

Traktorin polttoaineen kulutuksen seuranta

Jussi Esala

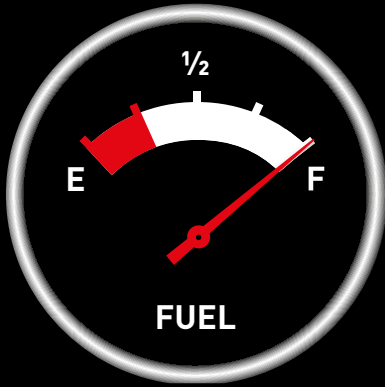
SeAMK Elintarvike ja maatalous



ENERGIA



AKATEMIA



Traktori kuluttaa suuren osan tilalla käytetystä polttoaineesta. Raskaissa maanmuokkaustöissä traktorin moottori kuormittuu yleensä riittävän taloudellisesti hyvän polttoainetalouden kannalta. Polttoaineen kulutusta voi vähentää tekemällä työt suotuisaan aikaan, tinkimällä muokkaussyvyydestä ja vaihtamalla kevyempään maanmuokkausmenetelmään. Kevyissä töissä kuljettaja pystyy vaikuttamaan traktorin polttoaineen kuluutukseen valitsemalla kuormitukseen sopivan moottorin kierrosnopeuden ja vaihteen yhdistelmän.

Tehokkain tapa parantaa traktorin polttoainetaloutta on yhdistää kirjanpidon ja kulutusmittausten tulokset. Apuvälineinä voi käyttää yksinkertaisesti kynää ja paperia ja/tai laitteita, jotka automaattisesti tallentavat lohko-kohtaisia tietoja.

TRAKTORIN TANKKAUSKIRJANPITO

PVM	TANKATTU	TYÖT	LOHKO
15.5.2014	90 l	äestys 5 ha	Peltola
16.5.2014	70 l	kylvö 8ha	Peltola



Tankkauskirjanpito kulutuksen seurannassa

Tankkauskirjanpito on yksinkertaisin tapa seurata polttoaineen kulutusta. Muistiin on hyvä merkitä ainakin:

- päivämäärä
- tankattu polttoainemäärä
- edellisen tankkauksen jälkeen tehdyt työt
- käsitellyt peltolohkot.

Tankkauskirjanpidosta saatu tieto on tarkempaa, jos traktori tankataan aina samassa paikassa jokaisen työtehtävän jälkeen, vaikka tankki ei olisikaan tyhjä. Työhön kulunut polttoainemäärä nähdään polttoainepumpun mittarista. Useat päivittäiset tankkaukset ja ajomatkat tankkaupaikalta lohkolle heikentävät tulosten tarkkuutta. Mittaustulokset ovatkin lähinnä lohkoakohtaisia keskiarvoja. Tulokset voi halutessaan siirtää taulukkolaskentaohjelmaan, jossa kerättyä tietoa on helppo tutkia ja vertailla. Mittaustulosten tarkkuus ja niiden hyödyntäminen ovat käyttäjästä kiinni.

Pelkällä tankkauskirjanpidolla ei voi tutkia ajotavan vaikutusta polttoaineen kulutukseen. Sähköisen pumpun ja mittarin hinnat ovat yhteensä noin 400 €.

Lohkokohtainen kulutuksen seuranta

Traktorin tankissa polttoaineen pinnalla kelluu koho, jonka liikettä seurataan nivelöidyllä vivulla. Vivun kulma muuttuu polttoainepinnan muutosten mukaisesti. Sähköinen anturi mittaa vivun kulman ja antaa jännitesignaalin, joka muuttuu ymmärrettävään muotoon polttoainemittarin näytölle.

Polttoaineen kulutuksesta voidaan saada paikkaan sidottua tietoa yhdistämällä samanaikaisesti edellä kuvattu jännitesignaali ja GPS-laitteelta saatava signaali (kuva 1). Mittausten perusteella saadaan selville esimerkiksi, paljonko polttoainetta kuluu lohkoakohtaisesti (l/ha). Kerätyt tiedot käsitellään taulukkolaskentaohjelmassa, jossa voidaan lisäksi mm. poistaa polttoaineen pinnan heilahtelusta johtuva jännitevaihtelu.



Kuva 1. GPS-seurannalla tallennettu traktorin liikekartta (Jokiniemi 2012).

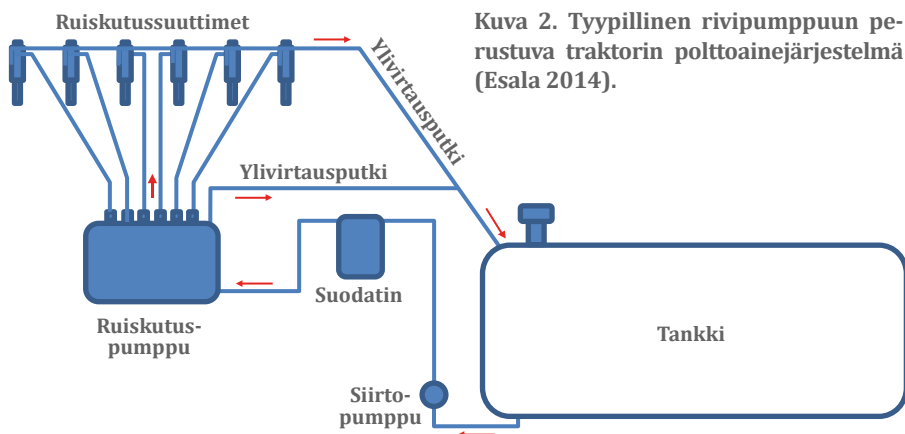
Polttoaineen kulutuksen seuranta läpivirtausmittarin avulla

Polttoaineen kulutuksen seuranta läpivirtausmittarilla vaatii perehtymistä traktorin polttoainejärjestelmään ja mittaustekniikkaan. Vanhojen traktorien polttoaineen kulutuksen seurannasta voi saada uusien traktorien veroisen – osin jopa paremman. Tähän on tarjolla useita eri ratkaisuja kohtuulliseen hintaan.

Traktorien polttoaineensyöttö on viime vuosiin asti tapahtunut mekaanisesti säädettävällä ruiskutuspumppulla, joko jakaja- tai rivipumpulla (kuva 2). Polttoainejärjestelmään kuuluu lisäksi aina siirtopumppu, jonka tuottamalla alipaineella polttoaine imetään tankista ja pumpataan suodattimen lävitse ruiskutuspumppulle (Kuva 2). Siirtopumpun tuottama paine on kor-

keintaan muutaman barin, kun taas ruiskutuspumppu tuottaa vähintään ruiskutussuuttimien avautumiseen tarvittavan määrän painetta eli noin 200 baria.

Siirtopumppu imee tankista polttoainetta reilusti enemmän kuin on tarpeen. Tämä määrä voi olla moninkertainen moottorin tarvitsemaan nähden. Ylimiotoitus johtuu siitä, että polttoainejärjestelmässä täytyy olla yli-painetta, riippumatta moottorin nopeudesta tai tehosta. Polttoaine, jota ei tarvita moottorin tehon ylläpitämiseen, virtaa ruiskutuspumppusta ylivirtausputkea pitkin takaisin tankkiin. Ohivuoto suutinelementtien lomasta ruiskutussuuttimilta palaa myös takaisin tankkiin.

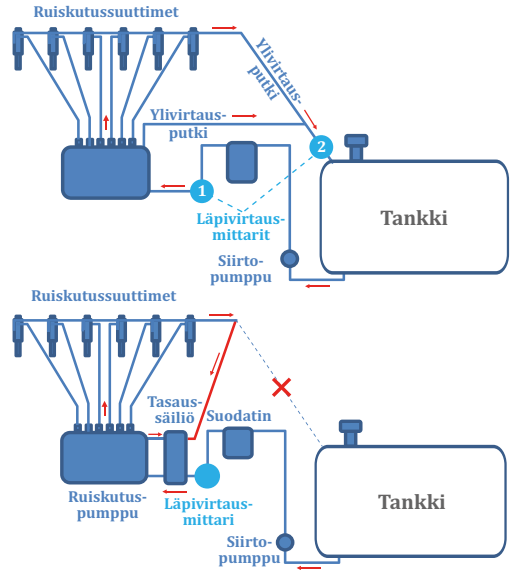


Kuva 2. Tyypillinen rivipumppuun perustuva traktorin polttoainejärjestelmä (Esala 2014).

Kun polttoaineen kulutusta mitataan jälkiasenteisella läpivirtausmittarilla, on takaisin tankkiin virtaavan polttoaineen määrä huomioitava. Tähän on kaksi vaihtoehtoista ratkaisua.

Ensimmäisessä vaihtoehdossa mitataan erillisillä läpivirtausmittareilla siirtopumpun tankista imemä ja ylivirtausputkista takaisin tankkiin palaavat polttoainemäärät (kuva 3 ylhäällä). Näiden määrien erotuksella voidaan määrittää polttoaineen kulutus tietyllä aikavälillä.

Toisessa vaihtoehdossa polttoaineen virtaus takaisin tankkiin estetään ja ylivirtaus johdetaan suodattimen ja ruiskutuspumppun väliseen tasaus-säiliöön (kuva 3 alhaalla). Toimenpiteen edellytyksenä on, että siirtopumppu pystyy säätymään riittävän pienelle virtaukselle. Tässä menetelmässä on huomioitava polttoaineen lämpeneminen, koska hyvin korkeissa lämpötiloissa polttoaineen voitelevat ominaisuudet heikentyvät. Lämpöä syntyy korkean ruiskutus-paineen tuottamisessa, ja sitä myös johtuu ja säteilee suoraan moottorista. Normaalisti siirtopumpun pumppaama ylimääräinen polttoaine jäähdyttää ruiskutuspumppua ja lämpöä siirtyy ylivirtauksen mukana tankkiin, jonka isot pinnat haihduttavat lämmön.

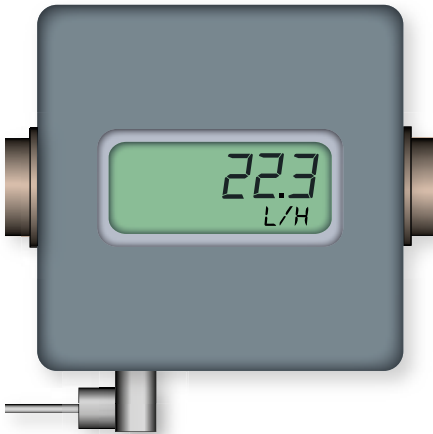


Kuva 3. Polttoaineen läpivirtausmittarin asennusvaihtoehdot. Punaisella rastitun muutoksen voi pienellä riskillä jättää pois (vertaa kuva 4) (Esala 2014).

Jos polttoaineen takaisinvirtaus tankkiin estetään, ruiskutuspumppulle johdettavaan polttoaineputkeen on suositeltavaa asentaa noin puolen litran tasaus-säiliö, jossa polttoaineen lämpötila voi laskea. Säiliön tulee olla ilmattavissa säiliön yläosassa olevalla ruuvilla, koska paluupolttoaineessa saattaa olla ilmakuplia. Tasaus-säiliöön tulevat mitattu polttoainevirta suodattimesta sekä ruiskutus-pumpusta ja ruiskutus-suuttimilta ylivirtaava polttoaine. Läpivirtausmittari mittaa tällöin vain polttoainekiertoa virtaavan lisäpolttoaineen määrää eli moottorin kuluttamaa polttoainemäärää.



Kuva 4. Lämpivirtausmittarin (CKPT) asennusesimerkki. Ruiskutus-suuttimien ohivirtaus, jota ei näy kuvassa, on johdettu suoraan tankkiin.



Kuva 5. Polttoaineen kulutusta voidaan yksinkertaisimmillaan mitata kuvan mukaisella lämpivirtausmittarilla.

Polttoaineen ohivuoto ruiskutus-suuttimilta on yleensä hyvin vähäistä verrattuna moottorin polttoaineen kulu-tukseen. Kuvassa 4 ohivuoto ruisku-tussuuttimilta oli vain 1–2 % kulutuk-sesta, joten tasaussäiliötä ei asennettu ja polttoaineen ohivuoto ohjautuu ta-kaisin tankkiin.

Polttoaineen läpivirtausmittari on asennettava suodattimen jälkeen, jotta polttoaineen epäpuhtaudet eivät vahingoittaisi mittaria. Mittarin asen-nuksessa pitää käyttää kudovahvis-teista polttoainekäyttöön tarkoitettua letkua, koska polttoaine ja lämpö rik-kovat tavalliset letkut (Kuva 4).

Lämpivirtausmittari pitää, polttoaine-järjestelmään asentamisen lisäksi, kytkeä syöttöjännitteeseen virtalukon jälkeiseen kytkentäkohtaan. Laitteis-ton suojaukseen tarvitaan sulake.

Lämpivirtausmittarin mittaustulos on läpivirtaavaan nestemäärään verran-nollinen pulssimäärä tai jännitesig-naali. Yksinkertaisimmillaan mittaus-signaali muutetaan ymmärrettävään muotoon kuvan 5 mukaisella laitteel-la, jossa polttoaineen kulutus näkyy läpivirtausmittarin omalla näytöllä. Kulutus on ilmaistu joko litroina aika-yksikössä tai pelkkänä litramäärä,

jolloin käyttäjän on itse suhteutettava tulos työaikaan tai tiettyyn työhön mittarin alku- ja loppumäärien perusteella. Tällaiset laitteet maksavat sadasta eurosta ylöspäin.

Polttoaineen kulutuksen seurannasta saa huomattavasti monipuolisempaa, jos mittaussignaali johdetaan ohjaamoon muistitoiminnolla varustettuun lukijaan (Kuva 6). Lukijaksi käy muutaman kanavan sisältävä tiedonkeruulaite. Helpoimmalla pääsee, jos läpivirtausmittarin ja näytön ostaa samassa paketissa, kuten kuvissa 4 ja 6 on tehty.

Mittausjärjestelmässä olisi hyvä olla:

- seurannan aloitus- ja lopetustoiminto
- jatkuva, kerryttävä muisti
- GPS-signaalin vastaanotto- ja tallennusmahdollisuus
- tiedonsiirtoväylä tietokoneeseen
- ohjelmisto tietokoneelle
- Excel-yhteensopivat tiedostot.

GPS-paikantimelta saatu tieto on tärkeää, koska sen perusteella voidaan määrittää todellinen ajonopeus ja polttoaineen kulutus voidaan tarvittaessa jälkeinpäinkin kohdistaa oikeisiin lohkoihin. Myös tutkaamalla perustuvilla laitteilla voidaan mitata todellista ajonopeutta, mutta traktorin voi-

mansiirrossa olevan anturin lukema on aina pyörien luistoprosentin verran liian suuri.

Monipuolisinkin mittauslaitteen tueksi tarvitaan muistiinpanoja. Muistiin on hyvä kirjata ainakin:

- käsiteltävä lohko
- työn aloitus- ja lopetus aika
- käytetty työkon
- työleveys
- työsyvyys yms.
- tuotos tai sato (kg/ha, paalia/ha).

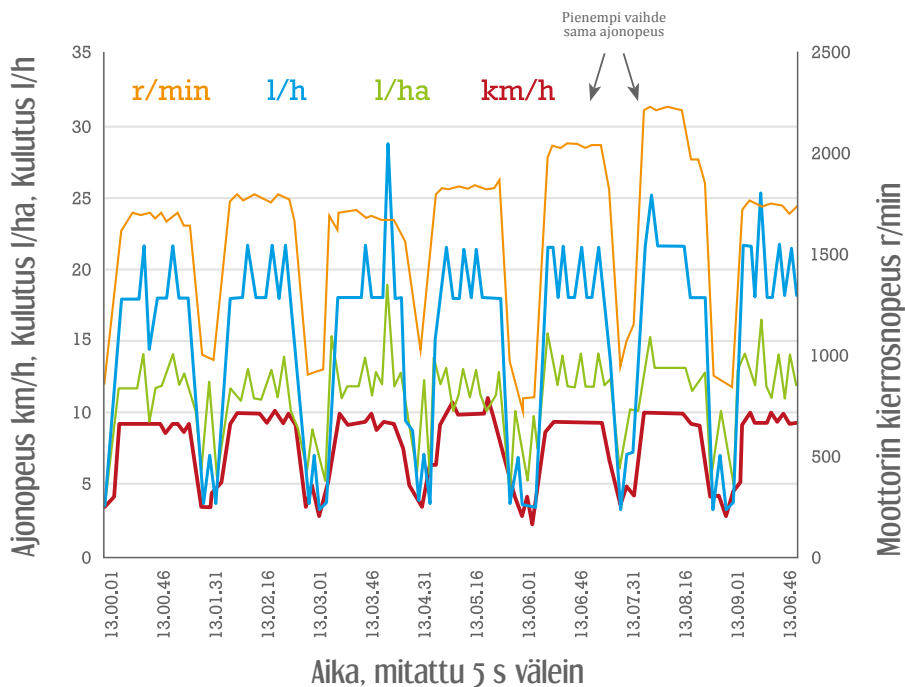
Mittausjärjestelmät ovat hinnoiltaan 500–1000 euroa, mutta ne tarjoavat käyttäjille monipuolista aineistoa polttoaineen kulutuksen seurantaan ja vertailujen tekemiseen.



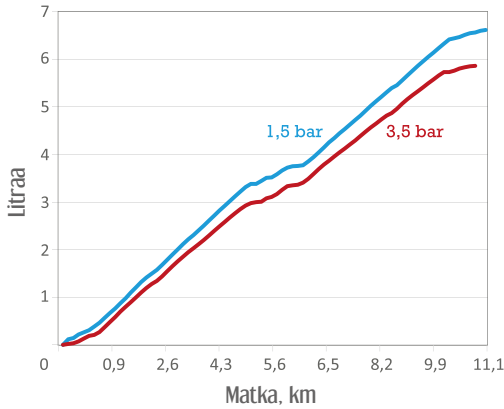
Kuva 6. Kuvan 4. läpivirtausmittarista traktorin kojetauluun yhdistetty näyttö ja tiedonkeruulaite (Esala 2012).

Kuvassa 7 CKPT-läpivirtausmittarista saatuja tuloksia on käsitelty Excelissä. Kaikki muut lukemat, paitsi hehtaarikohtaista polttoaineen kulutusta kuvaava l/ha, on saatu suoraan mittarista. Mittaustilanteessa kynnettiin kaksoisauralla multamaata noin 300 metriä pitkällä saralla. Mittaus suoritettiin viiden sekunnin välein. Kuvion notkokohdat kuvaavat päisteajoa. Viides ja kuudes huippu vasemmalta kuvaavat tilannetta, jossa vaihdettiin pykälää pienempi vaihde ja ajonopeus pyrittiin kuitenkin pitämään ennallaan (9,5 – 10 km/h).

Kuvan 8 mittauksissa kynnettiin 1,63 m leveällä kaksoisauralla neljällä eri vaihteella. Suurin vaihde (H4) osoittautui liian suureksi, koska moottori pystyi saavuttamaan ylikuorman vuoksi enää noin 1400 r/min kierrosnopeuden. Pienemmillä vaihteilla moottorin tehosta jäi käyttämättä 7–17 %. Vaikka moottorin kuormitus kaikilla vaihteilla oli vähintään 75 %, taloudellisimman ja korkeimman kulutuksen välinen ero oli silti noin 13 %. H3-vaihteella polttoaineen kulutus oli vähäisintä, ja ajaminen oli miellyttävää myös alhaisimman melutason vuoksi.

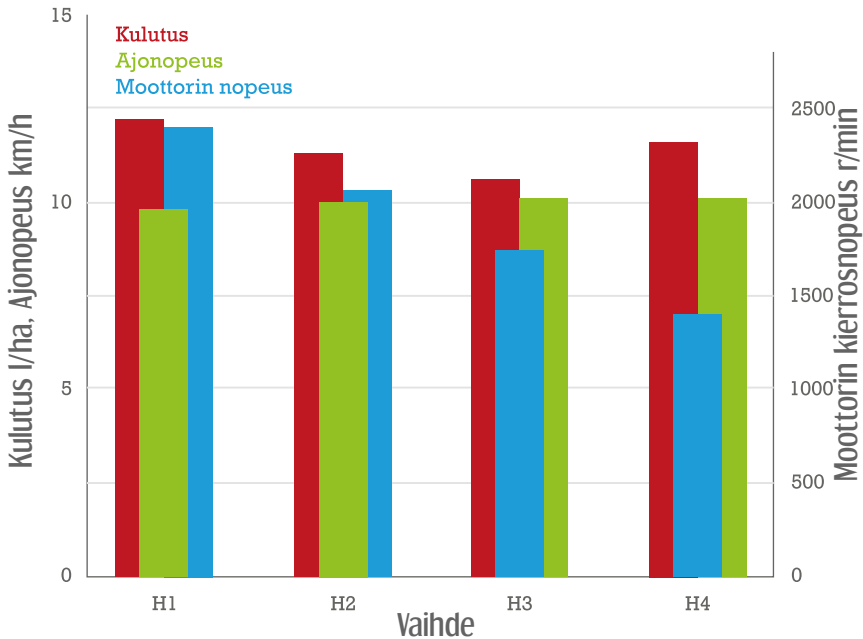


Kuva 7. Polttoaineen kulutus seitsemän n. 300 m pitkän vierekkäisen ajon pohjalta taulukoituna.



Kuva 9. Lietelantavaunun rengaspaineiden vaikutus traktorin polttoaineen kulutukseen, kun vaunua on vedetty asfalttipintaisella tiellä n. 10 km.

Myös tieajossa voi testata erilaisten vaihtoehtojen vaikutusta polttoaineen kulutukseen. Kuvassa 9 testattiin, miten lietelantavaunun rengaspaineet vaikuttavat traktorin polttoaineen kulutukseen. Aluksi vaunussa oli 3,5 barin rengaspaineet ja toisella kieroksella 1,5 barin rengaspaineet, jotka vielä riittävät 50 km/h nopeudessa kokonaismassaltaan 21,5 tonnin vaunulle. Traktorin rengaspaineet olivat 1,9 bar. Polttoainetta kului noin 60 l/100 km. Vaunun rengaspaineiden vaikutus traktorin polttoaineen kulutukseen oli noin 10 %.



Kuva 8. Polttoaineen kulutus kynnössä neljällä eri vaihteella ajtaessa.

Traktorin omista mittareista saatavan tiedon hyödyntäminen

Uusissa traktoreissa on ollut jo vuosia sähköisesti ohjatut polttoaineen yhteispaineruiskutusjärjestelmät (common rail). Nämä ohjausjärjestelmät määrittävät moottorilta vaaditun momentin, kierrosnopeuden, lämpötilan sekä muiden muuttujien perusteella, paljonko polttoainetta ruiskutetaan. Tämä tieto välitetään usein myös traktorin ohjaamoon näytölle.

Ensimmäisenä käyttöön tulleiden ohjausjärjestelmien näytöt osoittavat hetkellisen polttoaineen kulutuksen määrän (l/h). Muistitoiminnolla varustetuilta näytöiltä voi tämän lisäksi seurata myös polttoaineen keskikulutusta. Vertaamalla maksimitohon kulutusta mittarissa näkyvään mää-

rään voi traktorin kuormitusasteesta tehdä suuntaa-antavia arvioita. Polttoaineen kulutus on taloudellisinta, kun traktorin kuormitusaste on vähintään 2/3 maksimista.

Edellisiä laitteita monipuolisempia ovat näytöt, jotka ilmoittavat kulutuksen työyksikköä kohden (l/ha). Laite laskee pinta-alan ajomatkan ja annetun työlevyden perusteella. Tämän vuoksi on tärkeää ohjelmoida laitteeseen oikea työkoneen leveys. Jokaisella traktorimerkillä on omanlaisensa valikkopolut, mutta työlevyden syöttökohta löytyy yleensä helposti valikossa navigoimalla tai katsomalla käyttöohjeesta (Kuva 9).



Kuva 9. Vasemmassa valikkoikkunassa on näkyvissä traktorin kulutuslukema-näytöt. Oikeassa valikkoikkunassa kynän kärki osoittaa työlevyden syöttötilaa.

Näyttöä voi käyttää myös tieajon kulutuksen seurantaan. Jos työkoneen leveydeksi asetetaan 1 m, niin näytön lukema 5 l/ha vastaa 5 litran kulutusta 10 000 metrillä (10 000 m × 1 m = 1 ha).

Jos lukema 5 l/10 km kerrotaan vielä kymmenellä, saadaan polttoaineen kulutus autoista tutulla yksiköllä: 50 l/100 km.

Näytön tuloksia on osattava tulkita oikein, sillä laitteen oletuksena on, että jokainen lohko käsitellään vain kerran asetetulla työleveydellä. Jos työleveys on ohjelmoitu väärin tai päisteessä tapahtuu runsaasti päällekkäistä ajoa, ei näytön kulutuslukema (l/ha) vastaa lohkolle todellisuudessa kuluva polttoainemäärää. Samoin jos laitteiston käyttämä matkatieto tulee voimansiirrossa olevista antuneista, on todellinen työsaavutus (ha/h) vetävien pyörien luistoprosentin verran alhaisempi, ja polttoaineen kulutuslukema (l/ha) vastaavasti saman verran suurempi. Tutka- tai GPS-signaalin käyttö matkatietona antaa oikean kulutuslukeman.

Markkinoille on tulossa järjestelmiä, jotka mahdollistavat traktorin polttoaineen kulutuksen seurannan kotitoimistosta tai matkapuhelimen näy-

töltä. Traktorin ja työkoneiden säätöjä voidaan jopa muuttaa etäpäätteeltä käsin. Lisäksi lohkoakohtaisia lukemia voidaan tallentaa sekä manuaalisesti että automaattisesti.

Traktorin valmistajilla on kehitteillä järjestelmiä, jotka analysoivat traktorin kaikkien komponenttien, esim. moottorin, voimansiirron ja hydraulikan, tehon sisäänmeno- ja ulostulovirrat ja laskevat näiden perusteella kunkin komponentin hyötysuhteen. Käyttäjä voi näiden hyötysuhdelukemien perusteella, määrittää optimaaliset säädöt kuhunkin työhön, niin että komponenttien – ja koko traktorin – hyötysuhteet ovat mahdollisimman korkeita ja työkohtainen polttoaineen kulutus mahdollisimman alhaista.



Kuva: United Soybean Board, Flickr, CC BY 2.0

Polttoaineen kulutuksen seuranta

- Tankkauskirjanpito on yksinkertainen ja edullisin tapa seurata polttoaineen kulutusta.
- Polttoaineen läpivirtausmittarin asentamiseen menee traktorin tekniikkaan perehtyneeltä henkilöltä noin puoli päivää. Mittarit maksavat sadasta eurosta ylöspäin.
- Uusien traktoreiden polttoaineen kulutuksen seuraaminen näytöiltä ja säätäminen ovat kuljettajan perustaitoja.
- Polttoainejärjestelmään asennetun läpivirtausmittarin tuloksilla ja työkohtaisilla muistiinpanoilla saadaan kattava kuva polttoaineen kulutuksesta.
- Yksinkertainen tapa vähentää polttoaineen kulutusta on ajaa samaa nopeutta moottorin eri kierrosnopeuksien ja vaihteiden yhdistelmillä ja valita alhaisimman kulutuslukeman (l/ha) perusteella taloudellisin vaihtoehto.
- Hyvä polttoainetalous saavutetaan seuraamalla polttoaineen kulutusta apuvälinein ja ymmärtämällä polttoaineen kulutukseen vaikuttavat seikat.



Lisää maatalouden energiatietoa www.energia-akatemia.fi

