käytettäessä ei tarvitse erikseen järjestää suunnattua kaatoa ja syöttöä hakkurille tai niputtimella.



Kuva 6. Kaatolaite Sofia.



Kuva 7. Vesakonkaatolaite Tupajumi.

Keskipakoismurskaimen käyttö vesakon kaadossa

Keskipakoismurskaimessa on joko useampia teriä tai ketjut, jotka pyörivät vaakatasossa (kuva 10). Yleensä terät ovat nivelöidyt kiinnityksestään, joten osuessaan esteeseen ne voivat väistää sen. Tätä periaatetta käytetään paljon pienissä ruohonleikkureissa, mutta se soveltuu hyvin myös vesakon kaatoon. Laitetta käytetään paljon silloin, kun halutaan kaataa paksua vesakkoa. Järeimmät koneet pystyvät kaatamaan jopa yli 20 cm paksuja

puita. Työn jälki on karkeaa ja suurimmat puunpalaset voivat olla yli 1 m:n mittaisia. Murskattaessa vesakkoa maahan voidaan käyttää kahta tai kolmea ajokertaa, jotta puut saataisiin tarpeeksi pieneksi silpuksi.

Murskaimen terät voivat osua kiviin ja vaikeivat ne nivelisen kiinnityksen ansiosta rikkoutuiksi, ne tylsyvät helposti. Terien korjaaminen tai teroittaminen on kuitenkin helppoa. Kivisessä ja vaikeakulkuisessa maastossa voidaan käyttää ketjuja, jolloin vaurioitumisherkkyys on pienempi.

Silpun talteenotosta ei ole kokemuksia.

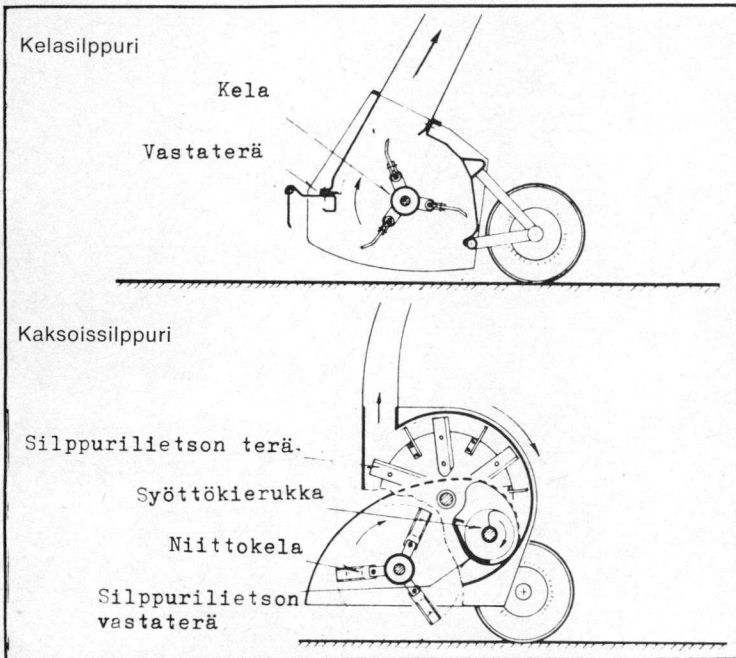
Kone sinkoaa helposti kiviä ja puun palasia, joten se on suojattava hyvin.

Vesakkoharvesteri Heron

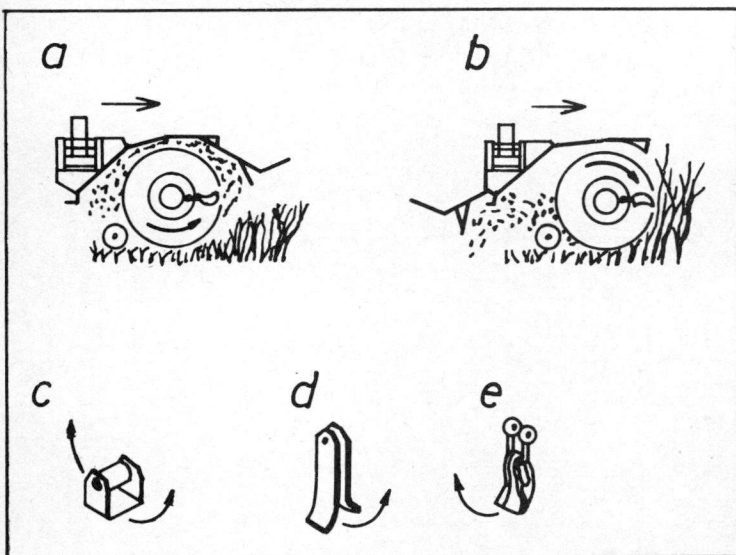
Ranskalaiset ovat myöskin tutkineet vesakon korjuuta. Koneen toimintaperiaate on seuraava (kuva 11). Koneen kaatolaitteen ja hakettimen muodostaa kaksi päällekkäin olevaa sylinteriä. Kummankin sylinterin kehällä on terävät rivat, jotka lastuavat puuta. Alempi sylinteri on katkaisusylinteri ja ylempi pilkkomissylinteri. Alempi sylinteri katkaisee puun ja nostaa sen tyven katkaisun jälkeen mukanaan ylös.

Puu joutuu sylinterien väliin, jossa se pilkkoutuu. Sylinterien puhallusvoiman vaikutuksesta hake saadaan suoraan esim. perävaunuun.

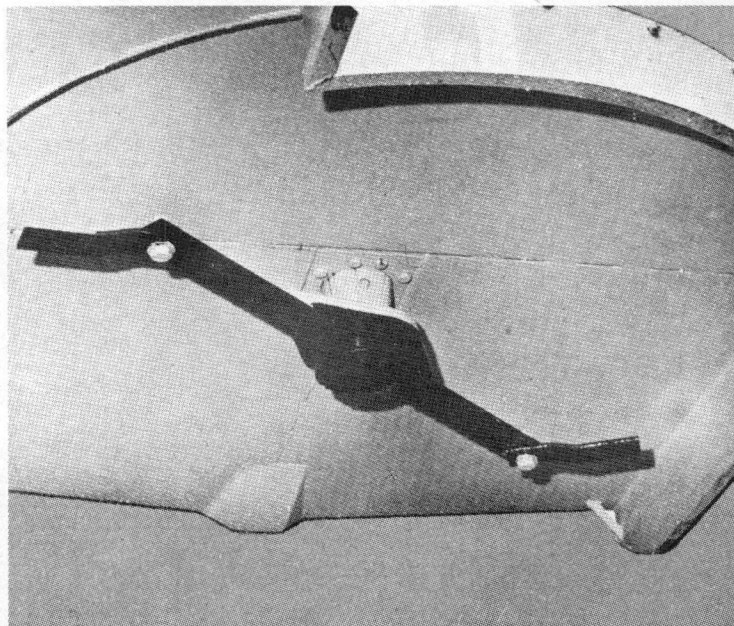
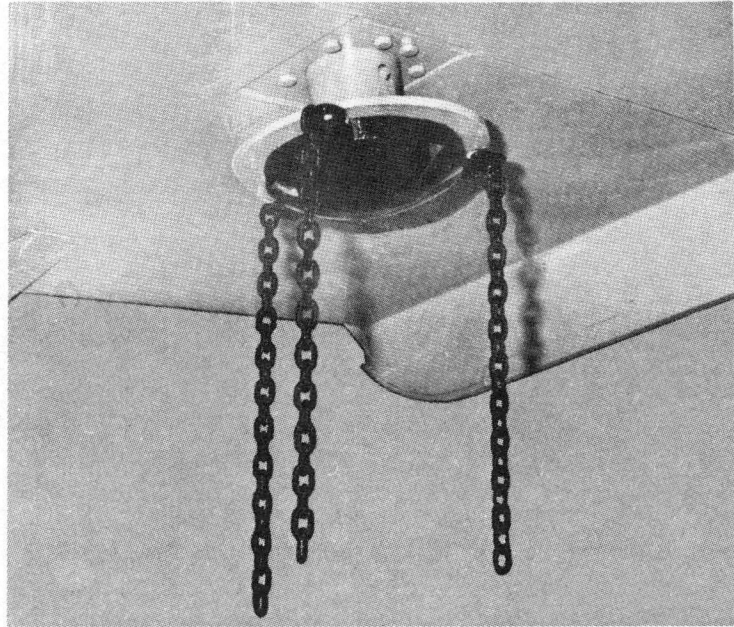
Kokeillun prototyypin tärkeimmät mitat olivat seuraavat: katkaisusylinterin halkaisija 314 mm, pilkkomissylinterin halkaisija 800 mm, sylinterien leveys 260 mm ja kummankin kierrosnopeus 800 r/min. Suoritetuissa kokeissa kone pystyi korjaamaan jopa 150 mm paksuja puita. Yhdistelmän etenemisnopeus oli n. 0,2..0,3 m/s. Kokeissa todettiin koneen toimintaperiaatteensa puolesta toimivan. Koneen rikkoontumisia ei ole kommentoitu. Ilmei-



Kuva 8. a) Kelasilppuri, b) Kaksoissilppuri.



Kuva 9. McConnel kelamurskain a) ohuiden risujen murskaaminen, b) järeämmän kasvuston murskaaminen, c) vanhan, leikkaamattoman pensasaidan hoitoon tarkoitettu terämalli, d) ruohonleikkuuseen tarkoitettu terämalli, e) pensasaidan hoitoon tarkoitettu terämalli.



Kuva 10. Keskipakoismurskain varustettuna ketjuilla ja terillä (Barfords of Belton Ltd., Grantham, England).

sesti katkaisusylinteri voi vaurioitua helposti osuessaan kiiviin. Koneen hyvänä puoleena on se, että puuaines saadaan melko yksinkertaisesti suoraan esim. perävaunuun.

Vesakonsyöttölaite Mielonen

Useiden leikkuulaitteiden yhteydessä on vaikea saada katkaistu puu hakkuriin tai niputtimeen. Tämä syöttö voidaan järjestää kuvan 12 mukaisella syöttölaitteella. Koneen toiminta on seuraava. Syöttöruuvit 1 ottavat vesakon otteeseensa. Tämän jälkeen terä katkaisee vesakon (kuvaan ei ole piirretty terää) ja syöttöruuvit siirtävät katkaistut puut pystyasennossa koneen takaosaan 4. Siellä puut joutuvat joko hakkuriin tai niputtimeen.

Koneen toiminnan edellytyksenä on, että vastinkappale 2 kuvassa 12 on säädetty tarpeeksi lähelle syöttöruuvia, muuten syöttöruuvit eivät saa puusta

otetta ja se pääsee kaatumaan raosta pois. Tämä rajoittaa työleveyden melko kapeaksi. Kun vastakappale on säädetty oikein, puut siirtyvät pystyasennossa koneen takaosaan (kuva 13). Vinoon kasvaneet puut haitannevat koneen toimintaa silloin, kun puun latva joutuu syöttölaitteeseen, mutta tyvi jää leikkulaitteen ulkopuolelle. Samanlainen tilanne ilmenee silloin kun liikutaan epätasaisessa maastossa ja kone kallistuu esim. traktorin toisen pyörän ylittäessä kiven tai kannon. Syöttölaitteen sopivin käyttöala lie nee tasaisilla mailla ja työleveyden kapeuden vuoksi lähinnä riviviljelmillä.

Hollantilainen vesakon korjuulaite

Hollannissa on myös tutkittu vesapuun kasvatusta. Kuvassa 14 on sikäläisillä viljelmillä käytetty korjuukone. Laitteessa on hyvin paljon samankaltaisuutta vesakonsyöttölaite

Mieloseen verrattuna. Koneessa on neljä pystyasennossa pyörivää hihnaa. Korjattava puusto joutuu sekä tyvestä että latvasta hihnojen puristukseen ja puut siirtyvät pystyasennossa leikkuuterältä koneen takaosaan, jossa ne käsityönä niputetaan. Kone soveltuu lähinnä riviviljelmille.

Vesakkoharvesteri KIM-2

Neuvostoliitossa on vuonna 1970 rakennettu ja kokeiltu vesakkoharvesterin KIM-2 prototyyppi. Kone oli tarkoitettu raivaamaan pensaikkoa suoja-

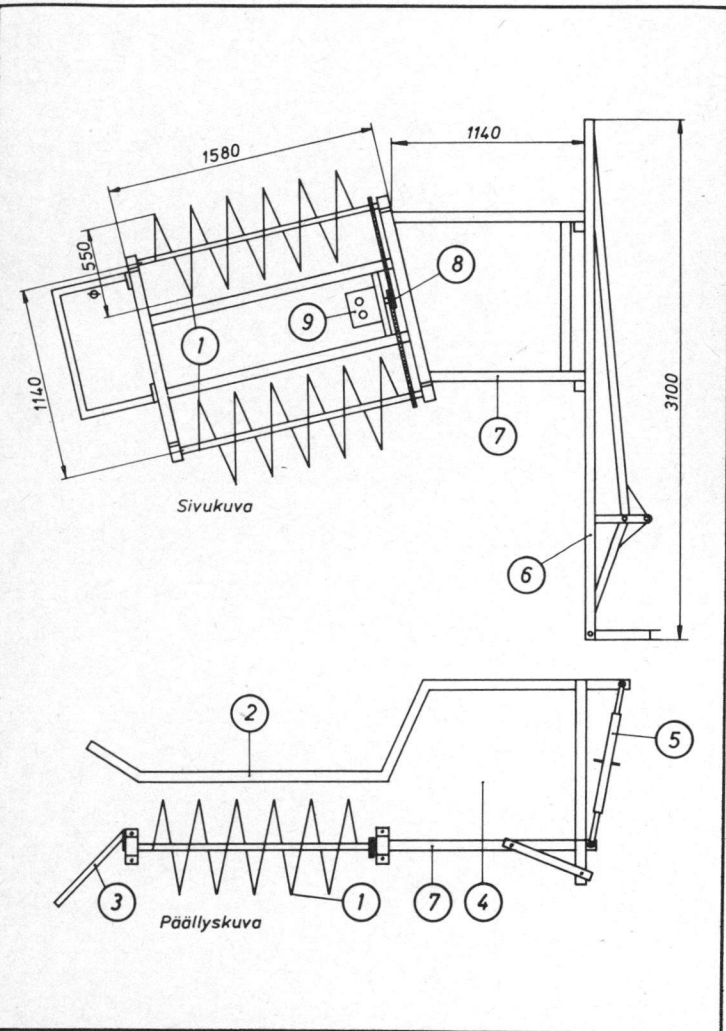
Harvesterin peruskoneena on Belarus MTZ-50 tai MTZ-52 traktori (kuvassa 15). Harvesterin edessä on puskuri, joka taituttaa vesakon traktorin alle. Puskuriin kuuluu myös nostopiikit, jotka "suoristavat" vesakon. Varsinainen harvesteriosa on traktorin takana. Puun katkaiseminen tapahtuu kahdella pyörösahalla ja hakkurina on 4-teräinen rumpuhakkuri. Saa-

tua haketta ei oteta talteen vaan se puhalletaan maahan. Talteenotto on kuitenkin helppo järjestää.

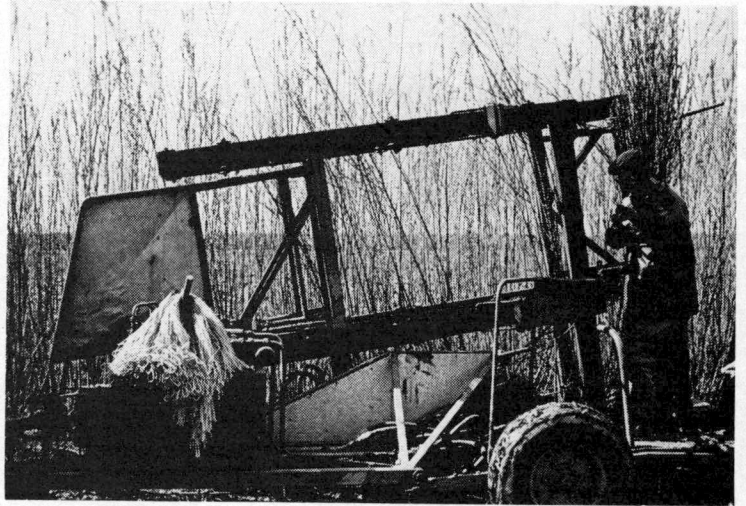
Suoritetuissa kokeissa harvesterin todettiin toimivan hyvin ohuissa vesakoissa ja tasaisilla mailla. Paksussa vesakossa konetta ei voitu käyttää, koska moottorin teho oli liian pieni ja syöttöaukko tukkeentui sekä traktorin maavara oli riittämätön. Epätasaisessa maastossa harvesteriin joutui useasti maata, joka tukkesi hakkurin.

Yhdistelmä

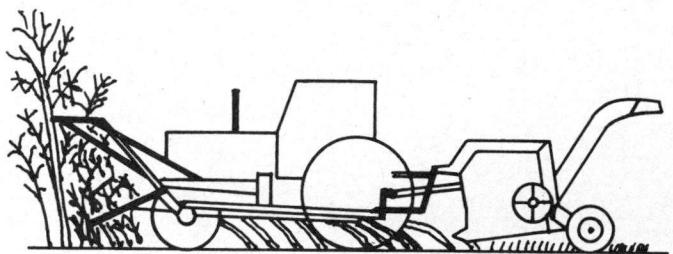
Vesapuun kaato- ja korjuulaitteiden kehitystyö on vielä alkuvaiheissaan. Mielenkiintoisimpia laitteita ovat tällä hetkellä ne, jotka samalla sekä katkaisevat että pilkkovat vesakon eli suorittavat samalla kertaa kaksi toimintoa. Tällöin puun siirto leikkulaitteelta hakkurille jää pois. Tämä siirtovaihe olisikin ilmeisesti vaikeasti ratkaistavissa ja vaara-



Kuva 12. Vesakonsyöttölaite Mielonen.



Kuva 14. Hollannissa käytetty vesakonkorjuukone (Kuva Metsäntutkimuslaitos).



Kuva 15. KIM-2 vesakkoharvesteri.

na on syötön epäonnistuminen tai tukkeutuminen.

Vesakonkorjuulaitteistojen kehitys- ja kokeilutyössä kannattaisi perusteellisesti tutkia etenkin kela- ja keskipakoismurskaimien soveltuvuus. Myös leikkuulaite Tourunen on mielenkiintoinen, koska se kaadon lisäksi jättää puut kapealle karholle tai hakkuria tai niputinta ajatellen syöttää vesat vaakasuorassa.

Viiteluettelo

Eric Ericsson: Maskinell buskröjning, Lantbrukshögskolan, Nr. 9 1972, Uppsala.

Pentti Hakkila: Lyhytkiertometsätalous on ajankohtainen tutkimuskohde. Metsä ja Puu 11/1973

Pentti Hakkila: Puuraaka-aine talteen. Tehokortisto, Työtehoseuran metsätiedotus n:o 247, Helsinki 1975

Pentti Hakkila ja Markku Mäkelä: Pallarin vesakkoharvesteri, Folia Forestalia n:o 249, Metsäntutkimuslaitos, Helsinki 1975

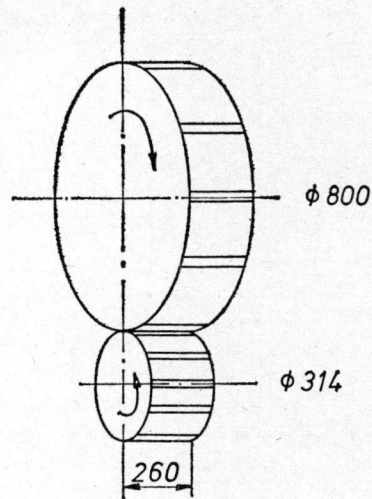
C. M. Kerrush: Developments in Harvesting Technology Relevant to Short Rotation Crops

A. A. Laubgan: Tuloksia pensaikoleikkuupuimurin KIM-2 työmaakokeista, Lesnoje hozjaistvo 8/1972

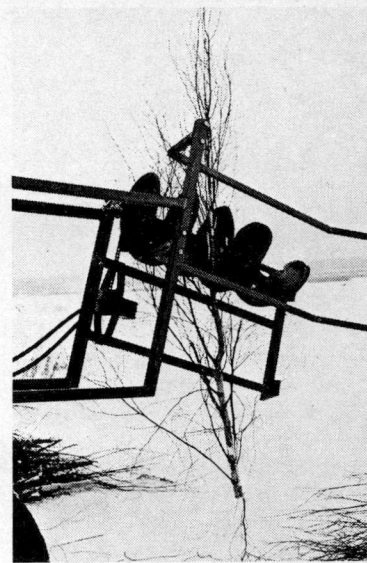
Selostus vesakkopuun kaatolaitteiden kokeista. Vakola, Helsinki 1975

Selostus Viljo Mielosen vesakonkorjuukoneen syöttölaitteiston kokeista. VAKOLA, Helsinki 1977

Vesakonkaatolaitteistojen mainoksia: Mc Connel, R. S. Fleming, Hydrocut Ltd, Barfords of Belton, Ransomes, De Laverque, Wolseley



Kuva 11. Vesakonkaatolaite Heron.



Kuva 13. Syöttöruuvi siirtää puun pystyasennossa koneen takaosaan. Huom. Laitteesta puuttuu vielä toinen syöttöruuvi.