



**VAKOLA**

03450 OLKKALA  
913-46211

**VALTION MAATALOUSKONEIDEN TUTKIMUSLAITOS**  
STATE RESEARCH INSTITUTE OF ENGINEERING IN AGRICULTURE AND FORESTRY

Jukka Ahokas ja Hannu Mikkola

# **TRAKTORI JA POLTTOAINEEN KULUTUS**

**VAKOLAn tiedote no 38/86**

**ERIPAINOS KONEVIESTI n:o 12/86**

Traktorien moottoreiden ominaiskulutukset vaihtelevat nykyisin 240–280 g/kWh rajoissa. Vanhempien traktorimallien ominaiskulutukset olivat 10–30 g/kWh suurempia. Vaihdettaessa vanha traktori uuteen polttoaineen ominaiskulutus pienenee yleensä 20 g/kWh ja jos tämä saadaan kokonaisuudessaan säästönä, kulutus pienenee n. 8 %. Traktorin vuotuinen polttoaineenkulutus on 2000–3000 l, jolloin säästö olisi 160–240 l polttoöljyä. Yksityistaloudessa tämä säästö ei ole merkittävä, etenkin jos otetaan huomioon myös verotus. Traktoria ei kannata vaihtaa polttoaineenkulutuksen takia. Polttoaineenkulutus luonnollisesti kannattaa ottaa yhtenä valintaperusteena mukaan traktoria uusittaessa.

Renkaiden, nelipyörävedon tai polttoainetta säästävien työkonoiden ja varusteiden hankkiminen pelkästään polttoainetalouden takia ei ole taloudellisesti kannattavaa. Niiden hankinta työn nopeutumisen, maan tiivistymisen tai yleensä työn onnistumisen takia voi olla täysin perusteltua.

Oikein tehty työ, sopivat koneet ja oikeat koneiden säädöt tuottavat suurimmat ja edullisimmat polttoainesäästöt. Tällöin säästöt voivat olla monasti kymmeniä prosentteja.

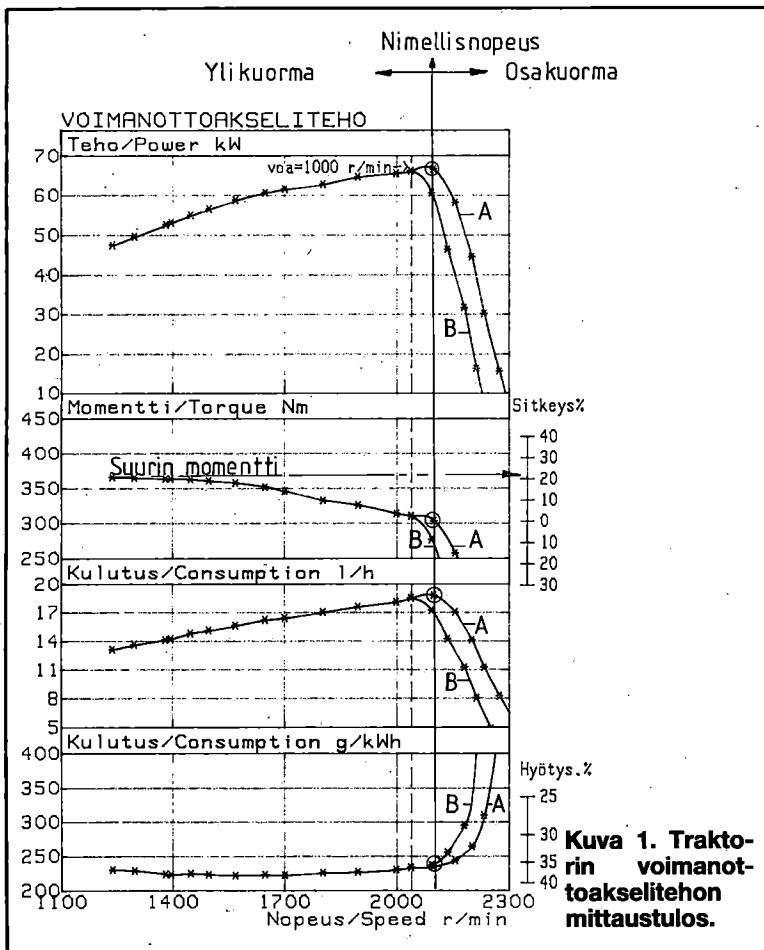
## Traktorin moottori

### Traktorin tehon mittaustulos

Traktoreiden tehot mitataan voimanottoakselilta. Tämä teho vastaa melko hyvin vetävien pyörien akselitehoa, koska siihen sisältyvät apulaitteiden, kuten esimerkiksi voimansiirron öljypumppujen ja hydraulipumppujen ottamat tehot. Traktorin teho on helpompi mitata voimanottoakselilta kuin moottorista. Moottoria ja polttoaine- ja jäähdytysjärjestelmää ei tarvitse irrottaa ja asentaa uudelleen mitausta varten.

Teho mitataan kaasuvivun ollessa täysin auki. Tehonmittausjarrulla kuormitetaan voimanottoakselia ja mitataan eri kuormilla vääntömomentti, pyörimisnopeus ja polttoaineen kulutus. Kuva 1 on erään tehonmittauksen tulos. Kuvaan merkityt pisteet ovat mittaustuloksia ja käyrät on piirretty näiden pisteiden avulla. Käyrä A on mitattu kaasuvivun ollessa täysin auki. Kuvaan on piirretty myös mittaustulos, jossa kaasuvivua on hieman löysätty, käyrä B. Jokaiselle kaasuvivun asennolle saataisiin oma käyrän B tapainen tulos.

Tehokäyrästäön liittyvät omat nimityksensä:



**Nimellisteho:** Teho, jonka valmistaja ilmoittaa jatkuvan käytön tehoksi. Nimellisteholla on lähes aina polttoaineenkulutus l/h suurimmillaan.

**Suurin teho:** Usein sama kuin nimellisteho. Joissakin ahdetuissa ja välijäähdytetyissä moottoreissa suurin teho voi olla erisuuri kuin nimellisteho.

**Nimellisoisuus:** Moottorin pyörimisnopeus, jolla nimellisteho saadaan, kun kaasuvipu on täysin auki.

**Ylikuorma:** Moottoria raskaasti kuormitettaessa sen pyörimisnopeus laskee. Kun nopeus laskee alle nimellisoisuuden, kyseessä on ylikuorman alue.

**Osakuorma:** Jos moottorin koko tehoa ei käytetä hyväksi, pyörimisnopeuden säädin toimii ja estää moottorin ryntäämisen. Kun moottorin pyörimisnopeus on suurempi kuin nimellisoisuus, säädin on aina toiminnassa. Kyseessä on osakuorman alue.

**Säätökäyrä = osakuorma**  
**Suurin vääntömomentti:** Koh- ta, jossa vääntömomentti saa suurimman arvonsa.

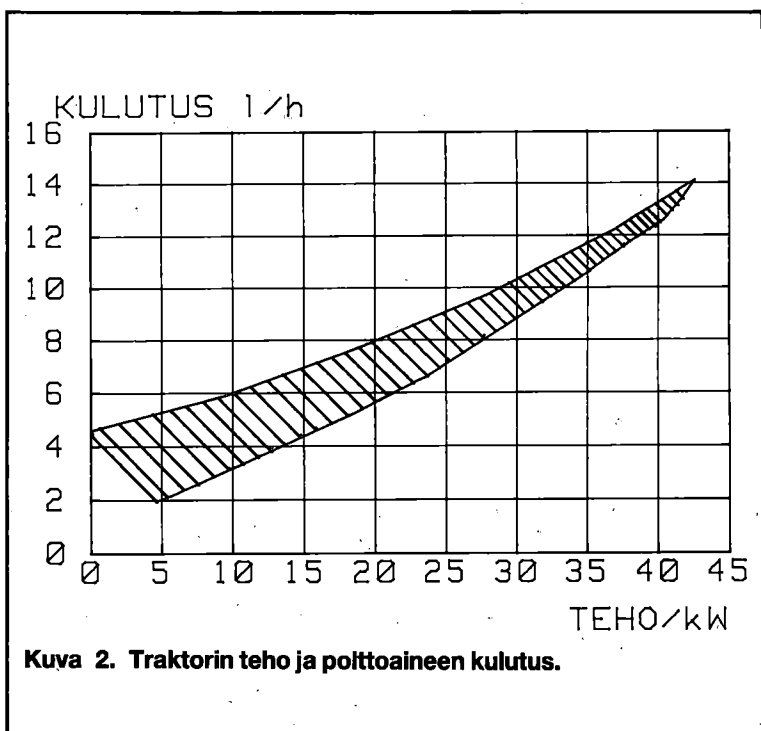
### Moottorin ominaisuudet

Mikään moottorin ominaisuuksista ei yksin vaikuta esimerkiksi sitkeyteen tai ominaiskulutukseen. Moottorin suoritusarvot muodostuvat moottorikokoinaisuudesta, johon vaikuttaa mm. iskusuhte, venttiilien ajoitus, polttoainejärjestelmä, ahtaminen eri muodoissaan ja moottorin mekaaninen kuormituksen sieto. Kuva moottorin ominaisuuksista saadaan siten vain suoritusarvomittausten avulla.

### Polttoaineen ominaiskulutus

Moottorin taloudellisuuden mittana käytetään polttoaineen ominaiskulutusta. Se ilmoittaa kuinka monta grammaa polttoainetta kuluu tehtaessa 1 kWh:n työ. Koska diesel- tai polttoöljyn lämpöarvo on yleensä aina sama, ominaiskulutuksesta voidaan laskea moottorin hyötysuhde, ks. kuva 1. Parhaimmillaan dieselmoottoreiden ominaiskulutus on suuruusluokkaa 200 g/kWh, mikä vastaa yli 40 % hyötysuhdetta. Voimanottoakselitehon mitauksissa pienimmät kulutukset ovat olleet luokkaa 230 g/kWh ts. hyötysuhde on ollut hieman alle 40 %. Voimanottoakselilta mitattuna ominaiskulutusluvut ovat moottorista mitattuja kulutuslukuja suuremmat, koska apulaitteet ottavat osansa moottorin tehosta. Mitä pienempi moottori on, sitä suurempi on apulaitteiden ottaman tehon osuus.

Polttoaineen ominaiskulutus muuttuu moottorin kuormituksen mukaan, ylikuormalla ominaiskulutus on edullisimmillaan, osakuormalla epäedullisimmillaan. Tätä osoittaa kuva 2, jossa on esitetty polttoaineenkulutus l/h moottorin tehon mukaan. Kuvan vinoviivoitettu alue on kuljettajan valittavissa, jos ajetaan jatkuvasti kaasu auki, kulutus on alueen ylärajalla. Jos traktori kulkee kevyesti, voidaan vaihtaa suurempi vaihde ja vähentää hieman kaasua. Tällä saadaan kulutus pienenevä. Aivan alueen alarajalle ei käytännössä päästä, koska silloin pitäisi jatkuvasti ajaa lähellä suurimman vääntömomentin kierroksia.



Traktorin keskimääräinen vuotuinen käyttöteho on meillä 20—30 % nimellistehosta. Kuvan 2 tapauksessa tämä merkitsee 3—6 l/h keskikulutusta ja 250—500 g/kWh ominaiskulutusta. Traktorin polttoainekulutus arvostellaan suurimman tehon ominaiskulutuksen mukaan, mikä antaakin kohtalaisen hyvän kuvan moottorin polttoainetaloudesta.

Pieni polttoaineen ominaiskulutus on hyvä, mutta sitä ei pidä yliarvostaa.

Suuruusluokkaa 250 g/kWh olevaa kulutusta voidaan pitää voimanottoakselitehon mittauksissa keskinkertaisena.

**Moottorin sitkeys**

Moottorin sitkeys kuvaa moottorin vääntömomentin kasvua pyörimisnopeuden kuormitettaessa aletessa suurimman tehon pyörimisnopeudesta. Suurin sitkeys saadaan, kun verrataan suurimman vääntömomentin ja suurimman tehon kohtia, kuva 3. Kuvassa piste B on suurimman

tehon kohta, A suurimman vääntömomentin kohta ja C momentin nousu näiden kohtien välillä.

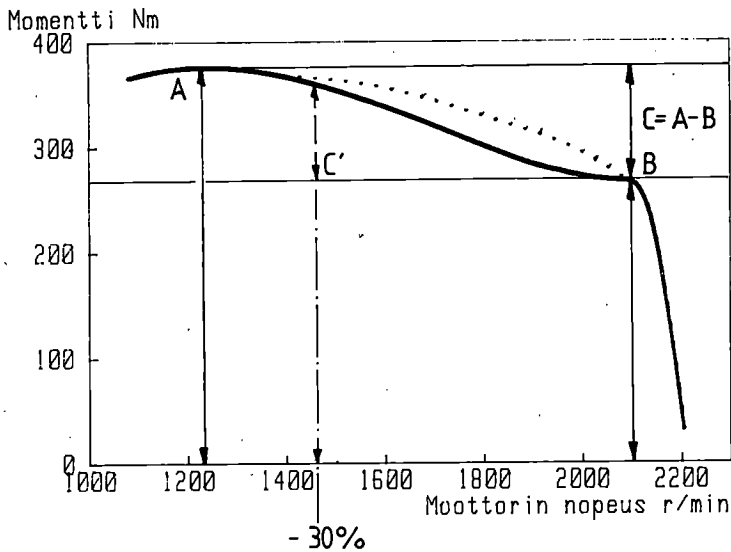
$$\text{Sitkeys} = \frac{A - B}{B} \times 100 \%$$

Vääntömomenttikäyrän muoto vaikuttaa työsaavutukseen. Jos vääntömomentti kasvaa nopeasti pyörimisnopeuden aletessa (pisteiviivitus kuvassa 3) traktorin ajonopeus ei muutu paljoakaan esim. vastamäen tai kovemman maalajin kohdalla. Jos vääntömomentti kasvaa hitaasti (ku-

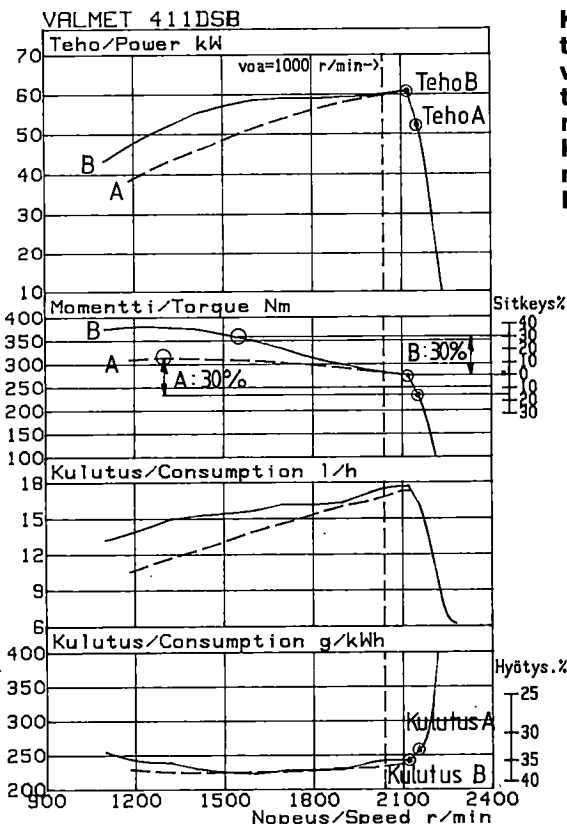
van 3 yhtenäinen viiva), traktorin ajonopeus pienenee vastaavassa tilanteessa huomattavasti enemmän. VAKOLAn traktorikoe-tyksissä sitkeys ilmoitetaankin kohdasta, jossa moottorin nopeus on pienentynyt 30 % nimellinopeudesta (C').

Traktoriesitteissä ilmoitetaan usein suurin teho ja sen pyörimisnopeus sekä suurin vääntömomentti. Näistä voidaan laskea suurin sitkeys, kun ensin lasetaan suurimman tehon vääntömomentti B. Tämä saadaan yhtälöstä:

$$B = \frac{\text{Suurin teho (kW)}}{\text{Suurimman tehon nopeus (r/min)}} \times 9550 \text{ (Nm)}$$



**Kuva 3. Moottorin sitkeyden määrittäminen. A = suurin vääntömomentti, B = vääntömomentti suurimman tehon kohdalla, C = vääntömomentin kasvu, C' = vääntömomentin kasvu, kun pyörimisnopeus alenee 30 %.**



**Kuva 4. Moottorin sitkeyden vaikutus suoritusarvoihin. A = moottorin sitkeys 14 %, B = moottorin sitkeys 38 %.**

Traktoriyölle on ominaista alhainen ajonopeus ja suuri veto-voima. Tämä aiheuttaa sen, ettei vaihdetta voida peltotyössä vaihtaa vauhdissa kuten autoissa. Sen sijaan moottorin sitkeyden on voitettava vastamäet ja kovat kohdat. Tämän takia moottorin sitkeydellä on huomattava vaikutus käytännön työsaavutukseen peltotöissä. Kuvassa 4 on verrattuna kahta traktoria, joiden suurimmat tehot ovat samat, mutta sitkeydet ovat 14 % ja 38 %. Jos työ vaatii esim. 30 % sitkeyden, traktoria A joudutaan ajamaan pienellä vaihteella ja korkeilla kierroksilla ja sen hyödynnettävissä oleva teho on selvästi alle suurimman tehon. Traktorilla B saadaan sen sijaan suurin teho hyödyksi ja silti moottoriin jää vielä 30 %:n kohdan jälkeenkin sitkeyttä.

Moottorin sitkeys vaikuttaa myös polttoaineen kulutukseen. Kuvan 4 traktorin A ominaiskulutus on traktorin B ominaiskulutusta suurempi, kun traktorilta vaaditaan 30 % sitkeyttä. Mittauksissa äestyksessä ja kynnössä traktorin B työsaavutus oli tasamaalla 10—20 % ja jyrkissä vastarinteissä 10—30 % traktorin A työsaavutusta parempi. Sitkeämman traktorin polttoainetalous oli 3—30 % edullisempi. Traktorilta vaadittava sitkeys voidaan arvostella seuraavasti:

Jotta nopeus ei rinteissä ja kovissa kohdissa alene liikaa, on suositeltavaa, että sitkeys on 5 %-yksikköä vähimmäisarvoja suurempi.

Hyvän sitkeyden ansiosta traktorin ajonopeutta voidaan säätää myös kaasuvivulla ilman, että se vaikuttaisi paljoakaan työsaavutukseen. Sitkeän moottorin teho pysyy korkeana, vaikka sen pyörimisnopeus hieman alenee.

Myös traktorin paino vaikuttaa sitkeyden tarpeeseen. Jos traktori on tehoonsa nähden kevyt, renkaat luistavat helposti. Tällöin vastarinteet ja kovat kohdat eivät pienennä paljoakaan moottorin nopeutta, vaan pyörät alkavat luistaa. Pyörien luisto aiheuttaa sen, ettei keveän traktorin moottoritehoa pystytä kokonaisuudessaan hyödyntämään.

Sitkeä moottori takaa hyvän työsaavutuksen

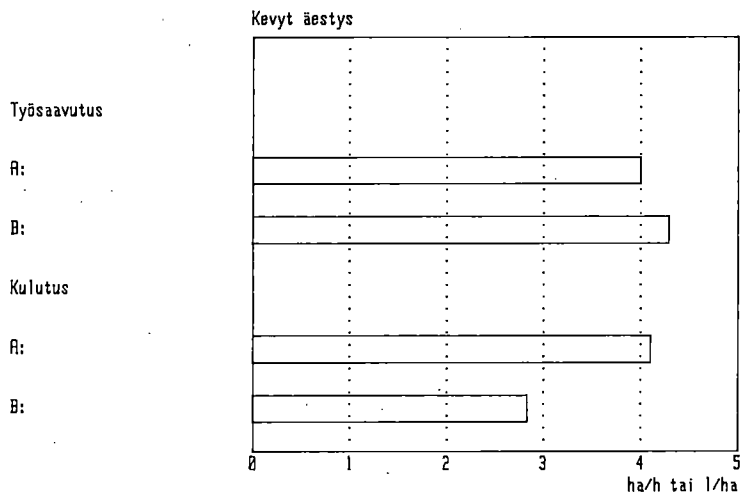
Sitkeä moottori mahdollistaa hyvän polttoainetalouden, l/ha

Sitkeä moottori antaa mahdollisuuden ajonopeuden säätöön kaasuvivulla ilman, että työsaavutus tästä kärsisi.

**Moottorin käyttötapa**

Kuten kuvassa 2 nähdään, voidaan moottorista saada sama teho eri polttoaineen kulutuksilla.

Rinteen nousukulma °	Vähimmäisitkeys %	Suosittelava sitkeys %
0	10—15	15—20
3	15—18	20—23
5	18—21	23—26



**Kuva 5. Moottorin käyttötavan vaikutus työsaavutukseen ja polttoainenkulutukseen kevyessä äestyksessä (Volvo BM Valmet 705). A = 5. vaihde ja täysi kaasvu, B = 6. vaihde ja alennettu kaasun siten, että ajonopeus on likimain sama kuin kohdassa A.**

Mitä pienempi tarvittava teho on, sitä suuremmaksi kulutusalue muuttuu ja sitä voimakkaampi on ajotavan vaikutus. Kuvassa 5 on esimerkki äestyksestä traktoriin nähden hieman liian pienellä äkeellä. Kun ajovaihte vaihdettiin hieman suuremmaksi ja samalla moottorin nopeutta hieman pienennettiin, polttoainenkulutus väheni 31 %.

Jos moottorin pyörimisnopeus on kaasua auki ajettaessa jatkuvasti nimellinopeutta suurempi (traktori kulkee kevyesti), vaihda suurempi ajovaihte ja kevennä hieman kaasua. Polttoainenkulutus vähenee 10–30 %.

Älä kuitenkaan vedätä jatkuvasti alhaisilla moottorin nopeuksilla, moottori ei kestä tätä.

**Moottorin kunto**

Traktorimoottoreiden tehot pitäisi olla uutena vähintään 10 % päässä ja hionta-ajon jälkeen 5 % päässä ilmoitetusta tehosta. Maassamme ja muissa maissa tehtyjen tarkistusmittausten mukaan hionta-ajon jälkeenkin 10 % poikkeamaa on pidettävä tavallisena.

Myös polttoaineen ominaiskulutukset poikkeavat ilmoitetuista. Ne ovat lähes aina ilmoitettua suuremmat ja vielä siten, että lähes puolella kulutus on enemmän kuin 10 % normaalia suurempi.

Traktoreiden moottoreiden kunnontarkistuksissa on usein todettu seuraavia vikoja:

**Likaiset tai risat ilmansuodattimet**

**Huonokuntoiset ruiskutuslaitteet**

**Suurin kuormittamaton pyörimisnopeus on alle suosituksen**

**Ruiskutusmäärän väärä säätö**

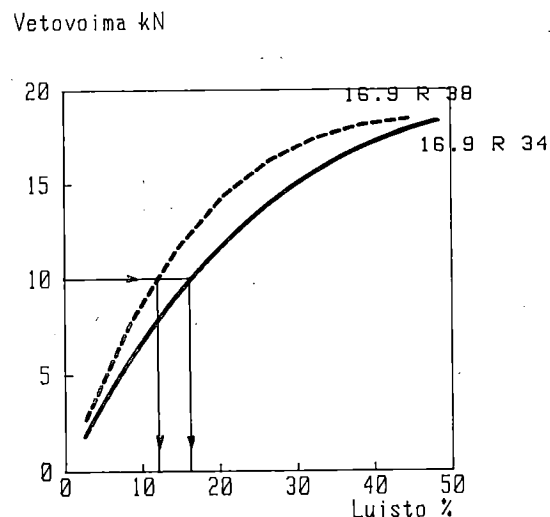
**Pyörimisnopeuden säätimissä vikoja**

Moottorin tai polttoainejärjestelmän puutteet vaikuttavat tehoon ja etenkin polttoaineen ominaiskulutukseen. Asianmukaisesti huoltaen ja tarkistaen voitaisiin osa näistä vioista poistaa. Ruiskutusmäärien oikea säätö vaatii tarkistuksen dieselkoe-penkissä. Valitettavasti tämä ei kuitenkaan aina takaa toivottua tulosta. Säätö vaatii oikeita nesteiden lämpötiloja, tarkkaa yötä ja ajan tasalla olevia säätöarvoja. Näissä voi olla huomattaviakin puutteita.

**Huollot on tehtävä ajallaan huolto-ohjeiden mukaan.**

**Polttoainesuuttimet on tarkastuttava säännöllisesti.**

**Ohjaamon joustavien kumityynyjen takia kaasuvivuston tai -vaijereiden säädöt muuttuvat.**



**Kuva 7. Renkaan koon vaikutus traktorin vetovoimaan ja luistoon savimulloksella (Valmet 702 S).**

Säädöt kannattaa tarkistaa, jos moottorin suurin kuormittamaton pyörimisnopeus on alentunut.

Ruiskutuspumppun syötön tasaisuus ja syöttömäärät kannattaa tarkistuttaa ajoittain.

**Renkaat**

**Kudosrakenne**

Kudosrakenteen mukaan renkaat jaetaan ristikudos- ja vyörenkaisiin. Vyörengas joustaa sivuistaan ristikudosrengasta enemmän. Siksi sillä on suurempi ja nimenomaan pidempi renkaan ja maan välinen kosketuspinta. Tällaiselle renkaalle on tyypillistä pieni uppouma maahan ja hyvä pito.

Renkaan kudosrakente ei yksinään ratkaise pitoa, vaan siihen vaikuttaa myös ripakorkeus, rengaspaine, renkaan puhdistuvuus ja maalaji. Tutkimustulosten mukaan vyörenkailla on yleensä seuraavat ominaisuudet:

**Vetovoima** on etenkin luiston ollessa pieni ristikudosrengasta parempi. Tämä tarkoittaa sitä, että jos työkonen vetovoiman tarve pysyy samana, vyörenkaiden luisto on pienempi ja tästä johtuen ajonopeus ja työsaavutus suurempi.

**Vyörenkaan kulutuskestävyys on ristikudosrengasta parempi.**

Useimpien vyörenkaiden sivut ovat pistoille arat, joten ne eivät sovellu metsäkäyttöön.

Kuvassa 6 on esimerkki vyörenkaan ja ristikudosrenkaan käytöstä. Jos työkonen vetovastus olisi esim. 10 kN, ristikudosrenkailla luisto olisi 19 % ja vyörenkailla 14 %. Luisto pienenee siis 5 %-yksikköä, mikä saadaan suurentuneena ajonopeutena ja sitä kautta myös suurentuneena työsaavutuksena hyödyksi. Vyörenkaita käytettäessä luisto pienenee yleensä 3–6 %-yksikköä.

**Vyörenkaan luisto on 3–6 %-yksikköä ristikudosrenkaita pienempi.** Tämä parantaa 3–6 % työsaavutusta.

**Vyörenkaiden kulutuskestävyys on parempi.**

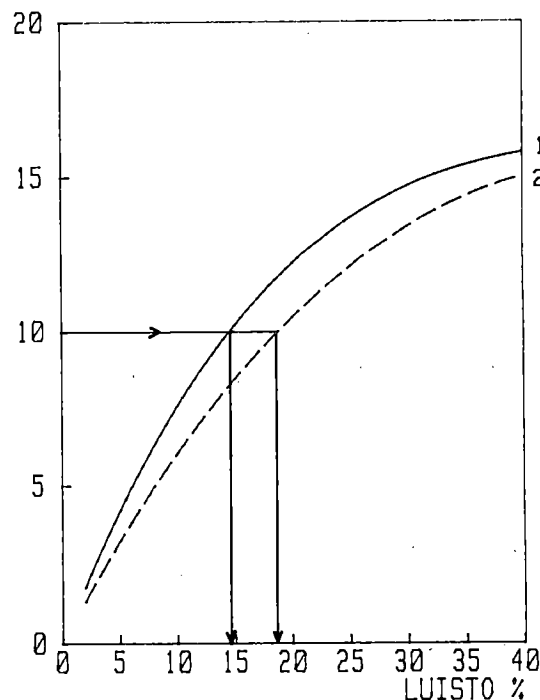
**Kaikki vyörenkaat eivät sovellu metsäajoon.**

**Renkaan koko**

Renkaan kokoa suurennettaessa on läpimitan suurentaminen yleensä leventämistä edullisempää. Kuvassa 7 on kahden läpimitaltaan erikokoisen renkaan koetulokset. Jos vetovoimantarve olisi esim. 10 kN, suurempi rengas vähentäisi luistoa 4 %-yksikköä. Suuremman renkaan vierimisvastus on myös pienempi.

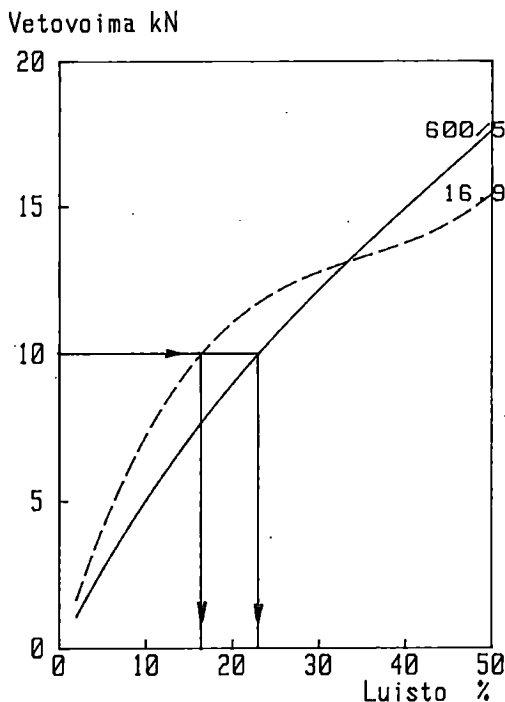
Tavallisesti renkaan poikkileikkaukorkeuden suhde poikkileikkauksleveyteen on 0,85 tai

**VETOVOIMA kN**



**Kuva 6. Ristikudos- ja vyörenkaiden vaikutus vetovoimaan ja luistoon multamulloksella (Valmet 702 S). 1 = kolmen vyörenkaan keskiarvo, 2 = kahden ristikudosrenkaan keskiarvo.**

enemmän. Jos tämä suhde on pienempi, kyseessä on matalailmatilainen rengas. Niissä voidaan käyttää alempia rengaspaineita, jolloin pintapaine on pienempi. Matalailmatilainen rengas on pito-ominaisuuksiltaan yleensä tavanomaista huonompi. Tämä johtuu suuremmasta vierimisvastuksesta, pienemmästä pintapaineesta, lyhyemmästä kosketuspituudesta ja huonommasta puhdistuvuudesta. Suurempi vierimisvastus johtuu suuremmista häviöistä renkaan rungossa (renkaan muodonmuutos) ja pehmeässä maassa leveämmästä maan tallaamisesta. Renkaan puskuvastus on pyörän upotessa merkittävä, leveä rengas ei siirrä maata sivuun, vaan puskee maavallia edessään. Leveässä renkaassa myös rivoille tuleva paine on pieni, jolloin ne tunkeutuvat huonosti maahan. Renkaan leveydestä johtuu myös lyhyt kosketuspituus, jolloin maata leikkaavia ripoja on vähän. Leveän renkaan pitkät rivat heikentävät myös renkaan puhdistumista. Kuvassa 8 on esimerkki matalailmatilaisen ja tavallisen renkaan vetovoimista. Matalailmatilaisen renkaan luisto oli 10 kN voimalla 7 %-yksikköä suurempi.

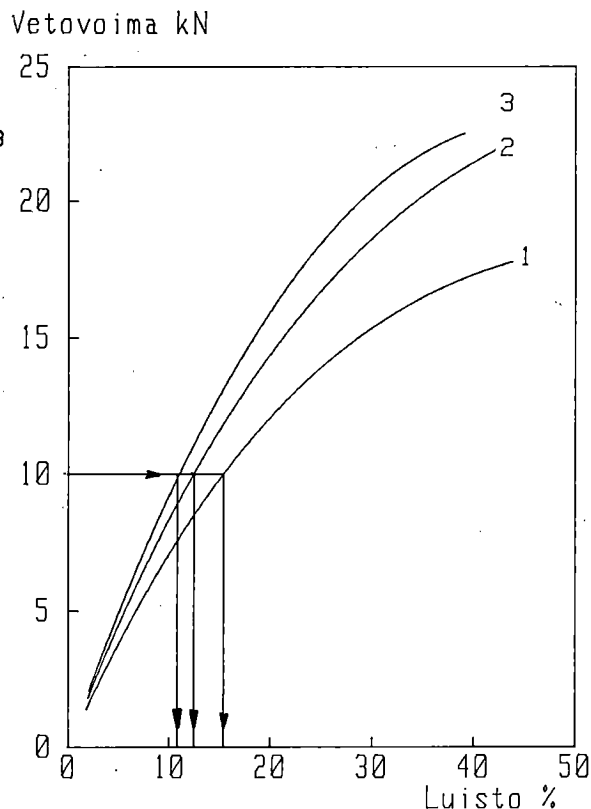


Kuva 8. Tavallisen ja matalailmatilaisen renkaan vetovoima ja luisto savimulloksella (Valmet 702 S).

Mitä syvemmltä pinta on märkää, sitä korkeammat rivat tarvittaisiin kuivaan kerrokseen pääsemiseksi. Kuivalla pellolla korkeat rivat taas lisäävät vierimisvastusta renkaan suuremman muodonmuutoksen ja lisääntyneen maan ryöpyttämisen takia. Ripakorkeuden pitäisi olla vähintään 20 mm, jotta rivat tunkeutuisivat edes jollain tavoin maahan. Suositeltava ripakorkeus on 40—50 mm luokkaa. Tällöin niissä on myös riittävästi kulumisvaraa.

Ripakulma ei vaikuta merkittävästi renkaan pitoon. Vain sivuttaispitoon esim. rinteessä sillä voi olla vaikutusta. Keski-Euroopassa suositetaan nelipyörävetoisten traktorien eturenkaiden kääntöä siten, että ripakulman kärki osoittaa taaksepäin. Tällöin ripojen ulkoreunat koskettavat ensiksi maahan ja renkaan kuluminen on huomattavasti vähäisempää. Jos kuljetusajoa on 30 % kaikista ajoista, renkaiden kääntäminen kaksinkertaistaa niiden iän. Renkaan kääntäminen vaikuttaa huomattavasti pitoon vasta märällä pellolla.

Renkaan kuviointi yhdessä runkorakenteen kanssa vaikuttaa renkaan puhdistuvuuteen. Kuvion pitäisi olla avoin ja renkaan runko saisi joustaa melko paljon, jotta renkaaseen tarttunut maa irtoaisi. Jos välit täyttyvät, rivat eivät enää pysty tunkeutumaan maahan ja maan lujuutta ei voida hyödyntää. Maan tarttumiseen renkaaseen vaikuttaa ratkaisevasti maan kosteus.



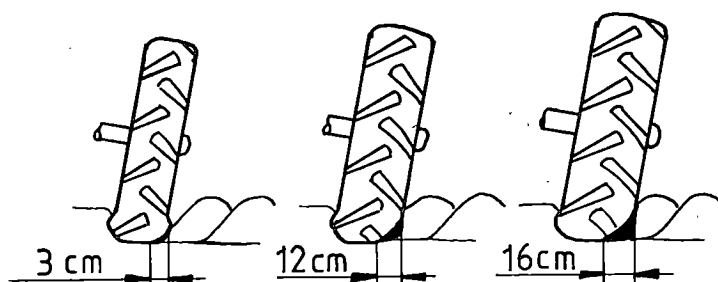
Kuva 10. Parirenkaiden vaikutus vetovoimaan ja luistoon savimulloksella (Valmet 702 S). a = yksittäiset ristikudosrenkaat, b = ristikudosparirenkaat, c = parirenkaat, joista toiset ovat ristikudosrenkaita ja toiset vyörenkaita.

### Kyntövako 35cm

13.6-36

16.9-34

18.4-34



Kuva 9. Renkaan mahtuminen 35 cm (14") kyntövakoon.

Renkaan ripojen pitäisi olla vähintään 20 mm korkeat. Kuluneet renkaat eivät pidä ja aiheuttavat suuren pyörien luiston.

Uusien renkaiden ripakorkeuden pitäisi olla 40—50 mm luokkaa.

Renkaiden kääntö parantaa kulutuskestävyyttä kuljetusajoissa.

#### Renkaan ilmanpaine

Renkaan ilmanpainetta lisättäessä sen kuorman kantokyky kasvaa. Suurin sallittu rengaspaine riippuu renkaan kudoksetuoluokasta. Maataloustraktoreissa käytetään useimmiten 6 tai 8 PR renkaita.

Rengaspaine vaikuttaa renkaan pitoon. Rengaspainetta alentamalla pito paranee. Tämä johtuu siitä, että pienemmän paineen ansiosta renkaiden sivut joustavat enemmän, jolloin kosketuspituus ja kosketuspinta-ala kasvavat.

Rengaspaine vaikuttaa myös renkaan puhdistumiseen. Korkea paine estää rungon jouston, jolloin rengas puhdistuu huonosti.

Rengaspaineen merkitys on vähäinen, jos olosuhteet ovat hyvät. Mitä huonommissa oloissa liikutaan, sitä tärkeämmäksi pitkä kosketuspituus ja hyvä puhdistuvuus tulevat.

Suuri halkaisija parantaa pitoa tehokkaammin kuin suuri leveys

Renkaan leveys joudutaan usein valitsemaan kyntövaon mukaan  
Ylileveä rengas voi heikentää pitoa.

#### Renkaan kulutuspinna

Kovalla maalla, jolloin renkaan rivat eivät uppoa maahan, vetovoima syntyy pelkästään renkaan ja maan välisestä kitkasta. Paras pito saadaan sileällä renkaalla, ainoastaan pinnalla olevan veden poistamiseksi tarvittaisiin kuviointi.

Pehmeällä maalla vetovoimaan vaikuttaa kitkan lisäksi myös maan lujuus, sillä renkaan rivat pyrkivät kuorimaan maan pinnan. Tällöin ripojen on tunkeuduttava helposti maahan ja myös tarpeeksi syvälle, jotta määstä pinnasta päästäisiin kuivaan ja kiinteämpään maahan. Kapeat rivat tunkeutuvat hyvin, mutta maantieajossa ne kuluvat nopeasti. Ripojen leveys on usein hyvän tunkeuman ja kulutuskestävyyden kompromissi.

Liian alhainen rengaspaine lyhentää renkaan ikää, renkaan kudokset rikkoontuvat. Alhaisin takarenkaiden painesuositus on yleensä 80—110 kPa (0,8—1,1 bar). Ainoastaan erikoisrenkaiisiin sallitaan alhaisemmat paineet. Kovassa vedossa suositellaan 30 kPa (0,3 bar) paineen lisäystä.

Raskaassa vedossa ja huonoissa oloissa oikea rengaspaine parantaa pitoa.

Rengaspaineen on aina oltava valmistajan suosituksen mukainen

### Renkaan pintapaine

Koneiden käyttö tiivistää maata. Maa voi tiivistyä joko pinnastaan tai syvemmältä. Pintavauriot ovat helposti silmin havaittavissa, mutta syvempiä vaurioita on vaikea todeta. Viljanviljelyssä koneiden renkaat tallaavat pellon vuodessa keskimäärin neljään kertaan. Tämä aiheuttaa etenkin savimailla tiivistymistä, suurentunutta auran ja äkeen vetovastusta sekä pienentää satoa. Kuivan maan tiivistyminen on vähäistä. Kosteaa maata tiivistyy helposti ja vauriot ovat tuntuvat. Pintapaineiden pienentäminen vähentää jo jonkin verran tiivistymistä. Niinpä ruotsalaisten tutkimusten mukaan tiivistymisalttiilla savimailla sato on lisääntynyt 6 % käytettäessä parirenkaita ja 23 %, kun traktorilla ei ole liikuttu lainkaan pellolla, vaan työkoneet on liikuteltu vinseillä.

Renkaan pintapaine ratkaisee, pysyykö rengas pellon pinnalla vai uppoaako se peltoon. Keskimääräinen pintapaine saadaan lisäämällä rengaspaineeseen renkaan runkorakenteesta johtuva runkopaine. Runkopaineet ovat 10—50 kPa (0,1—0,5 bar). Karkeana nyrkkisääntönä voidaan kuitenkin pitää, että pintapaine = rengaspaine. Jotta pellon pintavauriot olisivat mahdollisimman vähäiset, pitäisi pyrkiä mahdollisimman alhaisiin rengaspaineisiin. Traktorit, työkoneet ja niiden renkaat pitäisi valita alhaisia rengaspaineita suosien.

Myös renkaan luisto tuhoaa maan rakennetta. Luiston ylitäessä 20 % peltoon jää luistorurat. Tätä pitäisi välttää.

Rengaspaine vaikuttaa maan pintaan, kokonaispaine syvemmälle. Vaikka raskas kone pysyy pellon pinnalla, se tiivistää maata syvemmältä. Tämän estämiseksi koneiden kokonaispainojen pitäisi olla mahdollisimman pienet.

Suosi koneita, joissa voidaan käyttää alhaisia rengaspaineita.

Suosi kevyitä kuormia ja koneita.

Vältä turhaa ajoa pellolla.

### Parirenkaat

Parirenkaita käytettäessä renkaiden kantavuus on 1,76 kertainen yksittäisrenkaiden kantavuuteen verrattuna. Renkaiden paineet voidaan pitää pieninä ja maan pinnan vaurioituminen vähenee. Parirenkaat vähentävät vetävien pyörien luistoa, kuva 10, 3—6 %-yksikön verran. Käyttämällä toisina renkaina vyörenkaita, luisto pienenee vielä hieman enemmän. Parirenkaita käytettäessä rengaspaineet kannattaa alentaa, koska se vähentää vielä hieman luistoa ja pienentää pintapainetta. Useimmiten voidaan käyttää 80 kPa (0,8 bar) paineita. Raskasta perävaunua vedettäessä tämä ei kuitenkaan aina ole riittävä paine.

Parirenkaat vähentävät traktorin sivuttaista heiluntaa etenkin kynnöstä äestettäessä. Tämä helpottaa kuljettajan työoloja.

Parirenkaita voidaan käyttää äestyksessä. Kyntöön ne eivät sovellu, koska levikepyörä ei mahdu vakoon ja sänkipyörässä se vastaa vastaavan painoista lisäpainoa. Pehmeällä maalla sänkipyörän levike voi jopa haitata kulkua.

Parirenkaat ovat suositeltavat äestyksessä. Ne vähentävät luistoa, pienentävät pintapainetta ja vähentävät kuljettajan heiluntaa.

Parirenkaita käytettäessä rengaspaineet voivat olla normaalia alhaisemmat, usein 80 kPa (0,8 bar).

### Liukuesteet

Talvella traktoreissa käytetään piikkiketjuja. Ne lisäävät pitoa huomattavasti, suurin vetovoima kasvaa n. 50 %. Pellolla nämä ketjut parantavat pitoa lähinnä niiden tuoman lisäpainon ansiosta. Jos liukuesteiden halutaan lisäävän pitoa huomattavasti, niiden pitää tunkeutua maahan huomattavasti pintaa syvemmälle, jolloin ne voivat käyttää maan lujuttua hyväksi.

Piikkilevikepyörillä saadaan syystöissä nelipyörävetoa vastaava pito. Niiden hankaluutena on huono puhdistuvuus ja poistamistarve kuljetusajoissa. Ne soveltuvatkin lähinnä tilapäiskäyttöön.

## Traktorin varustus

### Traktorin paino

Traktorin painon ja tehon suhteen on oltava sopiva, jotta moottorin teho voitaisiin käyttää mahdollisimman hyvin hyödyksi. Jos traktori on tehoonsa nähden ke-

vyt, pyörät alkavat luistaa ennenkuin moottorin koko teho saadaan käyttöön. Hyvällä ja pitävällä pellolla vetävillä pyörillä pitäisi olla painoa seuraavasti:

paransi työsaavutusta tapauksessa B % ja tapauksessa C 11 %. Polttoaineenkulutus väheni tapauksessa B 1 % ja tapauksessa C 7 %. Lisäpainojen avulla moot-

Ajonopeus km/h	Suosittelava paino/teho kg/kW
4	164
6	109
8	82
10	66
12	55
14	47
16	41

Nelipyörävetoisen traktorin vetäville pyörille lankeavana painona voidaan käyttää kokonaispainoa, takapyörävetoisella taka-akselipainoa. Esitetyistä suositusarvoista voidaan hieman poiketa, ilman että se heti vaikuttaisi työskentelyyn. Raskaassa työssä, kuten kynnössä ja äestyksessä, kun painonsiirron ja levikepyörien lisäpaino huomioidaan, nelipyörävetoisten traktoreiden paino/teho-suhde on 65—85 kg/kW ja takapyörävetoisten 45—55 kg/kW. Tällöin nelipyörävetoisen traktorin suositeltava työnopeus tulisi olla 8—10 km/h ja takapyörävetoisen 12—14 km/h. Tämä merkitsee sitä, että kynnössä ja äestyksessä nelipyörävetoisen traktorin paino/teho-suhde on melko oikea. Takapyörävetoinen traktori taas tarvitsee usein lisäpainoja, koska moottoritehoa ei muuten voida pyörien luiston takia hyödyntää.

Kuvassa 11 on esitetty painon vaikutus äestyksen työsaavutukseen ja polttoaineen kulutukseen. Takalisäpainojen käyttö

torin teho voitiin käyttää paremmin hyödyksi ja samalla polttoainetalous parani. Lisäpainot vähensivät pyörien luistoa, jolloin ajonopeus kasvoi ja luiston aiheuttama tehonhukka väheni. Tapauksessa D on käytetty lisäpainoja myös ei vetävillä pyörillä. Ne ovat lisänneet traktorin kulkuvastusta ja tätä kautta huonontaneet tulosta.

Lisäpainot olisivat usein tarpeen takapyörävetoisella traktorilla kynnettäessä.

Takapyörävetoisessa lisäpainoja kannattaa käyttää vain taka-akselilla, jollei traktorin ohjattavuus vaadi etupainojen käyttöä.

Lisäpainoja käytettäessä pyörien luiston on pienennettävä mutta uppouma ei saa lisääntyä.

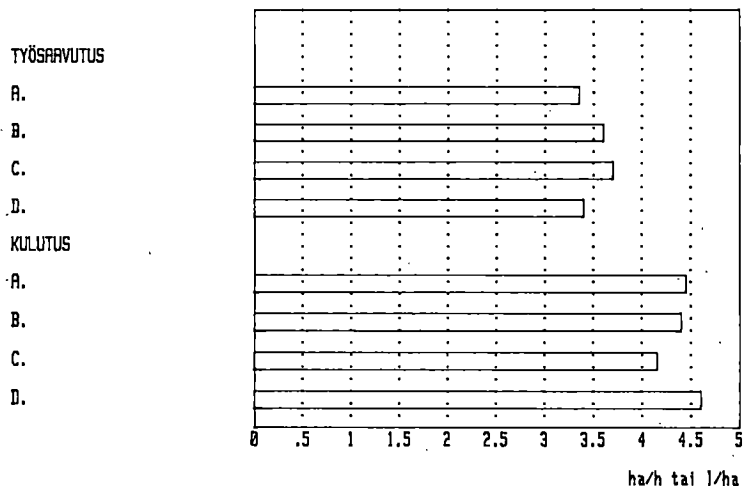
Äestyksessä paripyörät riittävät lisäpainoksi.

Helpoin takalisäpaine on vesitäytteinen rengas.

### Nelipyörävelo

Nelipyörävetoisen traktorin paino/teho-suhde on huomattavasti takapyörävetoista parempi

LISÄPAINOJEN VAIKUTUS



Kuva 11. Lisäpainojen vaikutus äestyksen työsaavutukseen ja polttoaineen kulutukseen ajonopeuden ollessa 9—10 km/h. A: ei lisäpainoja, paino—tehosuhde 37 kg/kW, B: 400 kg takalisäpainoja, paino—tehosuhde 44 kg/kW, C: 620 kg takalisäpainoja, paino—tehosuhde 47 kg/kW, D: 300 kg etu- ja 400 kg takalisäpainoja, paino—tehosuhde 41 kg/kW.

kuin takapyörävetoisen. Tämän ansiosta niiden moottoriteho voidaan paremmin hyödyntää. Ulkomaisissa tutkimuksissa nelipyörävedolla on päästy 7—35 % suurempiin työsaavutuksiin. Erot ovat pienimmillään silloin, kun takapyörävetoisessa traktorissa on lisäpainoja, ajonopeus on suuri ja olosuhteet ovat hyvät. Erot ovat suurimmillaan silloin, kun olosuhteet ovat huonot, takapyörävetoisessa ei ole lisäpainoja ja kun nelipyörävetoisessa traktorissa etu- ja takapyörät ovat yhtä suuret. Nelipyörävetoisen traktorin polttoaineen kulutus on ollut parhaimmillaan noin 20 % takapyörävetoista edullisempi.

Kuvissa 12 ja 13 on samantehoisen nelipyörävetoisen ja takapyörävetoisen traktorin työsaavutuksia äestettäessä ja kynnetyssä. Äestyksessä nelipyörävetoisen työsaavutus oli 5—14 % takapyörävetoista parempi ja kynnetyssä 10—25 % parempi. Nelipyörävedon polttoaineenkulutus oli äestyksessä n. 17 % pienempi ja kynnetyssä 7—15 % pienempi.

Työkoneen oikea koko vaikuttaa ratkaisevasti työsaavutukseen. Etenkin takapyörävetoiseen työkone on valittava huolella. Siinä liian suuri työkone johtaa suureen pyörien luistoon. Nelipyörävedolla tämä vaara on vähäisempi, liian suuri työkone aiheuttaa vain pienen ajovaihteen käytön ja alhaisen työnpeuden. Takapyörävetoisten traktorien työkoneet pitäisi valita traktorin tehoon nähden hieman alamittaisiksi. Hyvässä oloissa moottorin teho hyödynnetään suurella ajonopeudella. Huonoissa oloissa tällä taataan, ettei pyörien luisto tule kohtuuttoman suureksi.

Nelipyörävetoisen traktorin suurin vetovoima on takapyörä-

vetoiseen verrattuna 1,5—3 -kertainen. Mitä huonommat olosuhteet ovat, sitä suurempi on vetovoimaero. Suuren vetovoiman ansiosta nelipyörävetä soveltuu hyvin esim. nostokoneiden vetoon, metsätyöhön, kuormaaja- ja takalana käyttöön.

Äestyksessä nelipyörävetoisen työsaavutus on 5—15 % takapyörävetoista parempi. Kynnetyssä työsaavutus on 10—25 % parempi. Traktoria hankittaessa nelipyörävetoinen traktori voi olla hieman takapyörävetoista pienempi työsaavutuksen silti ollessa sama.

Nelipyörävetä ei ole arka sopimattomalle työkoneen koolle.

Nelipyörävedon vetovoima on suuri, joten se soveltuu hyvin nostokoneiden vetoon, metsäajoon, kuormaukseen ja takalanan käyttöön.

Suuret pyörien luistot ovat harvinaisia, jolloin maan luistovaurioita ei tule.

Nelipyörävetä on takapyörävetoa kalliimpi ja usein myös kömpelömpi.

#### Tasauspyörästäön lukko

Tasauspyörästäön vaikutuksesta molemmat pyörät vetävät yhtä voimakkaasti. Tästä on haittaa, jos toinen pyörä on liukkaalla ja toinen pyörä pitävällä maalla. Tällöin pitävällä maalla oleva pyörä ei pysty käyttämään sen pittoa hyväksi, vaan se seuraa liukkaalla alustalla olevan pyörän pittoa. Kun tasauspyörästäön lukitaan, pyörien luistot ovat yhtäsuuret ja pitävällä alustalla oleva pyörä vetää enemmän kuin liukkaalla oleva.

Tasauspyörästäön lukon vaikutusta työsaavutukseen on tutkittu sekä kynnetyssä että äestyksessä. Sillä ei huomattu hyvässä oloissa olevan vaikutusta. Märäl-

lä pellolla kynnetyssä lukko varmisti traktorin kulun siten, että ilman lukkoa traktorin kulku pysähtyi.

Etuvetäön tasauspyörästäön lukko on lähes kaikissa uusissa nelipyörävetoisissa traktoreissa. Vetävät etupyörät ovat usein pienikokoiset ja etenkin kynnetyssä painonsiirto keventää etuakselellä, jolloin sängin puoleinen pyörä luistaa helposti. Tasauspyörästäön lukko estää tämän.

Merkitystä märeillä pellolla kulun varmistamisessa.

Lukot vaikuttavat huomattavasti suurimpaan vetovoimaan, kun toinen pyörä on liukkaalla ja toinen pitävällä maalla.

Hyvässä oloissa lukolla ei ole merkitystä.

Metsä- ja maastoajossa lukot varmistavat liikkumisen.

## S — piikkiäes

#### Piikkien asento

S-piikin asento vaikuttaa maan sekoittumiseen, vetovastukseen, maahakuisuuteen ja muokkaus-pohjan tasaisuuteen. Uusimmissa äkeissä piikit on asennettu kiinteästi, jolloin S-piikin leikkukulma eli kärjen ja maanpinnan muodostama terävä kulma on 42°. Jos piikkien asentoa voi säätää, se tapahtuu kiertämällä piikkiäkseliä vastapäivään, jolloin piikkien leikkukulma suurenee. Säätöä tulee käyttää vain hyvin kivisillä mailla, koska piikin kallistaminen huonontaa muokkaus-pohjan tasaisuutta. Yleensä piikit on pidettävä mahdollisimman pystyssä ja työsyvyys säädetään latojen, varpajyrien tai kannatuspyörien korkeutta muuttamalla.

Tavanomaisten S-piikkien sijaan on saatavissa myös pystyvar-tisempia piikkejä, joiden leik-

kuukulma on suurempi. Tavanomaiseen verrattuna pystyvar-tinen sekoittaa maata vähemmän. Sen vetovastus on hieman suurempi ja se on vähemmän maaha-kuinen. Pystyvar-tinen S-piikki soveltuu vaikeasti muokkautu-vien savi- ja hiesumaiden muok-kaukseen.

#### Etulata

Ladan edullisin asento on 10—15° kulma maahan nähden. Vetovastus kasvaa sekä lataa loi-vennettaessa että jyrkennettäessä. Ensimmäisessä tapauksessa lata sukeltaa maahan ja jälkim-mäisessä kerää maavallin eteen-sä.

Ladan paino ja ajonopeus vai-kuttavat murustamisominai-suuksiin siten, että kevyen ladan murustamisominaisuudet heik-kenevät ajonopeutta lisättäessä ja raskaan paranevat.

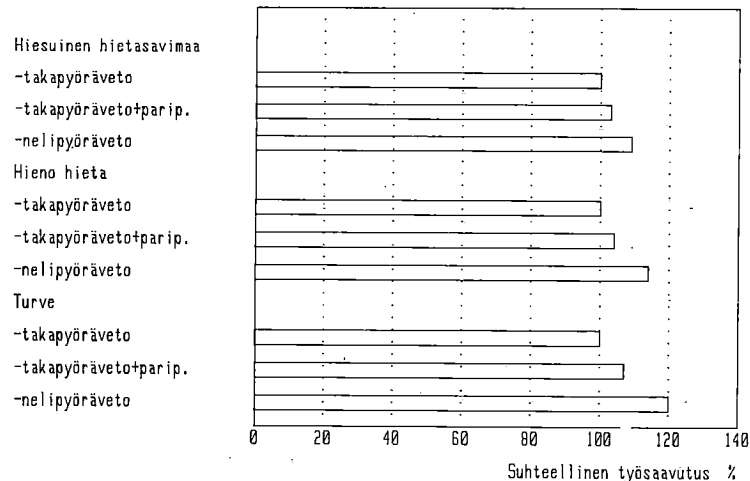
Lata tasaa hyvin kynnök-sen pinnan, mutta kivet ja kynnök-sen epätasaisuudet heiluttavat äestä, jolloin muokkauskerrok-sen pohjasta tulee epätasainen. Ilmiö on sitä selvempi, mitä loi-venpampaan kulmaan lata asenne-taan.

Ladan murustamiskyky on pa-rempi kuin varpajyrän. Ladan jäljiltä muokkauskerroksen pienten murujen osuus on mer-kittävästi suurempi ja suurten kokkareiden osuus pienempi kuin varpajyrän jäljiltä.

#### Varpajyrä

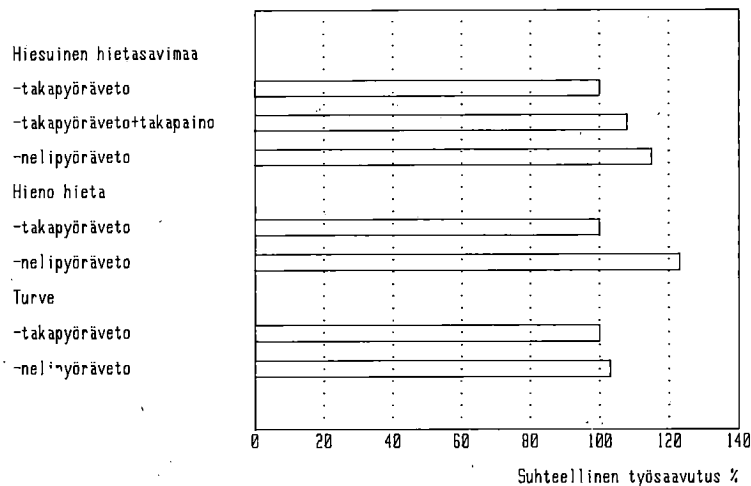
Varpajyrän vetovastus muo-dostuu vierimisvastuksesta sekä maan siirtämisestä ja nostamisesta. Varpajyrän siirtämä maamää-rä on tosin lataan verrattuna vä-häinen. Jos varpajyrän halkaisija on pieni ja jyrälle kohdistuu suuri paino, vetovastus kasvaa jyrän painuessa syvemmmälle maahan. Varpajyrän vetovastus on 50—70 % ladan vetovastuksesta sekä

ÄESTYSKOE



Kuva 12. Nelipyörävedon vaikutus äestyksen työsaavutukseen (Valmet 803 ja Valmet 803-4).

KYNTÖKOE



Kuva 13. Nelipyörävedon vaikutus työsaavutukseen kynnetyssä (Valmet 803 ja Valmet 803-4).

kyynnöksellä että mulloksella. Jos varpajyrän eteen lisätään kyntöviilujen harjat tasaava levy, vetovastus lisääntyy 15 %, mutta kokonaisvetovastus on kuitenkin pienempi kuin ladan.

Varpajyrä kykenee rikkoamaan kevyen maan kokkareita ja syvemmltä nousseita kosteita kokkareita. Jäykemmällä mailla maan riittävä hienontuminen edellyttää useita ajokertoja. Lata on parempi savikokkareiden rikkoja kuin varpajyrä, mutta kovimpiin kokkareisiin ei sekään pysty.

Ajonopeuden lisääminen tehostaa varpojen iskevää vaikutusta ja painon lisääminen rusentavaa vaikutusta. Kokeissa ajonopeuden lisääminen paransi varpajyrän murustamisominaisuuksia kevätkuokkausoloissa, jolloin kokkarat eivät olleet erityisen kovia. Kesannolla tehdyissä kokeissa ajonopeus ei vaikuttanut murustusominaisuuksiin sen paremmin kuin painon lisääminen. Sekä suurempi paino että ajonopeus kasvattavat vetovastusta, koska jyrä painuu syvemmälle maahan.

Varpajyrän varvat heittävät muruja ja kokkareita ilmaan. Ilmassa kokkarat murustuvat törmäillessään varpoihin ja lajittevat pudotessaan takaisin maahan. Tällöin suuret kokkarat menevät alimmaisiksi ja pienet murut jäävät pintaan, mikä on vastoin kylvömuokkauksen päämäärää.

Varpajyrien varassa kulkeva äes heilahtaa ylittäessään kiven, mutta heilahdus on pienempi kuin lataäkeen.

**Äkeen tukeminen**

Latojen ja varpajyrien lisäksi äkeen työsyvyyttä voidaan säätää pyörillä tai jalaksilla. Pyörien käyttö äkeen työsyvyuden säätöön on suositeltavaa mailla, joilla on runsaasti kiviä tai jos ei tarvita lataa tai varpajyrää kokkareiden rikkomiseen. Äkeen vakaan kulun takia kannatuspyörien tulee olla kapeita ja halkaisijaltaan mahdollisimman suuria. Telipyörästäön käyttö vaikuttaa edelleen äkeen kulkua. Pyörien vetovastus on 25—33 % varpajyrien vetovastuksesta.

Jalaksen vetovastukseen ja uppomaan vaikuttavat äkeen paino, maan ja jalaksen välinen kitka, maan pehmeys sekä jalaksen muoto ja koko. Pyörään verrattuna jalaksen vetovastus on pienempi määrässä ja pehmeässä, mutta suurempi normaalilla viljelysmaalla ja kovalla alustalla. Jos jalaket uppoavat muokkaus-pohjaan asti, niiden vetovastus voi olla suuri, koska ne helposti puskevat ja pakkaavat maata edessään. Jalasten muoto ja le-

veys vaikuttavat uppoamiseen ja vetovastukseen. Jalasäkeen kulku on vakainta verrattuna varpajyrillä tai ladalla ja varpajyrällä varustetun äkeen kulkuominaisuuksiin. Jalaket osuvat harvemmin pellon epätasaisuuksiin kuin koko työleveyden kattavat lata ja varpajyrä.

**Ajonopeus**

Kuvassa 14 on esitetty S-piikin vetovastuksen muutos ajonopeuden muuttuessa multa- ja savimaalla. Tiiviillä maalla vetovastus kasvaa nopeammin kuin löyhällä maalla. Toisella ajokerralla vetovastus on n. 17 % pienempi kuin ensimmäisellä ajokerralla.

Ajonopeuden vaikutus piikkien murustamisominaisuuksiin on sitä vähäisempi mitä kuivempaa maa on. Kostealla pellolla ajonopeuden lisääminen 6,8 km/h:sta 10 km/h:iin tehosti murustamista, mutta tätä suuremmilla nopeuksilla murustaminen ei enää tehostunut. Kesantopelloilla tehdyissä kokeissa ajonopeus ei vaikuttanut S-piikin murustamisominaisuuksiin.

Ladan murustamisominaisuuksiin ajonopeudella ei ole mainittavaa vaikutusta. Varpajyrien murustamiskyky paranee hiukan lisääessä nopeutta kertaalleen äestetyllä kevätmullokella. On kuitenkin muistettava, että suuri ajonopeus lisää lataäkeen poukkoilua ja varpajyrien haitallista maata lajittelevaa vaikutusta.

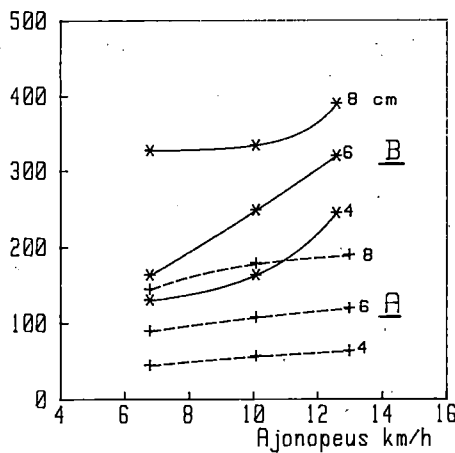
Muokkausohjan tasaisuuteen ajonopeus vaikuttaa lähinnä äkeen poukkoiluun ja pomppimisen kautta. Tällöin myös äkeen paino ja tukemistapa vaikuttavat huomattavasti.

Nykyisin suositeltua äestysnopeutta 10—12 km/h voidaan alentaa nopeuteen 8—10 km/h muokauskustulosta huonontamatta. Alempi äestysnopeus vähentää vetovoiman ja vetotehon tarvetta 10—30 %. Ruotsissa suositellaan S-piikkiäkeelle vieläkin halvaisempaa 6—9 km/h äestysnopeutta. Alhaista nopeutta voidaan käyttää etenkin nelipyörävetoisilla traktoreilla, jolloin paino/teho-suhde paremmin sallii 6—9 km/h työnopeuden. Takapyörävetoisilla traktoreilla joudutaan käyttämään suurempaa nopeutta, jotta moottori kuormittuisi tarpeeksi.

**Työsyvyys**

S-piikillä on mahdollista muokata aina 15 cm syvyyteen. Viljakasvien kylvömuokkauksessa äestysnyvyyden tulee olla vähintään sama kuin kylvösyvyys 3—8 cm. Jotta pelto tulisi joka kohdasta riittävän syvältä muokat-

Piikin vetovastus N



**Kuva 14. S-piikin vetovastuksen muutos ajonopeuden muuttuessa A = multamaa, B = savimaa.**

tua, usein äestetään hieman kylvösyvyyttä syvempään. Poutivila savimailla on erityisen tärkeää säästää itämiskosteutta, joten maata ei pidä muokata tarpeettoman syvään. Mikäli pellon pintaan nousee kosteita savikokkareita, äes kulkee liian syvässä tai muokkausajankohta on liian aikainen. Kylvökauden kestäessä muokkausnyvyyttä on yleensä lisättävä, jolla siemen varmasti saadaan kosteaan maahan. Hieta- ja turvemailla, joilla kosteutta on riittävästi, syvä äestys jouduttaa maan kuivumista ja lämpenemistä. Syvään muokatulla maalla on kuitenkin vaikeaa säilyttää kylvösyvyys tasaisena ja lopputuloksena on eri-ikäisistä oraista koostuva kasvusto.

Vetovoiman ja vetotehon tarve kasvaa n. 20 % lisättäessä työsyvyyttä 1 cm. Jos äkeen työsyvyyttä ei säädetä ensimmäisen ja toisen ajokerran välillä, äes kulkee toisella kerralla 1—2 cm syvemmällä. S-piikin vetovastus kasvaa nopeammin työsyvyyden ollessa yli kuin alle 6 cm. Keveillä mailla piikkeihin vaikuttavat pienemmät voimat kuin savimailla ja siten muokkausohja saadaan yleensä tasaisemmaksi. Työsyvyyden lisääminen on tasaisuutta huonontava tekijä. Hyvään lopputulokseen pääsemiseksi on suositeltavaa äestää ristiin ja tarvittaessa tulee äestyskertoja lisätä.

**Piikkimäärä ja piikkiväli**

Piikin leveys ja työsyvyys vaikuttavat murustamistapaan ja muokkausleveyteen. Suositeltavalla työsyvyvyydellä piikki kohot-

taa ja murustaa maata. Lisättäessä työsyvyyttä yli suositellun maa ei enää murustu, vaan siirtyy sivusuunnassa. Seurauksena on maan tiivistyminen. Edellisen perusteella saadaan seuraavat suositukset:

Piikkitiheys vaikuttaa etenkin muokkausohjan tasaisuuteen mutta myös kokkareiden murustamiseen. Piikkien väliin jää sitä korkeampi muokkaamaton kanna mitä suurempi piikkiväli on. Jos piikkiväli on pienempi kuin 2,5 kertaa työsyvyys, piikit muokkaavat osittain samaa maata. Piikkivälin kaventaminen pienentää yksittäisen piikin vetovastusta, mutta koko äkeen vetovastus sen sijaan suurenee. Siirryttäessä 10 cm piikkivälistä 7,5 cm piikkiväliin vetovastus kasvaa 25 % ja 5 cm piikkiväliin siirryttäessä n. 70 %. Piikkiväliä pienennettäessä kannattaa piikit tai kärkikappaleet vaihtaa normaalia kapeampiin, jolloin vetovastus kasvaa vähemmän.

Vakolassa tehdyssä kokeessa piikkivälin tihentäminen 10 cm:stä 7,5 cm:iin tehosti murustamista siten, että pienten murujen osuus lisääntyi. Tihennettäessä piikkiväli 5 cm:iin murustamiskyky ei enää parantunut.

Piikkitiheydestä saatujen tulosten perusteella piikkivälin kaventaminen 10 cm:stä 7,5 cm:iin parantaa joissain oloissa muokauskustulosta niin paljon, että kahden äestyskerran sijasta tarvitaan vain yksi. Tiheäpiikkinen äes on arka tukkeutumaan etenkin keveillä mailla, joilla on olkea ja rikkakasvien juuria. 5 cm piikkiväli tulee kyseeseen äkeessä,

S-piikki paksuus/terän leveys	Suosittelava työsyvyys cm	Suurin työsyvyys cm
12 mm/40 mm	6,0—8,0	10
10 mm/34 mm	5,0—7,0	8
8 mm/25 mm	2,5—5,0	6



jolla muokataan matala ja hienojakoinen murukerros. Normaalista pienempi ja kapeampi S-piikki soveltuu hyvin matalaan muokkaukseen keivettömillä mailla.

### Äkeen paino

Äkeen tulee olla sitä raskaampi mitä jäykempää maata äestetään. Liian kevyt äes ainoastaan poukkoilee saamatta kunnan kylvöalustaa aikaan. Jäykällä savimaalla painoa tulee olla vähintään 25 kg/piikki, jotta äes kulkisi vakaasti. Suuri massa vähentää piikeistä, ladasta ja varpajyristä aiheutuvaa heiluntaa.

Kevyellä hieta- ja turvemaalla suuresta painosta on suoranaista haittaa, koska äes uppoaa maahan ja vetovastus lisääntyy jyrkästi. Näissä oloissa sopiva äkeen paino on 10 kg/piikki. Jos äkeessä on varpajyrä, sen tulisi olla halkaisijaltaan yli 30 cm. Kokkareiden rikkomiseen varpajyrä on tosin tarpeeton samoin kuin lata, koska hieta- ja turvemailla ei yleensä ole kokkareita. Pellon tsaamiseen niitä voidaan kuitenkin tarvita. Pyörin toteutettu syvydensäätö aiheuttaa pienemmän vetovastuksen.

### S-piikkiäes:

Muokkaussyvyys on säädettävä kylvettävän kasvilajin ja maan kosteuden mukaan, normaalisti 3–8 cm. Liian syvä muokkaus lisää nopeasti vetovoiman tarvetta ja voi aiheuttaa epätasaisen itämisen. Liian matalaan muokatussa maassa siemenet eivät saa riittävästi kosteutta eivätkä ne peity kunnolla.

Suosittelava äestysnopeus on 6–12 km/h. Nopeuden ollessa yli 8–9 km/h äestystulos ei enää parane. Traktorin kuormittamisen ja työn joutumisen takia joudutaan usein ajamaan yli 9 km/h.

Piikkivälin tihentäminen parantaa muokauspohjan tasaisuutta, tehostaa murustumista ja vähentää joissain oloissa muokauskertoja.

Jäykällä mailla tarvitaan raskas äes, jonka paino on 25 kg/piikki sekä etulata tai varpajyrä kokkareiden murentamiseen.

Kevyillä mailla äkeen tulee olla kevyt, 10 kg/piikki. Varpajyrä tai etulata ei välttämättä tarvita, koska kokkareita ei ole rikottavana.

Kevyillä mailla S-piikkiäkeen vetämiseen tarvitaan 10–14 kW teho työlevyden metriä kohti ja raskailla mailla 14–18 kW.

## Lapiorullaäes

### Paino

Kuvasta 15 ilmenee painon vai-

kus lapiorullaäkeen vetovastukseen kolmella eri ajonopeudella. Savimaalla 240 kg lisäpaino nosti vetovastusta 35 % ja multamaalla 45 %. Vetovastuksen nopeampi kasvu multamaalla johtuu suuremmasta työsyvyyden lisäyksestä. Savimaalla työsyvyys lisääntyi 0,5 cm ja multamaalla 1,0 cm.

Tarkasteltaessa äkeen painon vaikutusta murustamisominaisuuksiin on otettava huomioon myös ajonopeuden vaikutus. Ilman lisäpainoja äkeen murustamisominaisuudet paranivat nopeutta lisättäessä ja lisäpainojen kanssa tapahtui päinvastoin.

Lisäpainoilla ei ollut vaikutusta pellon pinnan tasaisuuteen eikä muokauspohjan tasaisuuteen multamaalla. Sen sijaan savimaalla muokauspohjasta tuli epätasaisempi käytettäessä lisäpainoja. Yleisesti ottaen lapiorullaäes jätti pellon pinnan tasaisemmaksi multamaalla kuin savimaalla, mutta muokauspohja oli multamaalla selvästi epätasaisempi kuin savimaalla.

Yhteenvetona voidaan todeta, että lisäpainojen käyttöä kannattaa välttää, jos ei ole tarvetta lisätä työsyvyyttä. Painoja käytettäessä vetovastus kasvaa ja muokauskerroksen pohjasta tulee entistäkin epätasaisempi.

### Akselikulmat

Akselikulman muutos 10°:stä 20°:een lisäsi työsyvyyttä 0,3 cm sekä vetovastusta savimaalla 24 % ja multamaalla 19 %. Akselikulman muuttaminen ei vaikuttanut murustusominaisuuksiin, pellon pinnan tasaisuuteen eikä muokauspohjan tasaisuuteen. Ilman varpajyrää muokkauksais-

tan keskelle olisi jäänyt vako, joka olisi vielä syventynyt akselikulmaa jyrkennettäessä. Vaon syntyminen aiheutuu siitä, että kolmesta perättäisestä akselistä kaksi siirtää maata sivulle ja yksi keskelle.

Polttoaineenkulutuksen ja muokkauksuloksen kannalta ei ole perusteltua käyttää jyrkempää akselikulmaa, koska se ainoastaan lisää vetovastusta, mutta ei paranna muokkausjälkeä.

### Ajonopeus

Kuvasta 15 ilmenee ajonopeuden vaikutus lapiorullaäkeen vetovastukseen. Savimaalla vetovastus kasvaa jonkin verran nopeammin nopeutta lisättäessä kuin multamaalla.

Ajonopeuden ei havaittu vaikuttavan lapiorullaäkeen työsyvyyteen. Ainoat keinot, joilla lapiorullaäkeen työsyvyyttä voi muuttaa, ovat lisäpainojen käyttö ja akselikulman muuttaminen. Koska näidenkin vaikutus on melko vähäinen, äkeeseen tulisi lisätä paremmat syvydensäätö-

laitteet. Kokeissa äkeen muokkaussyvyys oli ensimmäisellä ajokerralla savimaalla n. 6 cm ja multamaalla n. 7 cm. Toisella ajokerralla muokkaussyvyys lisääntyi vielä jonkin verran. Lapiorullaäkeen vetovastus näyttää olevan likimain vakio maalajista ja ajokerrasta riippumatta, koska äes painuu sitä syvemmälle mitä kuohkeampaa maa on. Kylvömuokkausta ajatellen työsyvyys on turhan suuri ja polttoainetta kuluu hukkaan suuren vetovastuksen takia.

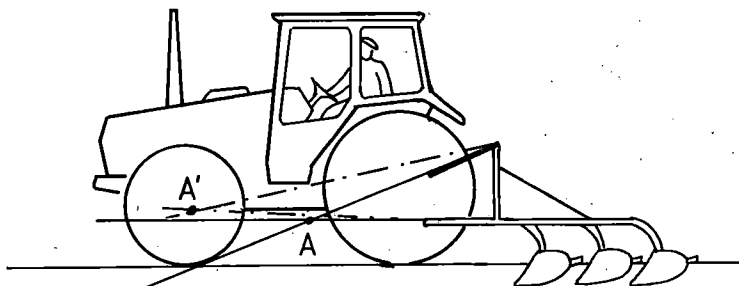
### Lapiorullaäes:

Lisäpainoja kannattaa käyttää vain silloin kuin äes ei muokkaa riittävän syvään.

Jyrkkä akselikulma lisää vetovastusta, muttei paranna muokkauksulosta.

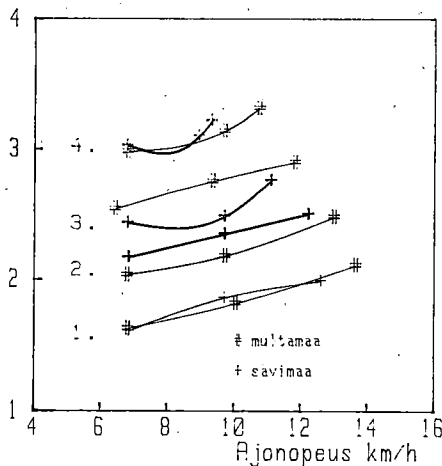
Ajonopeuden lisääminen parantaa hiukan muokkauksulosta, mutta lisää myös vetovastusta.

Lapiorullaäkeen tehontarve on 10–14 kW työlevyden metriä kohti.



Kuva 16. Työntövarren kiinnityspisteen vaikutus auran vetopisteeseen A.

Vetovastus kN/m



Kuva 15. Ajonopeuden, akselikulman ja äkeen painon vaikutus lapiorullaäkeen vetovastukseen (Hankmo äes). 1. Akselikulma 10°, ei lisäpainoja, 2. Akselikulma 20°, ei lisäpainoja, 3. Akselikulma 10°, 240 kg lisäpainoja, 4. Akselikulma 20°, 240 kg lisäpainoja.

## Kyntö

### Auran kiinnitys

Nostolaiteauran kiinnityksessä voidaan työntövarren asennolla vaikuttaa auran toimintaan, kuva 18. Traktorissa on valittavana 1–3 kiinnityspistettä ja auran puolella monesti useampi kiinnityspiste. Näillä työntövarsi voidaan asettaa joko jyrkkään tai loivaan asentoon. Työntövarren auran puoleisen pään on oltava samassa tasossa tai korkeammalla kuin traktorin puoleinen pää. Kun työntövarsi on jyrkässä kulmassa, aura saavuttaa nopeasti työsyvyytensä, mutta kyntösyvyys vaihtelee paljon. Työntövarren ollessa loivassa kulmassa kyntösyvyys vaihtelee vähemmän, mutta kyntösyvyyteen pääsy kestää kauemmin. Työntövarsinustelussa valittaessa traktorin puoleinen kiinnityspiste valitaan samalla vetovastustunnustelun toimintaherkkyys. Mitä

lähempänä kiinnityspiste on tunnustelijaa, sitä herkemmin tunnustelu toimii. Työntövarren jyrkkyys vaikuttaa myös työntövarsitunnustelun toimintaan. Jyrkkä työntövarsi antaa vähemmän tunnustelijan suuntaisia voimia, jolloin tunnustelu on epäherkempi. Vetovarsitunnustelussa työntövarren asento ei vaikuta paljoakaan nostolaitteen toimintaan.

Työntövarren asento vaikuttaa työsyvyyteen ja työsyvyyden tsaaisuuteen.

Työntövarsitunnustelussa työntövarren asento vaikuttaa työsyvyyden toimintaan.

### Vetovastussäätö

Nostolaitteen vetovastussäädöllä saadaan osa auran painosta traktorin kannettavaksi. Painonsiirto parantaa traktorin kulkua pienentämällä pyörien luistoa. Vetovastussäätö toimii siten, että nostolaite pyrkii pitämään vetovastuksen tasaisena muuttamalla jatkuvasti kyntösyvyyttä. Vetovastussäätöä käytettäessä vetovoimantarve on samalla pienentynyt 5—15 % verrattaessa sitä asennonsäädöllä tapahtuvaan kyntöön. Tämän lisäksi vetovoimavaihtelu on pienentynyt huomattavasti ja traktorin kulku on helpottunut pienentyneen luiston ansiosta. Vetovastussäätö vaatii traktorin kuljettajalta perehtymistä nostolaitteen toimintaan. Eri traktorimerkeissä ja malleissa toiminta on hieman erilaista. Nostolaitteessa on useimmiten seuraavat säädöt:

**Asennonsäätö** = työkoneen korkeuden säätö: Pelkästään asennonsäätöä käytettäessä vetovastus ei vaikuta nostolaitteen toimintaan. Asennonsäätö pitää työkoneen aina samalla korkeudella traktoriin nähden.

**Vetovastussäätö:** Pelkästään vetovastussäätöä käytettäessä työkoneen vetovastus määrää työsyvyyden. Kyntäminen pelkällä vetovastussäädöllä aiheuttaa usein suurta kyntösyvyyden vaihtelua.

**Sekoitus säätö:** Sekoitussäädössä sekä vetovastus että työkoneen asento traktoriin nähden vaikuttavat nostolaitteen toimintaan. Se estää suuret työsyvyyden muutokset ja on usein käytökelpoisin kynnössä. Sekoitussäätö on portaattomasti tai portaittain säädettävissä kyntöoloihin sopivaksi.

**Vetovastustunnustelun herkkyyden säätö:** Tätä käytetään etupäässä työntövarsitunnustelussa, jolloin työntövarren kiinnityspisteen valinnalla tai vetovastustunnustelijan jousen kireyttä säätämällä voidaan vaikuttaa vetovastussäädön toimintaan.

**Toimintanopeuden säätö** = laskunopeuden säätö tai nostonopeuden säätö: Näillä säädöillä muutetaan nostolaitteen toimintanopeutta.

Vetovastussäädön käytössä tehdään seuraavia virheitä:

Vetovastussäätöä ei osata käyttää tai käytetään asennonsäätöä. Vetovastussäädön käyttö on usein vaikeaa.

Vetovastussäätö on suunniteltu tietyn painoiselle auralle ja tietylle vetovastukselle. Jos pelto on erittäin kevyt tai raskas kyntää tai auran koko poikkeaa paljon normaalista, vetovastussäätö ei aina toimi kunnolla.

Kiinni olevat sivurajoittimet estävät kyntöauran vapaan sivuttaisliikkeen ja vetovarsitunnustelun toiminta estyy kokonaan.

Auran terät ovat tylsät. Tämä heikentää huomattavasti painonsiirtoa ja työntövarsitunnustelussa heikentää tunnustelun toimintaa.

Vetovastustunnustelu voi toimia joko vetovarsien tai työntövarren kautta. Työntövarsitunnustelu toimii huonosti painavien aurojen kanssa eikä se sovellu ilman lisälaitteita puolihinattavien aurojen vetoon. Vetovarsitunnustelussa ei ole näitä haittoja. Puolihinattavilla auroilla kynnetäessä voidaan käyttää hyvin asennonsäätöä. Vetovastussäätö ei vaikuta paljoakaan painonsiirtoon, mutta työsyvyys ei pysy tällöin tasaisena.

**Opettele vetovastussäädön toiminta**

**Pida aurat kunnossa ja kytke ne oikein traktoriin**

### Kyntösyvyys

Auran kyntöleveys määrää työsyvyyden. Viulun pitää kääntyä kunnolla ja mahdollisimman suuren osan viulun pinnasta tulee jäädä roudan murennettavaksi.

Viulun leveys	Suosittelava kyntösyvyys
31 cm (12")	14—20 cm
36 cm (14")	17—24 cm
41 cm (16")	20—27 cm
46 cm (18")	23—30 cm

Työsyvyys vaikuttaa oleellisesti kyntövastukseen. Kuvassa 17 on esimerkki työsyvyyden vaikutuksesta. Jos 20 cm sijasta kynnetään 25 cm syvyyteen, kyntövastus kasvaa multamaalla 42 % ja savimaalla 67 %. Savimaalla auran terä on osunut kovaan kyntöuraan, minkä vuoksi vastus on noussut jyrkästi. Koska liiallinen kyntösyvyys lisää voimakkaasti vastusta, maa pitää kyntää viljelyn kannalta sopivalta syvyydeltä.

Työsyvyys pitää valita viljelylle sopivaksi, liiallinen työsyvyys nostaa kyntövastusta tarpeettomasti.

Auran viulunlevyeyden ja kyntösyvyyden suhteen on oltava sopiva, kyntösyvyyden pitäisi olla n. 2/3 viulun leveydestä.

Traktorin renkaan on mahdollista va kyntövakoon.

### Kyntönopeus

Traktoreiden suurentuneet tehot pyritään hyödyntämään ajonopeuden lisäämisellä. Nopeuden lisääminen vaikuttaa vastukseen kuvan 18 mukaisesti. Nopeuden lisääntyessä esim. 6 km/h:sta 8 km/h:iin, vastus lisääntyy 3 %. Nopeuden lisääntyessä 9 km/h:iin vastus lisääntyy 5 %. Ajonopeuden vaikutus riippuu myös auratyypistä ja maalajista. Vastuksen muutos voi poiketa huomattavastikin kuvan 18 tapauksesta.

Kyntönopeudet ovat 6—9 km/h. Tällä nopeusalueella kostealla maalla kyntönopeus ei vaikuta kovin nopeasti vetovastukseen. Moottoriteton hyödyntämisen kannalta esim. 9 km/h kyntönopeus voi olla perusteltu. Ajonopeus vaikuttaa kyntöjälkeen, nopeutta ei pidä lisätä niin paljon, että viulu hajoaa liiksi.

Kostealla maalla ja nopeaan kyntöön tarkoitetuilla auroilla kyntönopeus alueella 6—9 km/h ei vaikuta kovinkaan paljon kyntövastukseen.

### Auran säädöt

Jos aura ei ole oikeiden säädetty, vetovastus lisääntyy. Liiksi oikealle kallistetun auran siipi tukeutuu viuluun. Kitka ja vetovastus lisääntyvät ja painonsiirto huononee. Esimerkiksi juuri silmin havaittava 4° kallistusvirhe lisää vastusta n. 16 % ja heikentää painonsiirtoa n. 30 %.

Jos aura kulkee traktoriin nähden hieman sivussa eli vetovarret ovat toisessa reunassa, traktorin raideleveys ja vetokartun säätö eivät ole kohdallaan. Jos ensimmäisen viulun leveys säädetään tällöin vetokarttua kääntämällä, aura joutuu vinoon. Säätövirhe lisää vastusta 5—10 %.

Auran pitää olla sekä ajo- että sivusuunnassa suorassa. Auran säätö siivelleen lisää vastusta ja heikentää painonsiirtoa.

Vetokarttu on säädettävä sivuttaisuunnassa siten, että traktorin vetovarret eivät ole kynnössä kunnmassakaan laidassa vaan keskellä. Tarvittaessa on muutettava traktorin raideleveyttä. Vetokartun olakkeiden pitää olla pystyssä.

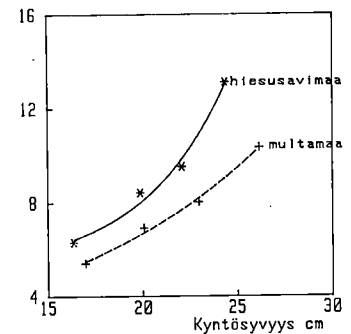
### Auran kunnan vaikutus

Auran terien kuluneisuus ei ole kostealla maalla tehdyissä kokeissa vaikuttanut paljoakaan vetovastukseen. Kuivalla maalla se ilmeisesti lisää vetovastusta. Painonsiirtoa kuluneisuus on mittauksissa vähentänyt lähes 60 %. Tämä johtuu siitä, ettei aura ole enää maahakuinen, vaan maa kantaa auraa. Vaonpohjaa hankaavat tylsät vantaat aiheuttavat tiivistymistä. Kuluneisuus vaikuttaa myös työntövarren voimiin heikentäen työntövarsitunnustelun toimintaa. Oikean työsyvyyden saavuttaminen kuluneilla vanteilla kestää kauan ja kovalla maalla voi olla vaikeata päästä tarpeeksi syvään.

**Kuluneet terät heikentävät maahan tunkeutumista ja lisäävät maan tiivistymistä.**

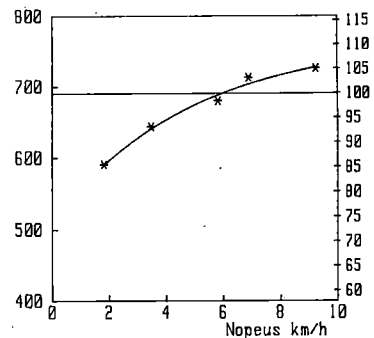
**Kuluneet terät heikentävät painonsiirtoa ja vaikeuttavat traktorin kulkua. Kovalla maalla ne lisäävät myös vetovastusta.**

Kyntövastus kN.



**Kuva 17. Työsyvyyden vaikutus ominaisvastukseen kynnössä.**

Ominaisvastus N/dm<sup>2</sup>



**Kuva 18. Ajonopeuden vaikutus kyntövastukseen.**

### Auran tukipyörän käyttö

Auran tukipyörää on käytetty alkuaan työsyvyyden säätöön. Vetovastustunnustelun yhteydessä sitä käytetään tasaamaan työsyvyyttä. Pehmeissä kohdissa tukipyörä estää auraa painumasta liian syvään. Painavissa ja useampiteräisissä auroissa se tehostaa työntövarsitunnustelun toimintaa aiheuttamalla työntövarteen puristusta.

Jos tukipyörä kantaa runsaasti, se aiheuttaa työntövarteen voimakkaan puristuksen ja painonsiirron traktorin etuakselille. Mitä enemmän halutaan painonsiirtoa taka-akselille, sitä vähemmän tukipyörä saa kantaa.

Tukipyörää voidaan käyttää tehostamaan työntövarsitunnustelulla varustetun nostolaitteen vetovastussäätöä. Se on tarpeen etenkin painavissa ja useampiteräisissä auroissa.

Tukipyörä estää pehmeissä kohdissa auraa painumasta liian syvään.

### Kuljetusajot

Maatilatalouksissa kuljetusajot on melko paljon. Valtaosassa näistä kuormat ovat pieniä. Traktoreiden suurimmat nopeudet ovat alhaisia, jolloin usein ajetaan kaasua täysin auki. Moottori kuormittuu vain vähän ja se

toimii epätaloudellisella alueella. Kuvassa 19 on esimerkki eri tavoin ajettua kuljetuksesta. Kun moottorin pyörimisnopeutta alennettiin 8. vaihteella 100—200 r/min, ajonopeus aleni 8 % ja polttoaineen kulutus 13 %. Ylivaihdetta käytettäessä alennettu pyörimisnopeus ei vähentänyt enää merkittävästi kulutusta. Ylivaihdetta käytettäessä ajonopeus kasvoi 25 % ja polttoaineenkulutus pieneni 16 % kaasua täysin auki tehtyihin kokeisiin verrattuna.

Mäkisellä tiellä polttoainesäästöt ovat pienemmät, koska moottorin kuormitus kasvaa. Kevyellä kuormalla säästö olisi taasen vastaavasti suurempi, koska moottorin kuormitus vähenee.

Työkoneen ja perävauunun renkaat valitaan samoin perusteiden kuin traktorinkin renkaat. Peltokäytössä pääasiassa on alhaisen rengaspaineen käyttömahdollisuus, mikä vähentää pintapaineita. Renkaan suuri halkaisija on myös eduksi, koska se takaa pitkän kosketuspituuden ja pienen vierimisvastuksen.

Traktorin suurin nopeus saisi olla nykyistä suurempi, 35—40 km/h. Tämä parantaisi polttoainetaloutta raskaissa siirtoajoissa lähes 15 %.

Kuljetusajoissa pieni kaasun vähentäminen pienentää kulutusta 5—15 % ilman, että ajonopeus pienenee paljoakaan.

Peltokäyttöä ajatellen perävauunun ja työkoneen renkaissa olisi syytä suosia suuria halkaisijoita ja alhaisia paineita.

### Voimanottoakselikäyttöiset työkoneet

Voimanottoakselikäyttöisten työkoneiden tehontarve vaihtelee huomattavasti. Niittokoneet, paalaimet, pöyhimet, kasvinsuojeluruiskut ja muut sellaiset koneet tarvitsevat vain hyvin vähän tehoa. Jyrsimet, niittosilppurit ja hakkurit toisaalta tarvitsevat paljon tehoa. Työkoneiden yleisin voimantuloakselin nopeus on 540 r/min. Tätä nopeutta käytettäessä suurin siirrettävä teho saisi standardin mukaisesti olla enintään 48 kW. Suurempia tehoja varten on standardoitu 1000 r/min nopeus. Käytännössä 540 r/min nopeutta kuitenkin käytetään aina 70—80 kW tehoihin asti. Traktoreiden voimanottoakselilta tämä nopeus saadaan yhdellä tietyllä moottorin nopeudella, joka on usein 80—90 % moottorin nimellinopeudesta. Pientä tehoa vaativia koneita

käytettäessä tästä on haittansa, moottorin nopeus on suuri, jolloin polttoaineen kulutus on korkea ja moottorin melu on häiritsevää. Jotta tästä päästäisiin, joko traktorissa on oltava kaksi 540 r/min vaihdetta, toinen suurille tehoille ja toinen pienille tehoille, tai pientä tehoa tarvitsevat työkoneet pitäisi suunnitella käytettäväksi hieman alhaisemmillä voimanottoakselin nopeuksilla.

### Traktorin ja työkoneen koko

Traktorin ja työkoneen kokoa harkittaessa perustana voi olla töiden oikea ajallisuus, vetovoiman tarve tai vetotehon tarve.

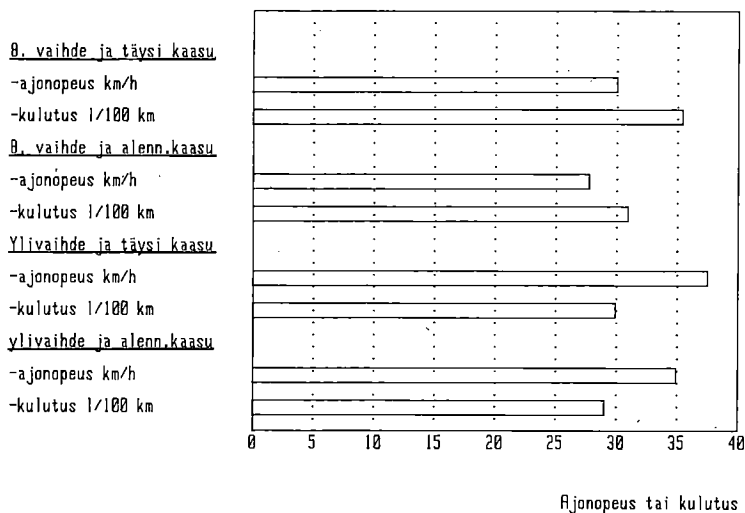
Töiden ajallisuus vaikuttaa koon lähinnä kevättöissä. Jos niitä ei pystytä tekemään ajallaan, sato alenee. Tämä tuntuu etenkin savi- ja hiesumailla. Jos halutaan, ettei näin kävisi, kylvöt pitäisi tehdä normaalisti vajaassa kahdessa viikossa. Esimerkiksi tätä käytettävissä olevaa aikaa voidaan käyttää perustana äkeiden ja kylvökoneiden koon valinnalle. Traktorin koko voidaan sen jälkeen valita työkoneiden koon mukaan. Kuvassa 20 on esitetty työsaavutus eri ajonopeuksilla ja työleveysillä. Ottamalla huomioon äestyskerrat, päivittäinen työaika ja erilaiset valmisteluajat, voidaan tällä tavoin arvioida työkoneiden työleveydet.

Jos traktoria tarvitaan sellaisiin töihin, missä vetovoiman tarve on suuri, on erilaisten nostokoneiden käyttöön tai metsätyöhön, silloin se on valittava vetovoiman perusteella. Tämä tietää lähes aina nelipyörävetoisen traktorin hankintaa.

Traktorilla voidaan joutua käyttämään suuria tehoja vaativia voimanottoakselikäyttöisiä työkoneita, kuten jyrsimiä, niittosilppureita ja hakkureita. Tällöin traktorin koko valitaan näiden tarvitseman tehon mukaan.

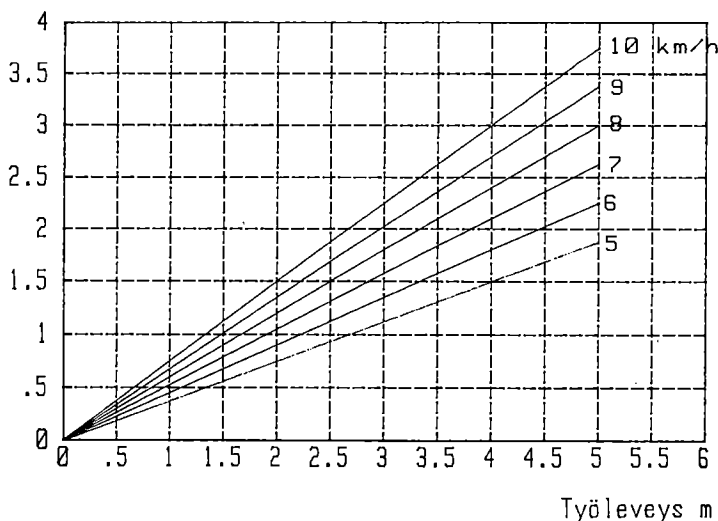
Työkoneen koon pitäisi olla traktoriin sopiva. Jos työkone on traktoriin nähden selvästi liian pieni, traktori ei kuormitu kunnolla ja polttoainetalous on huono. Liian suuri työkone aiheuttaa takapyörävetoisessa traktorissa suuren pyörien liuston ja tätä kautta tehohukan. Nelipyörävetoinen traktori ei ole tälle arka, ainoastaan joudutaan käyttämään alhaisempaa työvaihdetta.

Oheisessa taulukossa on annettu yleisimpien raskaiden työkoneiden tehontarpeita työleveyden metriä kohden. Ne ovat keskimääräisiä lukuja ja käytännön arvot voivat vaihdella huomattavastikin esim. maan kosteuden ja maalajin muuttuessa tai työkoneen säätöjen mukaan.



Kuva 19. Suurimman ajonopeuden ja kaasuvivun asennon vaikutus keskinopeuteen ja polttoaineenkulutukseen. Traktori Volvo BM Valmet 705 ja 11500 kg perävauunu.

Työsaavutus ha/h



Kuva 20. Työsaavutus, kun tehollinen työaika on 75 % kokonaisajasta.

Työ	Tehontarve kW/m
<b>Kyntö</b>	
kevyt maa .....	alle 45
keskijäykkä maa .....	45—65
jäykkä maa .....	yli 45
<b>S-piikkiäes</b>	
kevyt maa .....	10—14
jäykkä maa .....	14—18
<b>Lapiorullaäes</b> .....	10—14
<b>Kultivaattori</b> .....	10—35
<b>Jyrsin</b>	
kevyt maa .....	16—27
keskijäykkä maa .....	27—38
jäykkä maa .....	38—45
<b>Kelasilppuri</b> .....	20—30

## Polttoaineen säästöohjeet

### Traktorin moottorin ominaisuudet

Suosi traktoria valitessasi pientä polttoaineen ominaiskulutusta ja hyvää sitkeyttä.

### Työkoneiden koko

Liian pienet työkoneet eivät pysty hyödyntämään traktorin tehoa.

Liian suuret työkoneet johtavat etenkin takapyörävetoisilla traktoreilla suuriin luistohäviöihin.

### Työkoneiden käyttö

Valitse työsyvyys kasvun tarpeiden mukaan. Liian syvä muokkaus ja äestys lisää vastusta jopa useita kymmeniä prosentteja ja voi myös alentaa satoa.

Valitse työnopeus työn mukaan. Liian suuri nopeus lisää vastusta.

Pidä työkoneet ja etenkin kynnöraurat kunnossa, kuluneet terät poistavat painonsiirron kynnössä ja voivat lisätä turhaan vastusta.

### Työkoneiden säätö

Säädä työkoneet siten, että työnjälki on hyvä.

Väärät säädöt esim. kynnössä lisäävät vastusta nopeasti 10—20 %.

### Nelipyöräveto

Nelipyöräveto vähentää luistohäviöitä ja varmistaa kulun.

Nelipyöräveto ei ole arka ylisuurille työkoneille.

Nelipyörävedon moottoriteho voi olla takapyörävedon moottoritehoa hieman pienempi työsaavutuksen silti ollessa sama.

Nelipyöräveto soveltuu hyvin

pehmeille pelloille, etukuorman käyttöön, nostokoneiden vetoon ja metsätöihin.

### Kuljetukset

Suosi työkoneissa ja perävauunuissa renkaita, jotka sallivat alhaisen rengaspaineen.

Traktorin suurin ajonopeus saisi kuljetuksissa olla 35—40 km/h.

### Traktorin ajotapa

Jos työkone ei täysin kuormita traktoria, älä aja kaasua täysin auki. Löysää hieman kaasua ja mahdollisesti vaihda suurempi ajovaihte.

### Traktorin lisäpainot

Jos pyörien luisto on ongelmana, sitä voidaan pienentää lisäpainoilla ja samalla työsaavutus paranee.

Vältä lisäpainoja ei-vetävillä pyörillä.

### Traktorin renkaat

Älä käytä kuluneita renkaita kynnössä ja äestyksessä. Ripakorkeuden pitäisi olla vähintään 2 cm.

Renkaita valitessasi suosi hyvää pitoa.

Vyörenkaiden pito on yleensä ristikudosrenkaiden pitoa parempi, varmista kuitenkin katkaako takuu metsäkäytön.

Parirenkaat ovat suositeltavat äestyksessä, koska kuljettajan heilunta, pyörien luisto ja maan tiivistyminen vähenevät.

Käytä oikeita rengaspaineita, peltotöissä useimmilla takarenkailla 0,8—1,1 bar ja raskaita peräväraunuja käytettäessä 1,5—1,8 bar.