

Muokkaus- ja kylvötöiden energiankulutus

Jussi Esala

SeAMK Elintarvike ja maatalous



Muokkaustyöstä energiankulutukseen

Tämä opas käsittelee polttoaineen kulutusta muokkaus- ja kylvötyössä. Oppaassa selvitetään, mitkä tekijät vaikuttavat polttoaineen kulutukseen, paljonko eri tekijöillä on vaikutusta ja miten eri tekijät vaikuttavat toisiinsa. Sarjan muissa oppaissa käsitellään tarkemmin mm. traktorin kuormittamista, renkaita ja veto-kykyä sekä muokkausvälineiden rakenteen, säätöjen ja kunnon vaikutusta polttoaineen kulutukseen.

Maanmuokkauksen tavoitteena on tehdä maasta sopiva itämis- ja kasvu-alusta kasveille. Edellisen kasvuston ja viljelytöiden seurauksena tiivistynyt maa muokataan sopivan pehmeäksi ja maassa olevat erilaiset kasvijätteet sekoitetaan maahan. Muokkauksen yhteydessä maan pintaa voidaan myös hieman tasata. Kaikki nämä toimenpiteet aiheuttavat muokkausvälineille vetovastusta eli kulkua vastustavia voimia. Tämän varsinaisen työn lisäksi polttoainetta kuluu myös traktorin oman massan kuljettamiseen, renkaiden vierimisvastuksiin sekä moottorin ja voimansiirron sisäisten kitkojen voittamiseen.

Maanmuokkauksella pyritään monin eri tavoin pienentämään maakokkareita ja -muruja. Muokkaustyöhön tarvittava voima yleensä kasvaa maan kovuuden, käsittelysvyvyyden tai -nopeuden kasvaessa, tai muokausvälineen maata tasaavan tai siirtävän vaikutuksen kasvaessa. Kyn-täessä auran leikkuri leikkaa pystytasossa viulun irti vielä paikoilleen jäävästä maasta, ja auran terä kääntää leikkautuneen maakerroksen osittain nurinpäin. Mitä nopeammin kyn-täminen tehdään, sitä enemmän maa murenee ja sitä enemmän maan eri kerrokset sekoittuvat keskenään. Kyntäminen myös siirtää maa-ainesta jonkin verran alkuperäiseltä paikaltaan. Muut maanmuokkausvälineet, kuten kultivaattori, lautasäes ja s-piikkiäes, toimivat samankaltaisesti.

Muokkaustöihin kuluvan työn tai energian määrä voidaan ilmaista useilla eri tavoilla. *Traktorin polttoaineen tuntikulutusta* (l/h) käytetään joissain



yhteyksissä ilmaisemaan tehtävän työn raskautta. Toisinaan tuntikulutuksella perustellaan myös, miksi joku traktorimerkki on jossain tietystä työssä muita polttoainetaloudellisempi. Polttoaineen tuntikulutusta on opittu seuraamaan, koska sähköisten ruiskutuspumppujen tullessa markkinoille se oli ensimmäinen polttoaineen kulutusta kuvaava yksikkö, jota kuljettaja pystyi seuraamaan näytöltä. Tuntikulutuksessa ei oteta mitenkään huomioon tehtävän työn määrää eikä laatua, eikä tuntikulutuksella voida näin ollen mitata muokkaustöiden polttoaineen kulutusta.

Traktorin polttoaineen kulutus hehtaaria kohti (l/ha) suhteuttaa polttoaineen kulutuksen tehdyn työn määrään. Tieto polttoaineen hetkellisestä kulutuksesta tulee polttoaineen ruiskutuksen ohjauksesta. Tehdyn työn määrä eli pinta-ala saadaan kertomalla työleveys ajetulla matkalla. Ajettu matka tulee GPS-paikantimen signaalista tai voimansiirrosta, jolloin luku on luistoprosentin verran liian suuri. Kaikissa nykyaikaisissa traktoreissa tämän lukeman saa halutessaan näkyviin mittarin näytölle. Jotta lukema voi hyödyntää tulee opetella ohjelmoimaan näytölle kulloinkin käytettävän työkonene leveys.

Jos työsyvyys säilyy ennallaan, hetkeliset muutokset polttoaineen hehtaarikohtaisessa kulutuksessa (l/ha) ilmaisevat maankovuuden vaihteluja. Tämän lukeman avulla kuljettaja voi valita kulutuksen suhteen edullisimman vaihteen ja moottorin kierrosnopeuden yhdistelmän. Mittarin näytössä olisi hyvä olla muistitoiminto helpottamaan esim. lohko- tai päiväkohtaisen kulutuksen seuranta. Markkinoille on tulossa järjestelmiä, jotka automaattisesti tellentavat paikkakohtaisen polttoaineen kulutuksen, mutta lukemat voi kirjoittaa muistiin myös käsinkin.

Polttoaineen kulutus riippuu aina muokkausvälineestä, sitä vetävästä traktorista, kuljettajan tekemistä valinnoista, maalajin ominaisuuksista sekä mittausajankohdansaäolojen vaikutuksista maan rakenteeseen ja pinnan ominaisuuksiin. Yksittäinen kulutuslukema kertoo vain kyseisen tilanteen kulutuksesta tietyllä muokkausvälineen ja traktorin yhdistelmällä. Käytännössä eri tiloilta saadut tulokset poikkeavat paljon toisistaan. Vertailukelpoista tietoa eri välineiden aiheuttamasta kulutuksesta saadaan vain vertailututkimuksissa, joissa koekenttää muokataan eri kokeiltavilla muokkausvälineillä rinnakkaisina ajoina useana toistona samaa traktoria käyttäen. Tällöinkin tulokset riippuvat olosuhteista.

Polttoaineen kulutus maan perusmuokkauksessa

Polttoaineen hehtaarikohtaisen kulutustiedon (l/ha) lisäksi muokkaus- syvyys on olennainen tieto, kun mitataan polttoaineen kulutusta. Kynnettäessä käsitellään auralla maata 15–25 cm:n syvyydeltä. Kyntöä korvaavilla laitteilla, kultivaattorilla tai lautasmuokkarilla, maata muokataan tavallisesti 7–17 cm:n syvyyteen eli reilusti syvemmälle kuin tavanomaisessa noin 5 cm:n syvyisessä kylvömuokkauksessa.

Eri muokkausvälineet käsittelevät maata eri tehokkuuksilla. Jos edellä mainituilla välineillä muokataan maata esim. 15 cm:n syvyyteen, kuluu kyntötyössä polttoainetta vähemmän kuin kultivaattorilla tai lautasmuokkarilla. Nämä ovat kuitenkin työta-voiltaan tehokkaampia kuin aura, koska niiden jäljiltä maa on murus- tunut hienojakoisemmaksi ja maakerrokset ovat sekoittuneet enemmän kuin kynnettäessä. Kylvömuokkaus- tarve on voinut myös vähentyä.

*Hehtaarikohtainen työmäärä (W) las- ketaan kertomalla keskenään maan ominaisvastus (kN/m^2), muokkaus- profiilin pinta-ala (m^2) sekä hehtaarin muokkaamiseen tarvittava ajomatka (m). Tämän tuloksen perusteella voi- daan laskea *laskennallinen polttoai- neen kulutus hehtaaria kohden* (l/ha).*

Maan *ominaisvastus* (kN/m^2) saa- daan jakamalla muokkausvälineen aiheuttama vetovastus käsitellyn muokkausprofiilin poikkileikkausalal- la. Ominaisvastukset eroavat maan- muokkausmenetelmän mukaan, kos- ka kyntöä korvaavilla kultivaattorilla tai lautasmuokkarilla muokataan maata hienojakoisemmaksi kuin au- ralla, ja näin myös vastus poikki- pinta-alaa kohden on tällöin suu- rempi. Ominaisvastus voi myös kas- vaa, jos muokkaustyö tehdään sy- vemmälle kuin mikä on optimaalista muokkausvälineelle. Maan ominais- vastus on pienin kevyemmällä mail- la ja suurempi jäykemmällä mailla. Tutkimuksissa maan ominaisvastus kynnettäessä on ollut 40–120 kN/m^2 .

Muokkausprofiilin pinta-ala (m^2) las- ketaan kertomalla muokkaussyvyys muokkausvälineen työleveydellä.





Hehtaarikohtainen työmäärä ja siihen kuluvan polttoaineen määrä voidaan laskea esimerkiksi seuraavasti:

- Jäykän savimaan ominaisvastus on 100 kN/m^2 .
- Muokkausprofiilin pinta-ala = työsyvyys $0,2 \text{ m} \times$ työleveys $1,6 \text{ m} = 0,32 \text{ m}^2$.
- Hehtaarin kyntömatka = $10\,000 \text{ m} / 1,6 \text{ m}$ leveä aura = 6250 m .

Hehtaarikohtainen työmäärä:
 $100 \text{ kN/m}^2 \times 0,32 \text{ m}^2 \times 6250 \text{ m}$
 $= 200 \text{ MNm} = 200 \text{ MJ}$

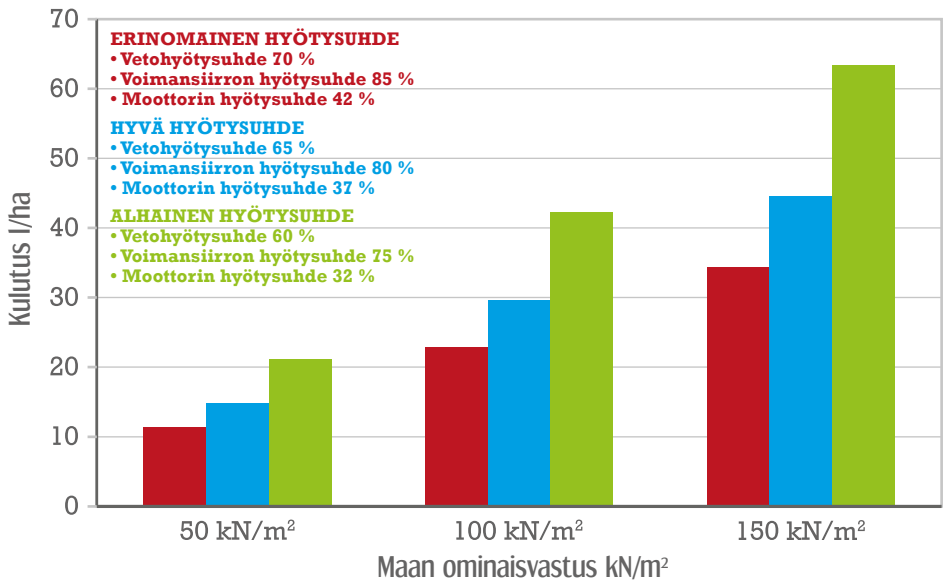
Jotta maa voidaan kyntää 20 cm syvyyteen on hehtaaria kohden tehtävä 200 MJ työtä. Kun polttoaineen energiasältönä käytetään 42 MJ/kg , 200 MJ vastaa $5,7 \text{ l/ha}$:lta kulutusta.

Käytännössä polttoaineen kulutus on kuitenkin moninkertainen edellä laskettuun nähden. Lähemmäs todellista kulutusta päästään, kun huomioidaan myös vetävien pyörien vetohyötysuhde, voimansiirron ja moottorin hyötysuhteet sekä traktorin muut sisäiset tappiot. *Todellisuutta vastaava polttoaineen kulutus hehtaaria kohden ($1/\text{ha}$)* saadaan jakamalla hehtaarikohtaisesta työmäärästä laskettu laskennallinen polttoaineen kulutus edellä mainittujen hyötysuhteiden tulolla.

Esimerkiksi:

- Vetohyötysuhde: $0,65$ (65%)
- Voimansiirron hyötysuhde: $0,8$ (80%)
- Moottorin hyötysuhde: $0,37$ (37%)

$$\frac{5,7 \text{ l/ha}}{(0,65 \times 0,8 \times 0,37)} = 29,6 \text{ l/ha}$$



Kuvio 1. Maan ominaisvastuksen sekä traktorin veto-, voimansiirto- ja moottori-hyötysuhteiden vaikutus laskennalliseen hehtaarikohtaiseen polttoaineen kulutukseen kyntötyössä (kyntösyvyys 20 cm).

Kuviossa 1 on laskettu polttoainekulutus (l/ha) eri hyötysuhteilla kolmella maan ominaisvastuksella (kN/m²). Kuviossa on mukana vain pelkän aktiivisen kyntövaiheen kulutus. Polttoaineen kokonaiskulutuksen selvittämiseksi on vielä lisättävä siirtymisiin, päisteajoon sekä mahdollisiin häiriöihin kuluva polttoaine.

Kuvion 1 avulla on helppo hahmottaa maan kovuuden ja eri hyötysuhteiden merkitys polttoainekulutuksen osatekijöinä. Hyvin keveillä mailla kynnettäessä polttoaineen kulutus voi olla noin 10 l/ha ja kovemmissa kivennäismailla kulutus voi nousta jopa yli 30 l/ha. Hyvärakenteisen

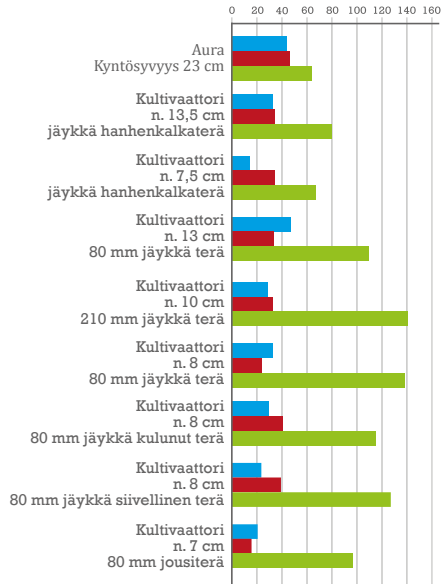
kivennäismaan ominaisvastus on harvoin yli 100 kN/m². Ajourilla, päisteillä ja muilla poikkeuksellisesti tiivistyneillä alueilla ominaisvastus voi olla reilusti suurempi, jopa 150 kN/m². Traktorin moottori kuormittuu kynnettäessä yleensä reilusti eli moottorin hyötysuhde on kohtuullisen korkea. Kuviossa 1 moottorin hyötysuhdealue vastaa 200–260 g/kWh ominaiskulutusta. Tyypillisellä monipuolisella vaihteistolla voimansiirron kokonaishyötysuhde on n. 80 %. Kuvion vetohyötysuhdealue vastaa normaalioloissa riittävästi kulutus pintaa omaavilla renkailla tapahtuvaa kyntämistä. Hyvin kosteissa oloissa vetohyötysuhde voi olla esimerkiksi heikompi.

Käyttäjä voi vaikuttaa hyötysuhteisiin kuormittamalla moottoria riittävästi valitsemalla sopivan vaihteen ja kierrosluvun yhdistelmän, välttämällä erittäin kuivan tai pinnaltaan hyvin märän maan kyntämistä sekä laskeamalla rengaspaineet kantokyvyn rajoissa mahdollisimman alhaisiksi. Jos traktori on tehoonsa nähden kevyt, voidaan käyttää myös lisäpainoja. Traktoria ostaessa hyötysuhteisiin voi vaikuttaa valitsemalla traktorin, jossa on taloudellinen voimansiirto, polttoaineen kulutusta optimoiva vaihteiston ohjausjärjestelmä, sekä mahdollisimman korkeat ja riittävän leveät renkaat.

Muokkauksessa kuluvalle polttoainemäärälle ei pystytä antamaan ohjelukuja, koska kulutus vaihtelee paljon riippuen muokkausvälineestä, -syvyydestä ja olosuhteista. Kyntöä korvaavilla muokkausvälineillä, kuten kultivaattoreilla on kulutuksessa laitteen rakenteesta johtuvaa vaihtelua enemmän kuin auroilla. Kultivaattoreissa käytetään rakenteeltaan hyvin erilaisia piikkejä, joiden vetovastukset ja vaikutukset polttoaineen kulutukseen vaihtelevat paljon, vaikka muokkaussyvyys pysyisikin samana (Kuvio 2).

Kuviossa 2 kultivaattorin kohtaama maan ominaisvastus on reilusti au-

Vetovastus 3 metrin työleveydelle kN
Yli 32 mm murujen osuus %
Ominaisvastus kN/m²



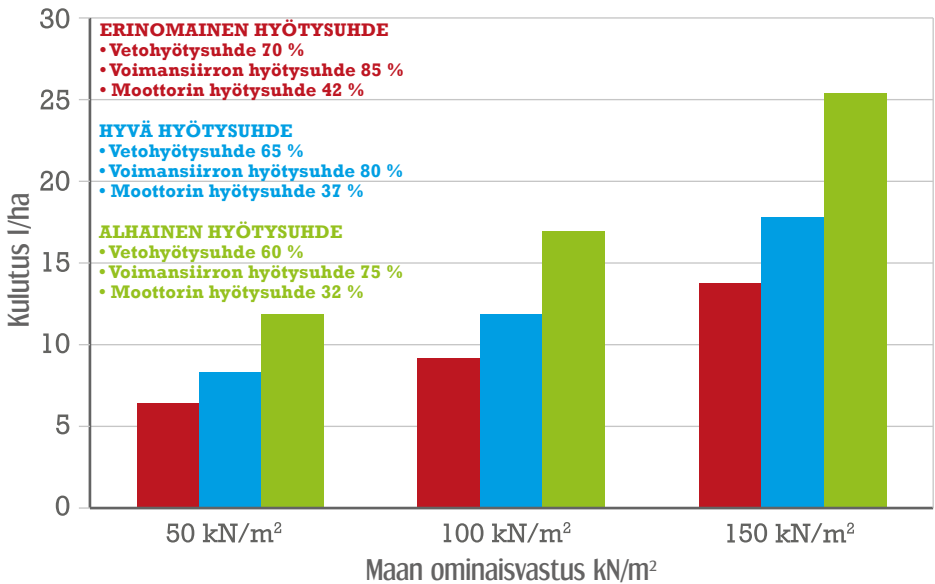
Kuvio 2. Auran ja piikkimalliltaan erilaisten kultivaattoreiden aiheuttama vetovastus 3 m työleveyttä kohti, yli 32 mm murujen osuus muokkauskerroksesta sekä maan ominaisvastus. Taulukko pohjautuu Arvidssonin 2010 savimaalla mittaamaan aineistoon.

raa suurempi, ja kultivaattorin piikkimalli vaikuttaa selvästi ominaisvastuksen suuruuteen. Kaikilla kultivaattorin eri piikkimalleilla maa on muokkautunut kyntöauraa tehokkaammin. Tämä näkyy läpimitaltaan yli 32 mm olevien murujen alhaisempana osuutena.

Kultivaattorimuokkauksen polttoainekulutus voidaan laskea aikaisemman esimerkin mukaisesti, kun työsyvyys

pienennetään 8 cm:n ja työleveys kasvatetaan 3 m:n (Kuvio 3). Kultivaattorimuokkauksessa käytetään usein paripyöriä ja ajetaan sängellä. Tämän vuoksi vetohyötysuhde on useimmissa tapauksissa noin 0,7. Moottoria on helppo kuormittaa reilusti, jolloin moottorin hyötysuhde on hyvä. Kuviossa 2 savimaalla kultivaattorimuokkauksen ominaisvastus on piikkimallista riippuen n. 100 kN/m², jolloin polttoaineen kulutus on noin 10 l/ha (Kuvio 3). Ominaisvastus on alhaisempi maan liikkeen selkeästi ylöspäin suuntaavalla siipiterämallilla kuin pystymässä asennossa

olevalla ja maata sivuilleen syrjäytävällä piikkimallilla. Keveillä mailloilla ominaisvastus on lähellä noin 50 kN/m² ja polttoaineen kulutus 8 cm muokkaussyvytydellä on selvästi alle 10 l/ha. Saksalaisen DLG:n mittauksen mukaan kultivaattorin aiheuttama polttoaineen kulutus on ollut ensimmäisellä muokkauskerralla, 7–10 cm muokkaussyvytydellä, 6–12 l/ha maan kovuudesta ja piikkimallista riippuen. Toisella muokkauskerralla, kun muokkaussyvyys on lähes kaksinkertaistunut 15–18 cm:n, lukemat ovat olleet kolmasosan korkeampia n. 8–16 l/ha.



Kuvio 3. Maan ominaisvastuksen sekä traktorin veto-, voimansiirto- ja moottori-hyötysuhteiden vaikutus 8 cm:n työsyvytydellä toimivan kultivaattorin laskennalliseen hehtaarikohtaiseen polttoaineen kulutukseen.

Polttoaineen kulutus kylvömuokkauksessa

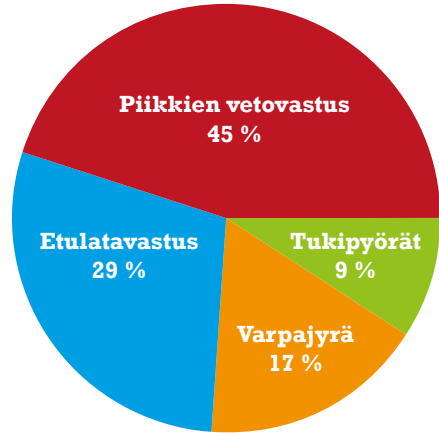
Kylvömuokkauksessa, joka tehdään yleensä s-piikkiäkeellä, polttoaineen kulutukseen vaikuttavat samat asiat kuin muissakin muokkausmenetelmissä. Polttoaineen kulutusta lisäävät suuri muokkaussyvyys, piikkien lukumäärä työleveyttä kohden sekä maan kovuus.

Muokkaussyvyys voi hikevillä mailla olla melko pieni, mutta jäykillä savi- mailla muokkauksen täytyy ulottua niin syväälle, että piikit osuvat kosteaan maakerrokseen.

Polttoaineen kulutus kasvaa äkeen piikkitiheyden lisääntyessä, mutta niin kasvaa myös muokkaustehokin. Jos työhön käytetään tiheäpiikkistä äestä, voidaan parhaassa tapauksessa jättää yksi muokkauskerta tekemättä ja säästää näin polttoainetta.



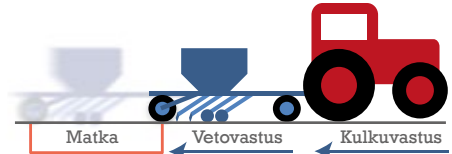
S-piikkiäkeessä on usein muokkaa- viden piikkien lisäksi edessä lata ja ta- kana hara. Jos etulata säädetään toi- mimaan niin, että sen edessä kulkeu- tuu jatkuvasti hyvin paljon maata, voi polttoaineen kulutus kasvaa jopa 10 – 25 %.



Kuvio 4. S-piikkiäkeen vetovastusten jakautuminen eri tekijöiden kesken (Ahokas).

Kuviossa 4 on kuvattu vetovastuk- sen jakautumista muokkaustilantees- sa äkeen eri osien välillä. Tutkimuk- sissa sekä käytännössä on todettu s- piikkimuokkauksessa kuluvan poltto- ainetta 4 – 7 l/ha. Multavilla hieta- mailla ja multamailla yksi muokkaus- kerta yleensä riittää, mutta jäykem- millä mailla voidaan joutua muok- kaamaan maata 2 – 3 kertaa, jolloin polttoaineen kulutus kasvaa lähes sa- massa suhteessa.

Polttoaineen kulutus kylvötyössä



Viljankylvössä täyden takapyöräkylvölannoittimen ja traktorin kokonaiskulkuvastus koostuu lähes tasasuurin erin lannoite- ja kylvövantaiden aiheuttamasta vetovastuksesta, kylvölannoittimen pyörien aiheuttamasta vetovastuksesta ja traktorin omasta kulkuvastuksesta (Kuvio 4). Polttoaineen kulutus on laskettu kokonaisvastuksesta (Kuvio 5). Laskentatapa poikeaa tässä muokkauksen yhtedessä esitetystä laskentatavasta. Muokkauslaskelmissa traktorin oman massan aiheuttama kulkuvastus sisältyy vetohyötysuhdelaskelmaan, kun taas tässä kokonaisvastukseen, ja vetohyötysuhdelukemassa on mukana vain luiston vaikutus. Luiston on arvioitu olevan noin 10 %

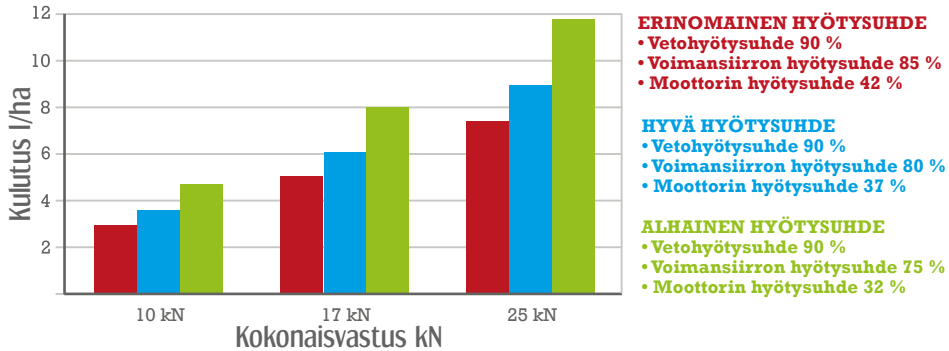
Perinteisessä kylvölannoituksessa lannoitteet sijoitetaan joka toiseen kylvöriviväliin pari senttiä kylvösyvyvyyttä syvemmälle. Kylvövantaiden aiheuttamasta vetovastuksesta ei ole mittaustuloksia, mutta s-piikkiäkeiden piikkien vetovastusmittausten perusteella voidaan olettaa yhden *laahavantaan vetovastuksen* olevan olosuhteista riippuen noin 50–200 N. Lannoitevantaiden vetovastus on selkeästi suurempi kuin tämä, koska vantaan terä sijoittaa lannoitteen muokkaamattomaan maahan.

Kuvio 4. Työ, johon polttoainetta kuluu, saadaan kertomalla kylvöyhdistelmän kokonaisvastus ajomatalla.

Lannoitevantaan vetovastus vaihtelee vantaasta, työsyvyydestä ja maankovuudesta riippuen 150–500 N:n välillä. Kolmimetrisessä kylvölannoitтимessa on 24 kylvövannasta ja 12 lannoitusvannasta, jolloin vantaiden yhteenlaskettu *kokonaisvetovastus* on 3–10 kN.

Edellä mainitun kokoisen kylvölannoittimen kokonaismassassa voi säiliöt täynnä olla 4 000–8 000 kg. Nykyaikaisessa takapyöräkoneessa valtaosa tästä massasta on, riippuen vetoaisan pituudesta, takapyörillä, ja noin kolmannes etupyörillä (pyöränvälilyrjä). Takapyörät voivat aiheuttaa jopa enemmän vetovastusta kuin kaikki vantaat yhteensä. Lähes tyhjällä koneella vetovastus on luonnollisesti pienempi. Pienikehäisen kylvölannoittimen renkaan vierimisvastuskerroin mulloksella on noin 0,15. *Kylvölannoittimen renkaiden vetovastus* saadaan kertomalla kylvölannoittimen renkaille tuleva painovoima vierimisvastuskertoimella, esimerkiksi:

$$6\,000\text{ kg} \times 10\text{ m/s}^2 \times 0,15 = 9\text{ kN}.$$



Kuvio 5. Kylvöyhdistelmän kokonaisvastuksen sekä traktorin veto-, voimansiirto- ja moottorihyötysuhteiden vaikutus takapyöräkylvölannoittimen laskennalliseen hehtaarikohtaiseen polttoaineen kulutukseen.

Esimerkin kylvölannoittimen vetämiseen tarvitaan noin 6 000 kg painava traktori. Traktorin renkaiden vierimisvastus on selvästi suuremmasta korkeudesta johtuen reilusti alhaisempi kuin kylvölannoittimen renkaiden. Traktorin pyörien vierimisvastuskerroin on noin 0,1. Esim. *traktorin renkaiden kulkuvastus*: $6\,000\text{ kg} \times 10\text{ m/s}^2 \times 0,1 = 6\text{ kN}$.

Kylvöyhdistelmän kokonaisvastus on traktorin renkaiden kulkuvastuksen, kylvölannoittimen renkaiden vetovastuksen sekä vantaiden kokonaisvetovastuksen summa. Esim: $6\text{ kN} + 9\text{ kN} + 5\text{ kN} = 20\text{ kN}$.

Kuviossa 5 kuvataan erikokoisten kylvöyhdistelmien polttoaineen kulutusta huomioiden moottorin ja voimansiirron hyötysuhteet. Vetohyötysuhde on kaikissa tapauksissa 0,9, koska se kattaa vain traktorin pyörien luis-

tosta johtuvan häviön. Keveimmillä takapyöräyhdistelmillä ja sivupyöräkylvölannoittimilla on mahdollista päästä noin 10 kN:n kokonaisvastukseen. 8 000 kg painavan takapyöräkoneen vetämiseen tarvitaan vähintään 7 000 kg:n traktoria, jolloin kokonaisvastus nousee lähelle 25 kN:a. Kuviossa 5 on mukana vain polttoainekulutus, joka tarvitaan hehtaarin pinta-alan käsittelyyn 3 m leveällä kylvölannoittimella. Polttoainekulutukseen tulee lisätä myös polttoaine, joka kuluu päisteisiin sekä peltolohkon ja säiliöiden täyttöpaikan väliseen ajoon. Mitä enemmän massaa kuljetetaan mulloksella pienien pyörien kannattelemana, sitä enemmän kuluu polttoainetta. Kevyellä yhdistelmällä kulutus hehtaaria kohden voi käytännössä olla noin 3 litraa, mutta se voi painavalla yhdistelmällä vähän muokattuun maahan kylvettäessä nousta jopa yli 10 litraan.

Sisällysluettelo

- 2 Muokkaustyöstä energiankulutukseen
- 4 Polttoaineen kulutus perusmuokkauksessa
- 9 Polttoaineen kulutus kylvömuokkauksessa
- 10 Polttoaineen kulutus kylvötyössä



Lisää maatalouden energiatietoa
www.energia-akatemia.fi

Muokkaus- ja kylvötöiden energian kulutus

- Muokkaustyössä polttoaineen kulutus riippuu muokausvälineestä, muokkaussyvyydestä ja maan ominaisuuksista.
- Ohjearvoilla voidaan kuvata energian kulutusta vain viitteellisesti. Polttoaineen kulutus muokkauskertaa kohden on normaalisti:
 - kyntötyössä 10–30 l/ha
 - kultivaattorimuokkauksessa 6 – 15 l/ha
 - s-piikkiäestyksessä 4 – 7 l/ha
 - kylvöannoituksessa 4 – 8 l/ha
- On tärkeää opetella tuntemaan polttoaineen kulutukseen vaikuttavat tekijät ja pyrkiä minimoimaan kulutusta lisäävien tekijöiden vaikutusta.
- Työsyvyydestä tai muokkaustehosta tinkiminen voi johtaa sadon alenemiseen.
- Jos muokkaus- ja kylvötöissä ei hyödynnetä traktorin moottorin koko tehoa, on sopivilla vaihde- ja moottorin kierrosnopeusvalinnoilla saavutettavissa polttoainesäästöjä.
- Suurta vetovoimaa vaativissa töissä polttoaineen kulutusta lisäävät huonokuntoiset renkaat, liian suuret rengaspaineet sekä kostea vetoalusta.

