



VAKOLA

PPA 1
03400 VIHTI
913-46211

VALTION MAATALOUSTEKNOLOGIAN TUTKIMUSLAITOS
STATE RESEARCH INSTITUTE OF ENGINEERING IN AGRICULTURE AND FORESTRY

Jukka Mäkelä - Hannu Laurola

LEIKKUUPUIMURIN KULKUKYKY
UPOTTAVISSA OLOISSA

VAKOLAN TIEDOTE 39/87

SISÄLLYSLUETTELO

| | Sivu |
|--|------|
| JOHDANTO | 3 |
| I Maalajien vaikutus | 4 |
| II Puimurin rakenteen vaikutus | 5 |
| 1. Taka-akselisto | 5 |
| 2. Eturenkaat | 7 |
| - savi- ja hiesumaat | 9 |
| - eloperäiset maat | 10 |
| - rinteet | 11 |
| 3. Hydrostaattinen takaveto | 12 |
| III Missä järjestyksessä kulkukykyä parannetaan? | 18 |

JOHDANTO

Suomessa viljan puinti ajoittuu sääoloiltaan varsin epävakaiseen vuoden aikaan. Syyssateet saattavat pehmittää pellot sellaisiksi, että leikkuupuimurin liikkuminen vaikeutuu. Leikkuupuimurin kulkukykyä on kuitenkin mahdollista parantaa huomattavasti, joskus jopa melko vähäisin kustanuksin.

Tämä tiedote perustuu laitoksen "Leikkuupuimurin kulkukyky" -tutkimukseen, joka puolestaan on osatutkimus Työtehoseura r.y.:n tutkimuksesta "Käytännön puintityön kehittäminen". Tutkimuksesta valmistuu myös agr. yo. Jukka Mäkelän opinnäytetyö Helsingin yliopiston maatalousteknologian laitokselle.

I Maalajien vaikutus

Jos aina samojen peltojen märkyys haittaa puimista vuodesta toiseen, on tarkoituksenmukaista ensin tutkia niiden ojituksen toimivuus. Vasta sen jälkeen selvitetään kuinka puimurin kulkukykyä voitaisiin parantaa niin, että puimuri pystyy liikkumaan tyydyttävästi syviä ajouria jättämättä. Painavan koneen liikkuminen vettyneellä pellolla vaurioittaa aina maan rakennetta. Mitä pienimmin vaurioin sato saadaan korjatuksi sitä parempi.

Pellon maalaji vaikuttaa ratkaisevasti siihen, mitä liikkumisongelmia märällä pellolla ilmenee ja miten puimurin liikkumista voidaan helpottaa. Savi- ja hiesumaille muodostuu kosteissa oloissa maan pintaan noin n. 5-10 cm:n paksuinen hyvin pehmeä ja liukas kerros. Sen alapuolella on kova ja usein myös melko kuiva pohjamaa. Jos maassa on riittävästi humusta, niin pehmeä kerros voi ulottua aina kyntöanturaan asti. Kulkua haittaa pääasiassa renkaiden ripavälien tukkeutumisesta johtuva renkaan luistaminen ja mahdollisesti maan nouseminen renkaiden mukana haittaamaan puimurin toimintaa.

Eloperäisten maitten pinnassa on melko ohut kasvien juurien sitoma maakerros. Pintakerroksen alapuolella on pehmeä vettynyt maakerros, joka voi ulottua useiden metrien syvyyteen. Puimurilla ei voi ajaa toistuvasti samasta kohtaa ja se saattaa pahimmassa tapauksessa upota peltoon akseleitaan myöten.

Hienot hietamaat ovat ominaisuuksiltaan edellisten ryhmien välimuoto. Saves- ja humuspitoisuus määräävät, kumman ryhmän ominaisuudet tulevat selvimmän esille.

II Puimurin rakenteen vaikutus

Tärkeitä puimurin kulkukykyyn vaikuttavia tekijöitä ovat mm.

- kokonaispaino
- akselipainoon ja painojakaumaan nähden riittävä rengaskoko
- takapyörien raideväli
- puimurin maavara
- vapaa tila renkaiden ympärillä.

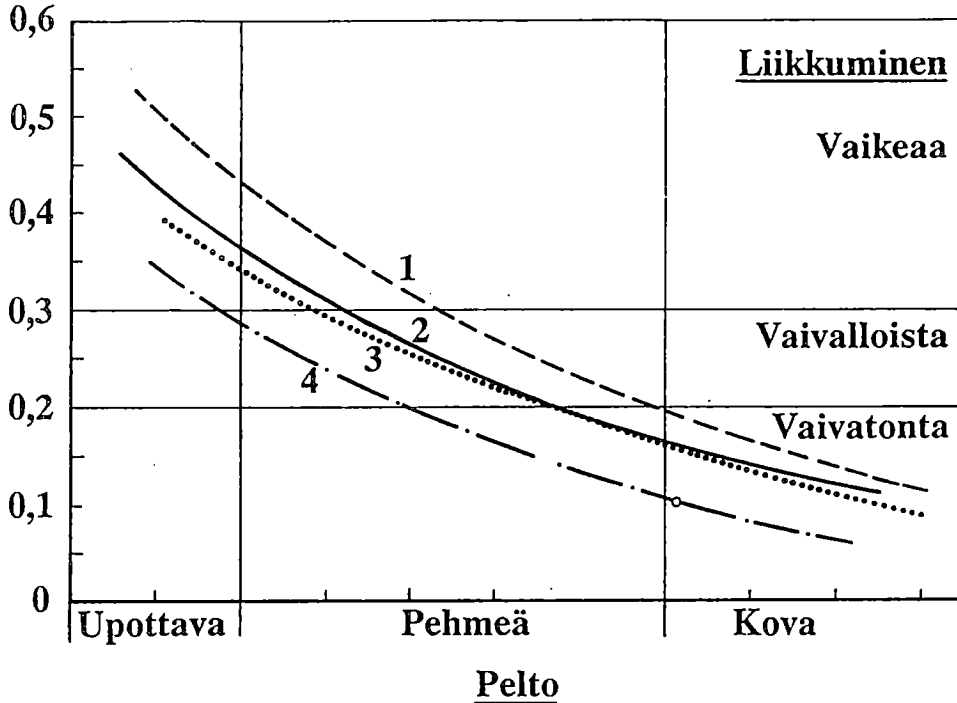
1. Taka-akselisto

Liikkumisvaikeuksien alkusyy on useimmiten puimurin takapäässä. Käytännön puintioloissa puimurin kiinnijääminen alkaa siitä, että takapyörät uppoavat ja sitten pysähtyvät. Tästä on seurauksena etupyörien luiston kasvaminen ja lopulta puimurin pysähtyminen kokonaan.

Takapyörien raideväli, koko ja pintakuvio vaikuttavat oleellisesti puimurin liikkumiseen. Yleensä leikkuupuimurin takapyörät kulkevat joko etupyörien kanssa samaa jälkeä (leveä raideväli) tai etupyörien raidevälin sisäpuolella (kapea raideväli).

Kenttäkokeissa on todettu, että vaikeissa puintioloissa leveä raideväli on selvästi kapeaa edullisempi. Silloin takarenkaat kulkevat etupyörien valmiiksi talleamissa urissa. Lisäksi voidaan käyttää huomattavasti läpimitaltaan suurempia renkaita. Leveän raidevälin hyöty on suurin savimailla on sitä suurempi, mitä raskaampi puimurin taka-akseli on (kuvio 1).

Vierimisvastuskerroin

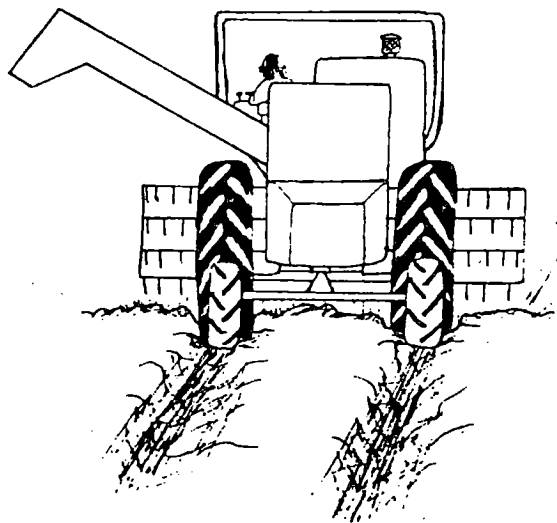


| | <u>Raideväli</u> | <u>Rengaskoko</u> | <u>Rengaskuvio</u> |
|----|------------------|-------------------|--------------------|
| 1. | kapea | 400 - 17.5 | pitkittäiskuvio |
| 2. | kapea | 11.5 - 15.3 | pitkittäiskuvio |
| 3. | leveä | 12.5 - 18 | pitkittäiskuvio |
| 4. | leveä | 12.5 - 18 | ripakuvio |

Kuvio 1. Takapyörien koon ja raidevälin vaikutus vierimisvastuskertoimeen savimaalla. Suureneva vierimisvastuskerroin kertoo suuremmasta vastuksesta.

Takarenkaiden läpimitan lisääminen helpottaa selvästi puimurin liikkumista. Sitä vastoin pelkästä renkaiden leveyden lisäämisestä tai paripyörien asentamisesta taakse on usein jopa haittaa.

Etu- ja takaraidevälin tulisi olla yhtä suuri. Lisäksi käytännön nyrkkisääntönä on, että takarenkaiden tulisi olla leveydeltään noin puolet eturenkaiden leveydestä. Tällöin takapyörät kulkevat keskellä etupyörien tallaamia uria (kuva 1). Takarenkaat eivät hankaa urien reunoja ja samalla myös puimurin ohjattavuus paranee.





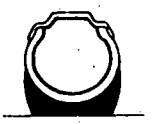




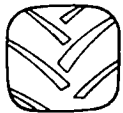

Kuva 1. Suositeltava taka-akselisto. Takapyörät kulkevat keskellä etupyörien uria ja ovat leveydeltään puolet etupyöristä. Ripakuvioidut takarengaat asennetaan takavedottomiin puimureihin siten, että ripojen suunta on päinvastainen kuin eturenkaissa. (Piirros Annukka Varis).

Pohjattomilla suomilla leveästä takaraidevälistä on vähemmän hyötyä kuin savimailla, koska tällöin takapyörät uppoavat etupyörien urissa yhä syvemmälle. Käytännössä suurempi pyörä koko tekee leveästä taka-akselista hyvän ratkaisun suomillaakin.

Suosittelava takarengas on ripakuviollinen. Ripakuviollinen takarengas asennetaan siten, että ripojen suunta on päinvastainen kuin eturenkaan ripojen. Alhainen ilmanpaine, joustava kudusrakenne ja ripakuvio pitävät renkaan puhtaana ja pyörivänä.

2. Eturenkaat

Eturenkaiden valinnassa tulee ottaa huomioon maalajin puimurin kulkukyvylle asettamat vaatimukset. Tällä hetkellä puimurin eturenkaat ovat pääasiassa ristikudosenrenkaita, mutta matalaprofiiliset ns. "mammuttirenkaat" ja korkearipaiset vyörenkaat ovat yleistymässä. Kullakin rengastyypillä on omat toisistaan poikkeavat ominaisuutensa (kuva 2).

| Ristikudosrengas | Matalaprofiilirengas | Vyörengas |
|---|---|--|
| Paikkileikkaus  |  |  |
| Kosketuspituus  |  |  |
| Kosketusjälki  |  |  |

Kuva 2. Rengastyypin periaatekuva. Matalaprofiilirenkaan kudusrakenne voi olla joko risti- tai vyökudos.

Rengasvalintaan voi parhaiten vaikuttaa puimurin oston tai vaihdon yhteydessä.

Nykyisin puimureissa käytettävät vakiokokoiset ristikudosrenkaat ovat yleensä sopivat, jollei säännöllisesti jouduta ainakin osa korjuukautta puimaan upottavissa oloissa.

Rengaspaineella on ratkaiseva merkitys renkaan käyttäytymiseen. Siihen, kuinka pieniä sallittuja rengaspaineita voidaan käyttää vaikuttavat mm. seuraavat tekijät: rengaskoko, kudusjäykkyys, kudostyyppi, pyöräkuorma, ajonopeus ja kulkualustan kovuus. Tämän vuoksi yleispäteviä rengaspaineohjeita ei voida antaa.

Kun puimuriin valitaan renkaita, pitäisi suosia rengastyyppijä, jotka sallivat alhaisen rengaspaineen normaalikäytössäkin. Vaikeissa puintiooloissa renkaiden ilmanpaineet kannattaa laskea vielä normaalia alhaisemmaksi. Eräiden matalaprofiilirenkaiden ja vyörenkaiden rengaspaineet voidaan laskea jopa 50-60 kPa:n tuntumaan. Ristikudosrenkailla 80 kPa:a voidaan pitää jonkinlaisena alarajana.

Alhainen ilmanpaine lisää renkaan joustoa, "elämistä" ja pienentää renkaan aiheuttamaa pintapainetta. Käytännön nyrkkisääntö on, että renkaan paine maan pintaa vasten on yhtä suuri kuin renkaan ilmanpaine. Tämä pitää erityisesti paikkansa joustavilla rengastyypeillä. Alhaisesta pintapaineesta on eniten hyötyä upottavilla suomailla, ja renkaan "eläminen" puolestaan parantaa ripavälien puhdistumista takertuvilla savimailla.

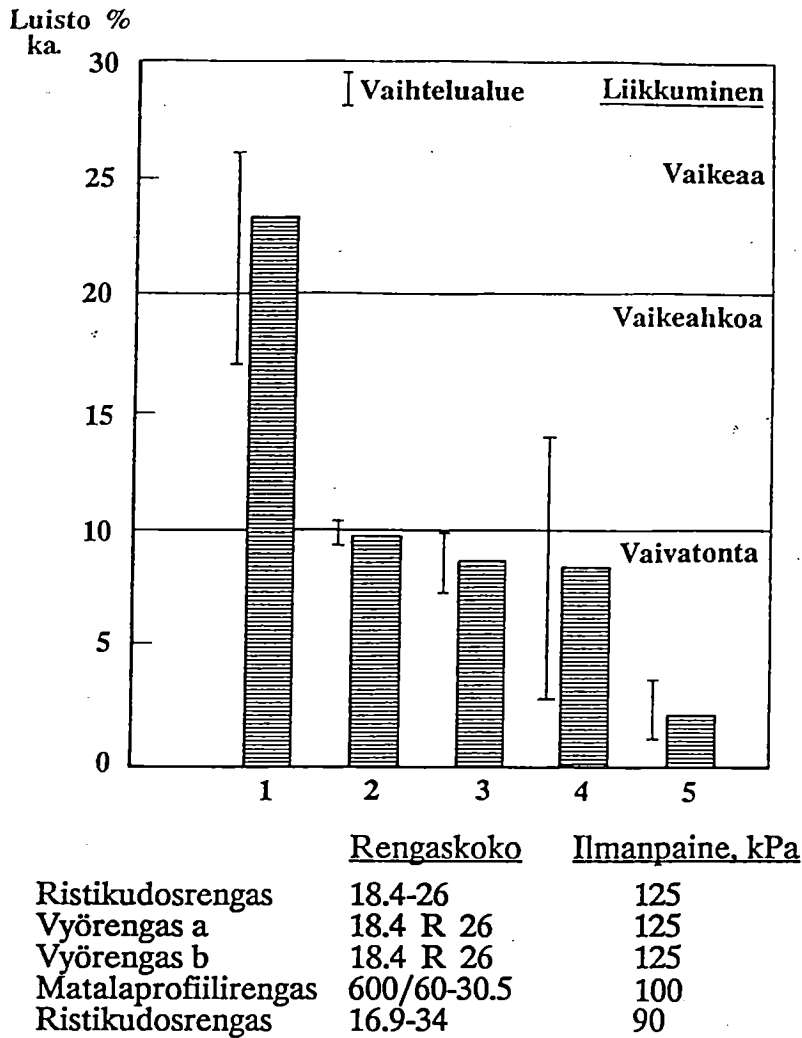
Leikkuupuinnissa renkaaseen kohdistuva rasitus on pienempi kuin esimerkiksi traktoreissa raskaine työkoneineen. Tästä johtuen rengasvaurioiden riski pehmeillä pelloilla on varsin pieni. Alhaisesta ilmanpaineesta aiheutuvat rengasvauriot syntyvät yleensä siirtoajossa kovalla tiellä. Tarkemmat painetiedot on kysyttävä puimurikohtaisesti rengasvalmistajalta tai -maahan-tuojalta.

Savi- ja hiesumaat

Savimaille, joille on tyypillistä pintaa kovempi pohjamaa ja saven tarttuminen renkaan ripaväleihin, soveltuu korkearipainen vyörengas hyvin. Korkeat rivat saattavat kuitenkin täristää puimuria siirtoajossa tietyillä nopeuksilla.

Leveä rengas puhdistuu yleensä tarttuvista maalajeista huonosti. Leveän matalaprofiilirenkaan puhdistuvuus paranee kuitenkin huomattavasti, kun rengaspainetta alennetaan riittävästi.

Ristikudosrenkaan läpimittaa on suurennettava huomattavasti ja rengaspainetta alennettava, jotta päästäisiin edellisten renkaiden tasolle. Tosin hyvin harvoihin puimureihin on mahdollista asentaa riittävän suuret renkaat. Useimmiten pyörille varattu tila rajoittaa rengaskoon suurentamisen (kuvio 2). Ristikudosrenkaisista paripyöristä ei takertuvilla savimailla ole hyötyä, vaan päinvastoin haittaa.

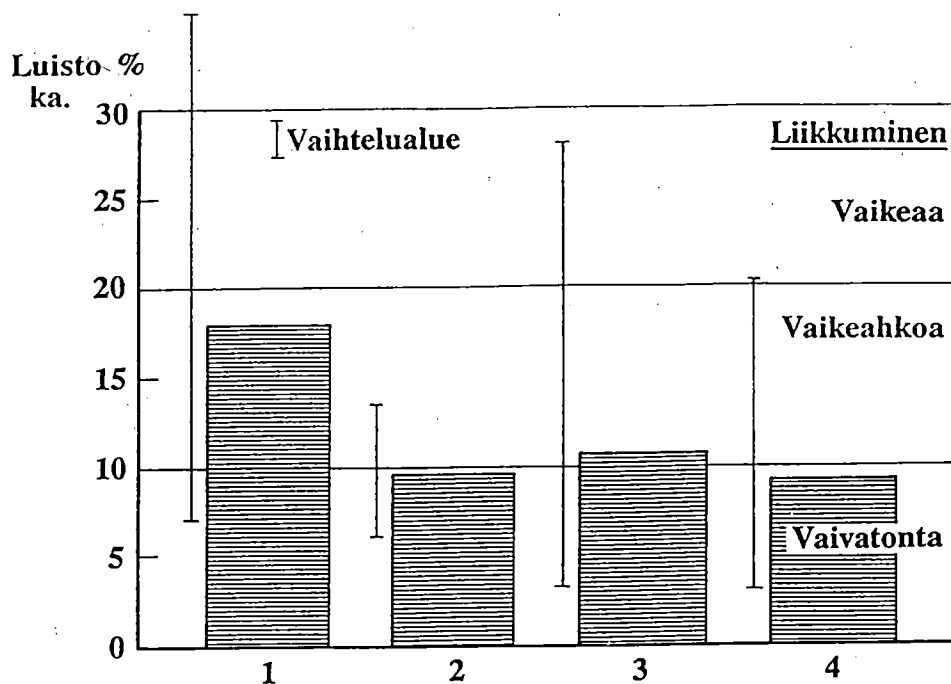


Kuvio 2. Puimurin etupyörien luisto upottavalla savimaalla. Koesarjan luistoarvot olivat useiden kokeiden keskiarvoja. Etuakselikuorma oli 5020 kg ja taka-akselikuorma 1640 kg.

Eloperäiset maat

Pohjattomilla suomilla ja joskus myös hietamailla puimurin suuri paino haittaa kulkua toisin kuin savimailla. Tällöin on renkaiden kosketuspinnan oltava suuri, jotta puimuri ei uppoaisi. Toisaalta renkaiden puhtaana pysyminen ei ole ongelma näillä maalajeilla.

Matalaprofiili- ja vyörenkaat sopivat hyvin eloperäisille maille, koska niillä on suuri kosketuspinta-ala. Kosketuspinnan muoto tosin on erilainen (vrt. kuva 2). Myös paripyöristä on selvää etua näillä maalajeilla (kuvio 3).



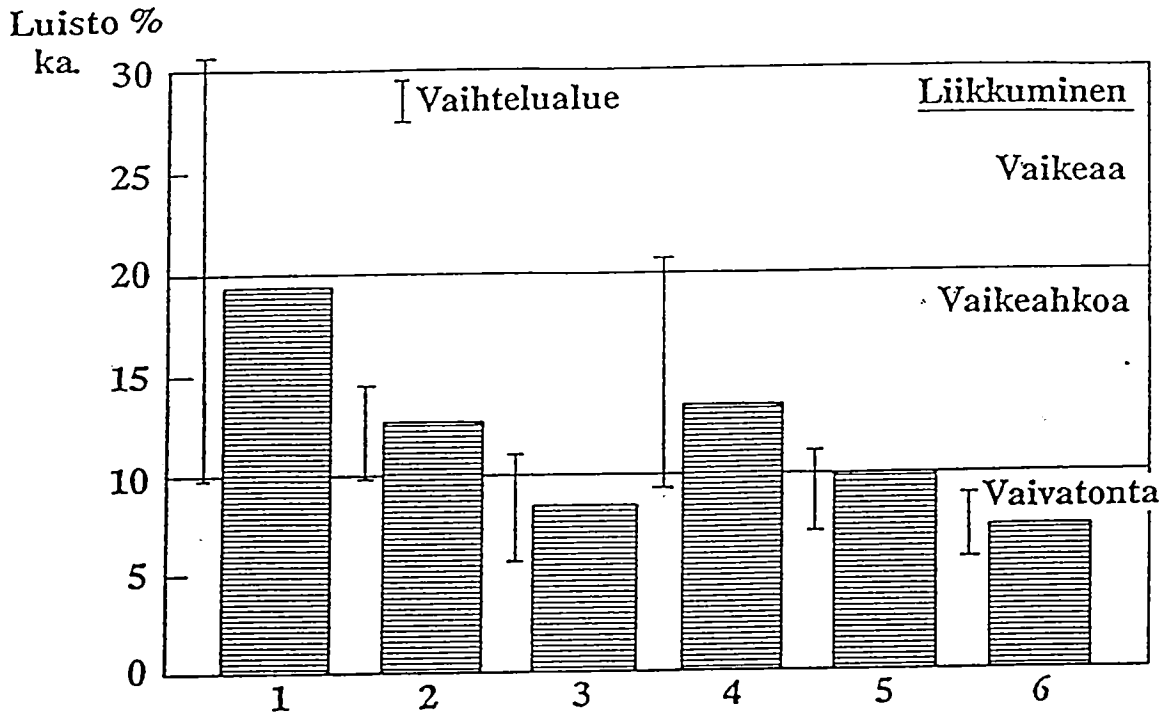
| | | <u>Rengaskoko</u> | <u>Ilmanpaine, kPa</u> |
|----|----------------------|-------------------|------------------------|
| 1. | Ristikudosrengas | 18.4-26 | 125 |
| 2. | Ristikudosrengas | 18.4-26 | 115 |
| | + levikepyörä | 14.9-28 | 70 |
| 3. | Matalaprofiilirengas | 600/60-30.5 | 160 |
| 4. | Vyörengas | 18.4 R 26 | 125 |

Kuvio 3. Puimurin etupyörien luisto multamaalla. Koesarjan luistoarvot olivat useiden kokeiden keskiarvoja. Etuakselikuorma oli 5030 kg ja taka-akselikuorma 1450 kg.

Rinteet

Saviset liukkaat rinteet ovat yksi vaikeimmin puitavista peltoalueista. Ylämäkeen ajettaessa vetäviltä pyöriltä siirtyy painoa taka-akselille vaikeuttaen entisestään puimurin liikkumista. Renkaan on pureuduttava pehmeän maakerroksen läpi kovaan pohjamaahan, jotta puimuri liikkuisi. Lisäksi renkaan tulee sietää luistoa kuvion tukkeutumatta.

Vyörenkaat ja hydrostaattinen takaveto ovat suositeltavia kulkukyvyn parannuskeinoja liukkailla savirinteillä (kuvio 4).



| | | <u>Rengaskoko</u> | <u>Ilmanpaine, kPa</u> |
|----|---------------------------------------|--------------------|------------------------|
| 1. | Ristikudosrengas | 18.4-26 | 115 |
| 2. | Matalaprofiilirengas | 600/60-30.5 | 55 |
| 3. | Vyörengas b | 18.4 R 26 | 90 |
| 4. | Ristikudosrengas + takaveto 2,5 kW | 18.4-26 12.4-24 | 115 80 |
| 5. | Ristikudosrengas + takaveto 5,0 kW | 18.4-26 12.4-24 | 115 80 |
| 6. | Ristikudosrengas + takaveto 8,5 kW | 18.4-26 12.4-24 | 115 80 |

Kuvio 4. Puimurin eturenkaiden luisto liukasta savirinnettä ylös ajettaessa. Neljännestä ajosta eteenpäin takavedon tehoa on lisätty asteettain. Etuakselikuorma oli 5030 kg ja taka-akselikuorma 1640 kg. Taka-pyörien kehänopeus oli n. 3,6 km/h.

3. Hydrostaattinen takaveto

Puimuri voidaan myös varustaa hydraulisella takavedolla erittäin vaikeita olosuhteita varten. Painojakaumaltaan raskastaka-akseliset puimurit hyötyvät eniten takavedosta.

Hydrostaattisen voimansiirron etuina ovat vedon pehmeys ja nopea mukautuminen pyörän kehänopeuden muutoksiin esimerkiksi käännoöksissä. Tämän vuoksi puimurin runkoon kohdistuvat iskut ovat vähäisiä ja pyörä pitää paremmin. Lisäksi takaveto pienentää myös etuvoimansiirtoon kohdistuvia rasituksia ja parantaa puimurin ohjattavuutta. Takapyörien työntövoimaa voidaan säätää olosuhteiden mukaan työpainetta muuttamalla.

Kokeessa ollut takavetojärjestelmä oli rakennettu avoimen hydraulipiirin periaatteella. Hydraulipumpuna oli paineohjattu, muuttuvatilavuuksinen aksiaalimäntäpumppu.

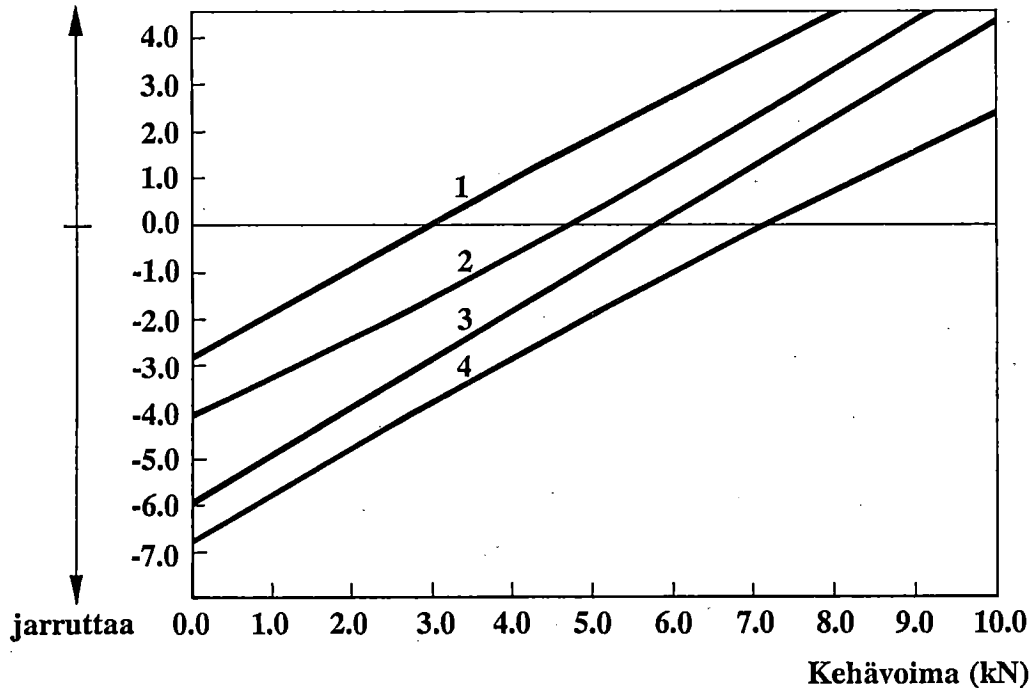
Tässä järjestelmässä pumpun tuotto säätyy paineen muutosten mukaan sellaiseksi, että hydraulipiirin paine on käytännössä likipitään vakio. Tämän vuoksi myös takapyörien työntövoima pysyy lähes vakiona ajonopeudesta riippumatta.

Työpainetta voidaan ajon aikana säätää puimurin ohjaamosta. Jos paine on säädetty liian suureksi liukkaalle alustalle, takapyörien ote irtoaa ja rengas alkaa luistaa.

Läheskään kaikki takapyörille välitetty kehävoima ei suoraan muutu taka-akselin työntövoimaksi. Olojen mukaan valtaosa kehävoimasta kuluu takapyörien oman vierimisvastuksen voittamiseen ja myös takapyörien luistoon (kuvio 5). Käytäntö on osoittanut, että taka-akselin tulisi kulkea ns. "omillaan" tai korkeintaan työntää lievästi.

Taka-akseli

työntää työntövoima (kN)

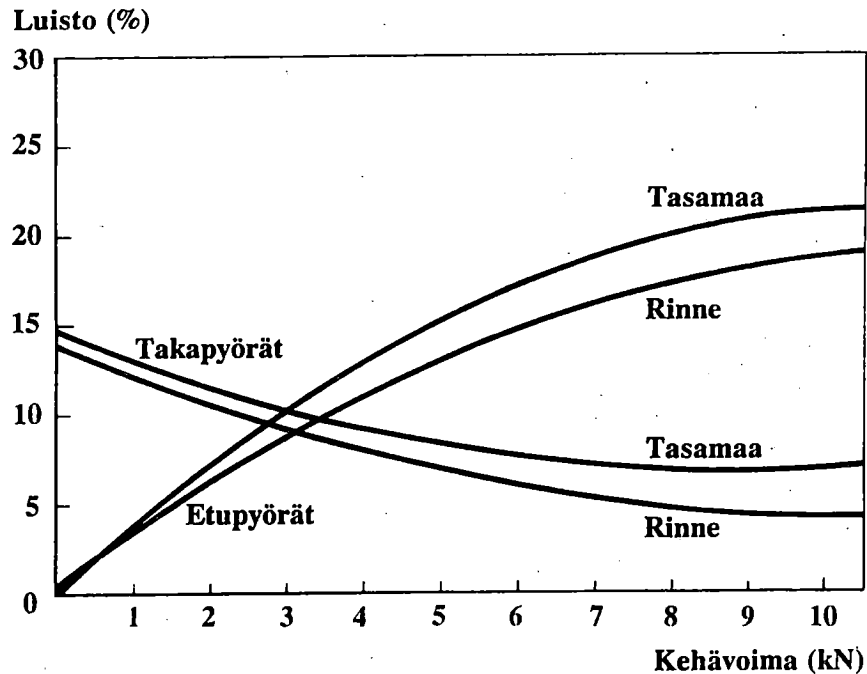


| | Rengaskoko edessä | takana |
|----------------------|-------------------|---------|
| 1. Tasainen savimaa | 18.4-26 | 12.4-24 |
| 2. Rinteinen savimaa | 18.4-26 | 12.4-24 |
| 3. Tasainen suomaa | 600/60-30.5 | 12.4-24 |
| 4. Tasainen suomaa | 18.4-26 | 12.4-24 |

Kuvio 5. Takapyörille siirretyn kehävoiman ja lopullisen työntövoiman suhde eri pelto-oloissa. Taka-akselikuorma oli n. 1600 kg. Jos takapyörien kehänopeus on n. 3,6 km/h, niin kehävoimalukemat ovat myös tehon lukemia kilowatteina.

Jos takapyörien kehävoima on liian suuri, pyörien luisto kasvaa liian suureksi, yli 15 %, ja peltoon jää syvät raiteet. Takapyörät muuttuvat liian hakeutuviksi, samalla ohjaaminenkin vaikeutuu.

Vaikeissa puintioloissa ajonopeus on usein vain 2 km/h. Tällaisella nopeudella taka-akselille siirretyn tehon pitää olla noin 2-3 kW. Suositus pätee puimuriin, jonka taka-akselikuorma on noin 1600 kg. Jos taka-akselikuorma on noin 2500 kg, niin tehoa voidaan siirtää noin 3-4 kW ilman, että takapyörien luisto kohoaa liian suureksi, yli 15 % (kuvio 6).

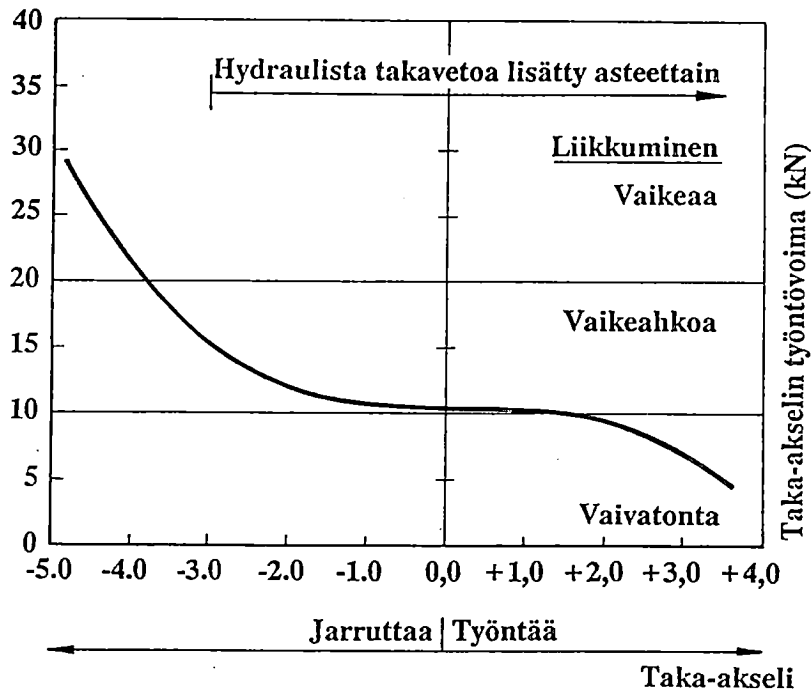


Kuvio 6. Takapyörille siirretyn kehävoiman vaikutus etu- ja takapyörrien luistoon liukkaalla rinteellä ja tasaisella maalla. Etuakselikuorma oli 5530 kg ja taka-akselikuorma 2500 kg. Eturenkaiden koko oli 600/60-30.5 ja takarenkaiden 12.4-24. Jos takapyörrien kehänopeus on 3,6 km/h niin kehävoimalukemat ovat myös tehon lukemia kilowatteina.

Esitetyt lukemat ovat vain karkeita suosituksia. Hyvin eloperäisillä suomilla taka-akseliteho voi olla jopa 50 prosenttia suurempi kuin tasaisilla savimailla tai rinteillä. Periaatteena on kuitenkin, että leikkuupuimurin takavedon pitää olla etupyörrien vetoa avustava, ei puimuria pääasiallisesti liikuttava.

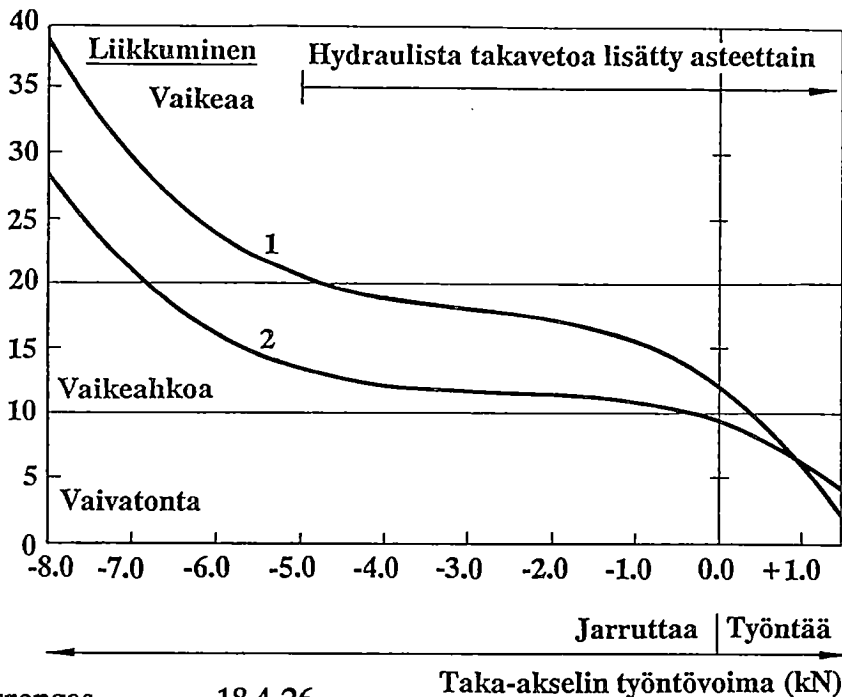
Takavetoa voidaan suositella liukkailla rinteillä (kuvio 7), ja etenkin suomilla (kuvio 8). Sitä vastoin tasaisilla savimailla takaraidevälin leventäminen ja hyvin puhdistuvat eturenkaat parantavat useimmiten riittävästi puimurin liikkumista (kuvio 9).

Luisto %



Kuvio 7. Taka-akselin työntövoiman vaikutus puimurin eturenkaiden luistoon liukasta savirinnettä ylös ajettaessa. Kaltevuus 5° - 8° . Esim. $-4,0$ kN työntövoima tarkoittaa, että taka-akseli jarruttaa etenemistä "400 kg" ja vastaavasti $3,0$ kN työntövoima sitä, että taka-akseli työntää "300 kg". Etuakselikuorma oli 5030 kg ja taka-akselikuorma 1640 kg. Eturenkaiden koko oli $18,4 - 26$ ja takarenkaiden $12,4 - 24$.

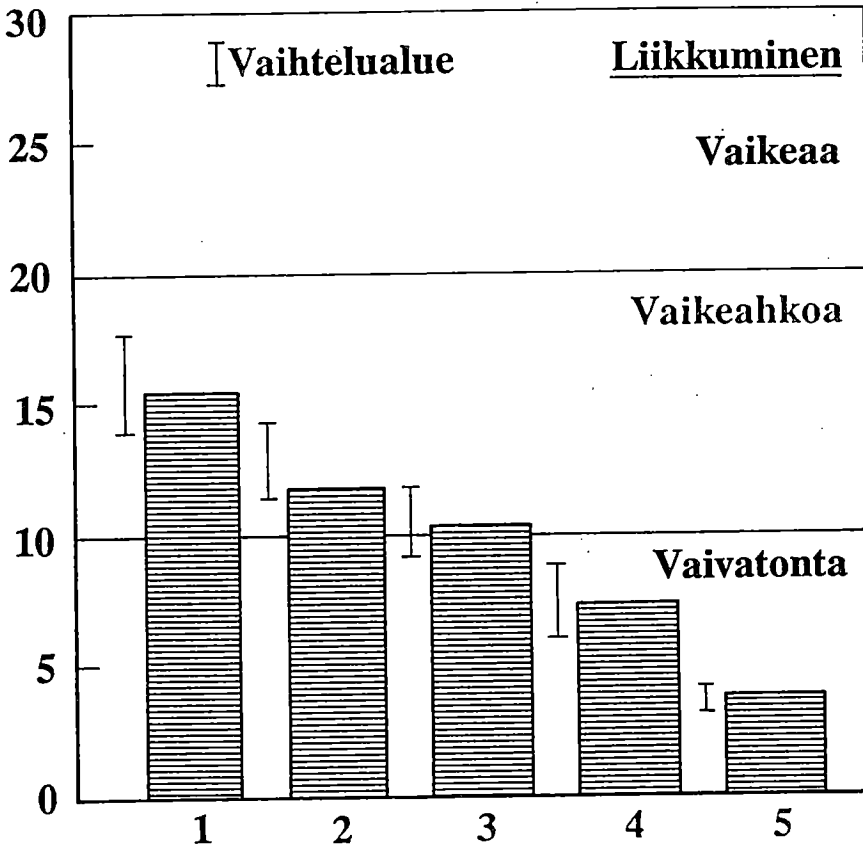
Luisto %



- | | |
|-------------------------|-------------|
| 1. ristikudosrenkas | 18,4-26 |
| 2. matalaprofiilirengas | 600/60-30,5 |

Kuvio 8. Taka-akselin työntövoiman vaikutus suomaalla. Taka-veto on kytetty päälle $-5,0$ kN kohdalla ja sen tehoa lisätty asteittain. Eturenkaiden luisto on tällöin pienentynyt parantaen kulkukykyä. Etuakselikuorma oli 3800 kg ja taka-akselikuorma 1350 kg. Taka-renkaiden koko oli $12,4 - 24$.

Luisto %
ka. 30



| | <u>Taka-akseli</u> | <u>Takarengaskoko</u> | <u>Takavetoteho</u> |
|----|--------------------|-----------------------|---------------------|
| 1. | kapea | 11,5-15,3 | - |
| 2. | leveä | 12,4-24 | - |
| 3. | leveä | 12,4-24 | 1,6 kW |
| 4. | leveä | 12,4-24 | 4,6 kW |
| 5. | leveä | 12,4-24 | 9,1 kW |

Kuvio 9. Eturenkaiden luisto savimaalla puimurin ollessa varustettu erirakenteisin taka-akselein. Takaraidevälin suurentaminen ja takarenkaiden vaihtaminen riittävän suuriksi ja ripakuvoisiksi on alentanut eturenkaiden luistoa jo niin paljon, että takavedon antama lisäapu ei ole enää ollut kovinkaan merkityksellistä. Etuakselikuorma oli 5030 kg ja taka-akselikuorma 1640 kg. Takapyörien kehänopeus oli n. 3,6 km/h. Eturenkaiden koko oli 18.4-26.

III Missä järjestyksessä kulkukykyä parannetaan?

Leikkuupuimurin kulkukykyä on mahdollista parantaa huomattavasti. On vain harkittava, mitkä parannustoimenpiteet ovat riittävät tilan olosuhteisiin, sillä muutostyön hinta kasvaa kulkukyvyn parantuessa. Täysin satunnaisten ja puin-tialaan nähden merkityksettömien kulkuvaikeuksien vuoksi ei kannata ryhtyä omatoimisiinkaan parannustöihin. Tarvittaessa parannustyöt on syytä aloittaa seuraavan luettelon mukaan edeten järjestyksessä kotoisista konsteista kalliim-piin lisäkeinoihin.

1. Paineiden alentaminen rengasvalmistajan tai maahantuojan sallimiin alimpiin arvoihin sekä etu- että takarenkaissa.
2. Puimurin keventäminen kaikin mahdollisin keinoin. Silppuri irrotetaan ja puidaan vajain viljasäiliöin.
3. Eteen vaihdetaan talon traktoreista suurempiläpimittaiset renkaat, mikäli ne kokonsa ja vanteiden reikäjaon puolesta sopivat. Usein myös taakse on asennettava suurempiläpimittaiset renkaat, jotta leikkuupuimuri kulkisi suorassa. Lisäksi on varmistuttava, että leikkuupöytä menee riittävän alas renkaiden vaihdon jälkeen.
4. Ellei takaraideväli ole sama kuin eturaideväli, sen leventäminen on eduksi. Takarenkaiksi vaihdetaan läpimitaltaan mahdollisimman suuret, mieluummin ripakuvioiset renkaat, joiden leveys on noin puolet eturenkaiden leveydes-tä. Ripakuvio asennetaan toisinpäin kuin eturenkaissa.

Ennen takaraidevälin leventämistä on ehdottomasti otettava yhteys maahan-tuojaan tai puimurin valmistajaan, koska puimurin runkoon kohdistuvat rasitukset muuttuvat. Väärin toteutettu raidevälin leventäminen saattaa mm. vaarantaa liikenneturvallisuutta ja valmistajasta riippuen johtaa pui-murin takuun raukeamiseen.

5. Hankitaan tilan maalajeille mahdollisimman sopivat eturenkaat. Tarttuville savimaille ja rinteille suositellaan hyvin puhdistuvia renkaita. Upottaville eloperäisille maille ja hiedoille ovat suositeltavia kantopinnaltaan mahdol-lisimman suuret renkaat.
7. Puimuri varustetaan takavedolla.

