

Traktorin taakseajolaitteiston edut – esimerkkinä nurmen niitto

Veli-Matti Tuure, Markku Lätti ja Tea Elstob, TTS



Taakseajoniitossa työkohte on hyvin kuljettajan näköpiirissä, mikä helpottaa työskentelyä. Kuvat: Markku Lätti

Traktorin taakseajolaitteiston avulla kuljettajan työkuormitusta voidaan oleellisesti pienentää. Tutkimuksen mukaan taakseajolaitteisto vähensi selvästi sekä selän että pään kiertyneitä työasentoja. Työ myös nopeutui käännösten nopeutumisen myötä verrattaessa niittoa normaaliin eteenpäin ajettavaan niittoon traktorilla, jossa oli työleveydeltään vastaavansuuruinen etuniittokone-hinattava niittokone -yhdistelmä. Työn nopeutuminen merkitsee samalla altistumisajan lyhenemistä. Taaksepäinajossa päisteen lähellä saavutettiin hiukan suurempi työleveys kuin eteenpäinajossa. Yhdistämällä automaattiohjaus taaksepäinajoon työleveyttä voidaan hyödyntää vieläkin tehokkaammin. Taaksepäinajossa kehotärinä oli hieman vähäisempää kuin vertailutyökoneyhdistelmällä. Taakseajolaitteiston etu tulee esille erityisesti pitkiä työrupeamia tehtäessä.

Nurmen niitto on sesonkityötä, jonka ajan- kohdan määräävät kasvusto ja sää. Työ on tällöin tyypillisesti urakointiluonteista eli se pyritään tekemään mahdollisimman lyhyessä ajassa. Kasvavilla pinta-aloilla apuun on tarjolla yhä suurempia ja tehokkaampia koneita. Tästä huolimatta työmäärän kasvaminen merkitsee kuitenkin helposti pitkiksi venyviä työpäiviä traktorin ohjaamossa. Pitkäkestoinen istuminen ja siihen yhdistyvät kiertyneet työasennot sekä koko kehon tä-

rinä ovat ajamiseen liittyviä tuke- ja liikunta- elimistön kuormitusta lisääviä riskitekijöitä.

Kesällä 2012 toteutettiin Valtra Oy:n, Elho Oy:n ja TTS:n yhteistyönä tutkimus, jonka tavoitteena oli selvittää, kuinka taaksepäin tapahtuva työskentely vaikuttaa työnmenekkiin ja työasentoihin sekä istuimen kautta kuljettajaan kohdistuvaan kehotärinä nurmen niitossa verrattuna perinteiseen eteenpäin ajaen tapahtuvaan niittoon. Toisena tavoitteena oli selvittää, kuinka auto-

maattiohjaus vaikuttaa näihin muuttujiin taaksepäin ajaen tapahtuvassa niitossa.

Järjestelyt niittotyön tutkimuksessa

Mittaukset toteutettiin Parikkalan–Saaren alueella peräkkäisinä päivinä ensimmäistä säilörehusatoa korjattaessa. Vertailtavina koejäseninä olivat niitto eteenpäin ajaen ja niitto taaksepäin ajaen. Toisena vertailuparina olivat niitto taaksepäin ajaen automaattiohjauksella ja manuaaliohjauksella.



Tutkimuksessa mukana olleet traktorit ja niittomurskaimet: vasemmalla taakseajolaitteilla varustettu Valtra T163D ja Elho Duett 7300, oikealla Valtra T163V ja Elho Arrow 3700F & Elho Arrow 3700 -niittomurskainyhdistelmä.

Tutkimuslohkoiksi valittiin suurehkoja peltolohkoja, jotka jaettiin kahteen tai useampaan kasvustoltaan tasavertaiseen ja suurin piirtein samankokoiseen osaan, jotka niitettiin samana päivänä. Tällöin kutakin peltolohkoa kohti saatiin (ainakin) yksi vertailtava koejäsenpari. Mittaukset toistettiin niin, että tutkittavista menetelmistä saatiin kolme toistoa, kukin keskimäärin 3,6 ha.

Tutkimuksessa käytettiin kahta traktoria ja niittokonevarustusta: taakseajolaitteistolla varustettua Valtra T163D -traktoria ja Elho Duett 7300 (työleveys 725 cm) -niittomurskainta sekä etuvoimanotolla varustettua Valtra T163V -traktoria ja Elho Arrow 3700F (etuniittokone) & Elho Arrow 3700 (hinattava takaniittokone) -niittokoneyhdistelmää (yhdistelmän työleveys 725 cm). Tutkimuksessa käytetyissä traktoreissa oli täysin samanlaiset renkaat (Trelleborg 650/65 R42 + 540/65 R30), mutta taakseajotraktorissa (Valtra T163D) renkaiden ilmanpaine erityisesti takarenkaissa (1,8 bar) oli selvästi suurempi kuin eteenpäin ajettavassa (1,2 bar) traktorissa (Valtra T163V). Myös eturenkai-

den paine oli hieman suurempi (1,5 bar vs. 1,2 bar). Traktoreiden istuimet poikkesivat hieman toisistaan. Valtra T163D -traktorin istuin oli malliltaan Valtra Evolution (Grammer MSG95EL/741) ja Valtra T163V -traktorin vastaavasti perusilmaistuin (Grammer MSG95AL/731).

Taakseajolaitteisto (TwinTrac) sisältää 180 astetta kääntyvän istuimen ja hallintakyynärien, takaohjauspyörän, polkimet ja muut hallintalaitteet. Taakseajolaitteet on saatavissa Valtran N-, T- ja S-sarjan traktoreihin

Taakseajolaitteistolla varustetun traktorin parina ollut Elho Duett -niittomurskain on nimennomaan taakseajoon tarkoitettu. Se koostuu kahdesta 3,7-metrisestä murskainyksiköstä, jotka on kiinnitetty asennusrunkoon. Näin murskainyksiköt voidaan nostaa ylös kuljetuksen ajaksi, mikä tapahtuu yhdellä napin painalluksella.

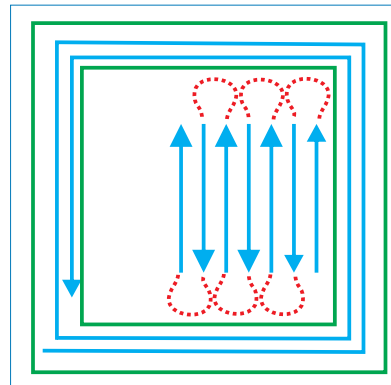
Kaikissa osakokeissa traktorin kuljettajana oli sama henkilö. Tällä vältettiin henkilöstä mahdollisesti johtuvat erot. Kuljettajana toiminut henkilö ajaa ammatikseen traktoria ja on kokenut testikuljettaja erilaisissa

traktoritöissä. Ajonopeus pyrittiin pitämään 6,0 km/h tasolla. Vakioidulla, suhteellisen alhaisella ajonopeudella minimoitiin kasvuston ja lohkon pinnanmuodon aiheuttama vaihtelu.

Lohkon niitto eteni karkeasti kolmessa vaiheessa:

- koko lohkon reunojen niitto ympäriajotekniikalla ja lohkon jakaminen osalohkoihin läpiajaen. Tämä tehtiin mittausten ulkopuolella.
- osalohkon reunojen niitto ympäriajotekniikalla olettaen, että osalohkon reuna on normaalin kaltainen eli siinä voi olla oja tai muu este
- osalohkon keskiosan niitto kaista-ajotekniikalla.

Ympäriajossa kulmat ajettiin aina tilanteen vaatimalla tavalla: peruutuskäännöksellä tai silmukkakäännöksellä. Kaista-ajossa käännökset tehtiin vastaavasti silmukkakäännöksellä. Eteenpäin niitettäessä ympäriajoja tehtiin neljä kierrosta ja taakseajoniitossa kolme kierrosta.



Kukin osalohko niitettiin ajamalla ensin ympäri 3–4 kierrosta ja tämän jälkeen osalohkon keskiosa kaista-ajotekniikalla.

Kuljetuksen ajaksi niittomurskaimen murskainyksiköt saadaan nostetuksi ylös yhdellä napin painalluksella.

Tutkimustiedon keruu

Käännöksiin ja varsinaiseen niittoon käytetyt työajat mitattiin erikseen. Lisäksi lohkon ympäriinittoon käytetty aika määritettiin erikseen. Kuljettajan työkuormituksen tiedonkeruussa käytettiin pienikokoista ja helposti liikuteltavaa laitteistoa: kuljettajaa kuvaavaa pienoiskameraa työasentojen kartoittamista varten ja langatonta koko kehon tärinän mittaustilteistoa.

Työasentoanalyysiä varten kuljettajan työasennot kuvattiin ohjaamoon kiinnitetyllä pienoiskameralla (GoPro Hero), joka otti kuvia viiden sekunnin tasavälein. Työasunnoista koodattiin selän ja pään asennot soveltaen analysoinnissa OWAS-menetelmän periaatteita ja kehonosakohtaisen asentokuormituksen arviointitapaa. OWAS-järjestelmän mukaan selän kiertyneiksi asennoiksi katsotaan yli 20 asteen kiertymät. Vastaavasti pään kiertyneiksi asennoiksi katsotaan OWAS-järjestelmässä yli 45 asteen kiertymät.

Tärinämittaukset toteutettiin HealthVib® WBW -mittausjärjestelmällä, jonka anturiosa asennettiin istuimelle ja langaton vastaanotin ohjaamoon kuljettajan sivulle sivuikkunan edessä olevaan lokerikkoon. Laitteisto tallensi tärinän teholliset arvot sekunnin välein. Laitteistoon kuuluvan ohjelmiston avulla mittaustiedostosta saatiin tärinän voimakkuus sekä vallitseva koordinaattisuunta tarkastelujaksolla.

Toteutuneet työleveydet mitattiin mittanauhan avulla merkitsemällä ensin joka ajokerran jälkeen käsitellyn (niitetyn) alueen reuna peltoon metrin etäisyydelle niittämättömän kasvuston reunasta. Työleveydet mitattiin sekä keskeltä osalohkoa että osalohkon toisesta päästä 2–10 metrin etäisyydeltä niitetystä päisteestä.

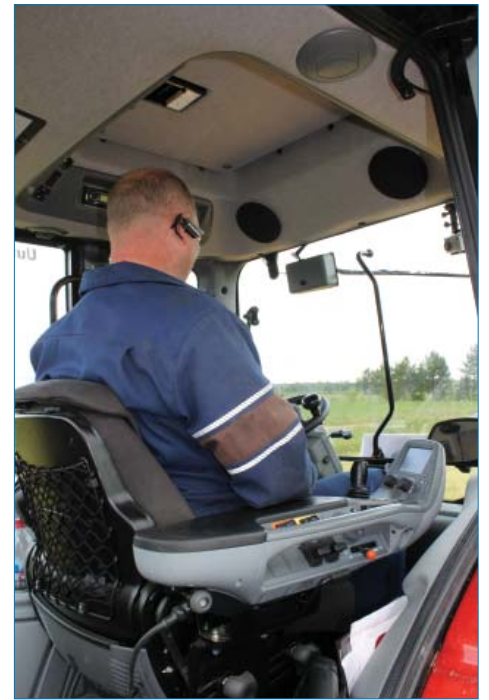
Niitetyn pinta-alat mitattiin GPS-laitteen avulla (Garmin GPSMAP® 60Cx). Pinta-alat määriteltiin erikseen koko viljelylohkolle ja tutkimusta varten siitä erotetuille osalohkoille. Näiden pintaalojen avulla saatiin laskettua myös viljelylohkon ympärysajon (lohkon reunan) ja osalohkoihin halkaisuniiton pinta-ala.

Ketterä kääntyminen ja työleveyden helpompi kontrollointi nopeuttavat työtä

Työnmenekki oli käännökset mukaan lukien keskimäärin hieman pienempi taaksepäin niitettäessä (18,3 min/ha)



Työasentotutkimusta varten kuljettajan työasennot kuvattiin pienoiskameran avulla. Kehotärinäaltistus mitattiin istuimelle asennetun tärinäanturin avulla.

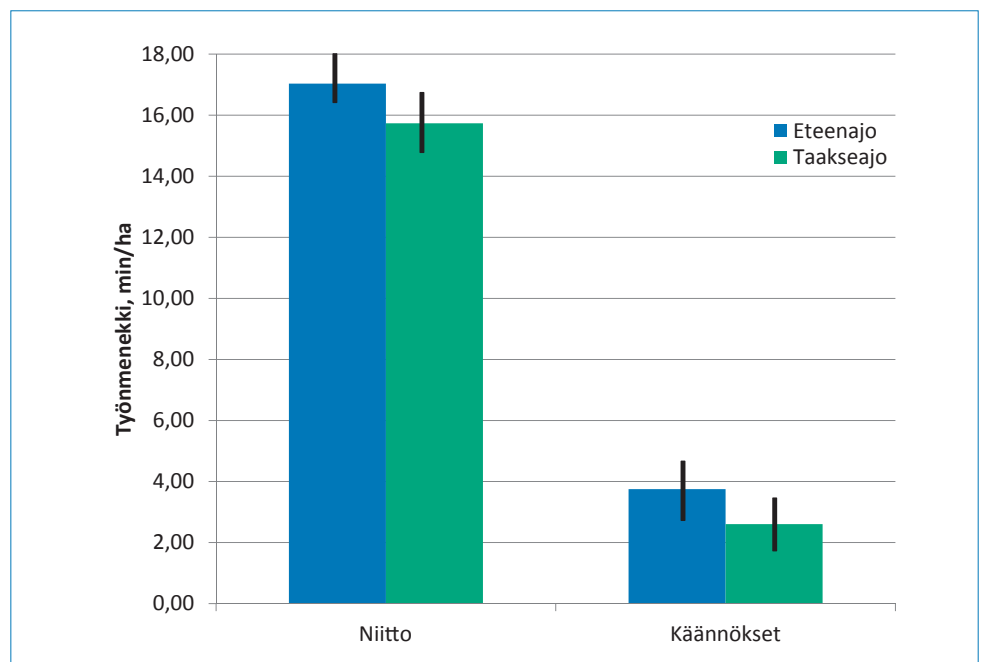


Traktorin istuin on käännetty taaksepäin ajotilaan.

kuin eteenpäin niitettäessä (20,8 min/ha). Tämä selittyy muun muassa hieman suuremmalla ajonopeudella (vaikka nopeus pyrittiin vakioimaan). Tarkasteltaessa käännöskohtaisia aikoja voidaan lisäksi todeta, että taaksepäin ajettaessa käännöskohtaiset ajat ovat eteenpäin ajon käännöskohtaisia aikoja pienemmät sekä kaista-ajon silmukäkäännöksissä että etenkin ympäriajon

kulmakäännöksissä. Erot ovat tilastollisesti erittäin merkitseviä (riskitaso 0,1 %). Lyhyempi traktori-työkoneyhdistelmä on pitkää yhdistelmää nopeampi kääntymään ja vaatii vähemmän tilaa.

Taaksepäinajossa päisteen lähellä saavutettiin hiukan (keskimäärin 7 cm) suurempi työleveys kuin eteenpäinajossa. Suunnan / työleveyden pitäminen taakseajonniitossa näyttäisi siis tämän tutkimuksen valossa olevan helpompaa. Keskeltä lohkon sivua mitatuissa työleveysissä ei sen sijaan ollut eroa.



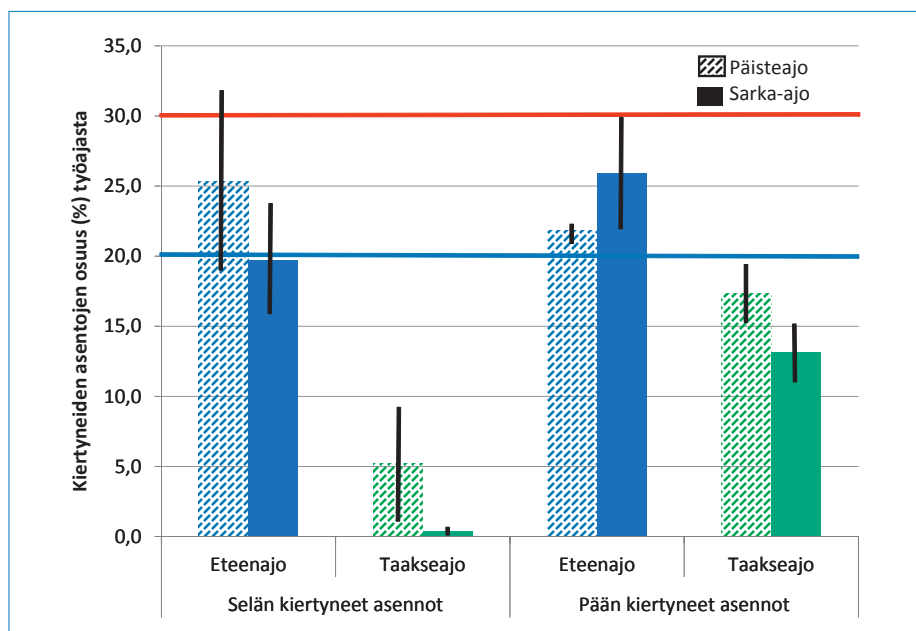
Sarka-ajona tapahtuvan varsinaisen niiton ja käännösten työnmenekit (min/ha) ja niiden vaihtelu (keskiarvo ± keskihajonta; merkitty pystyviivoilla) eteenpäin ja taaksepäin ajettaessa.

Työasentojen paraneminen merkittävä etu

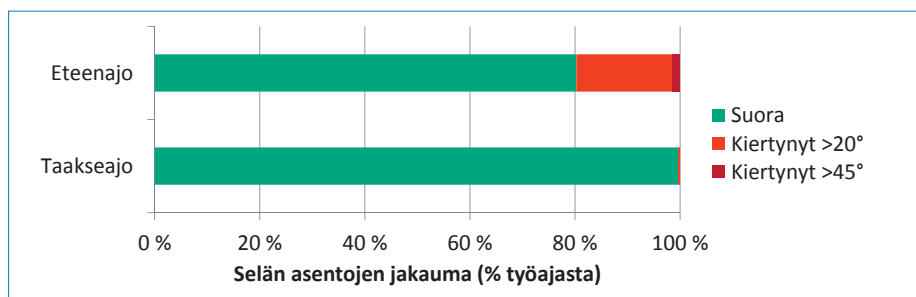
Selän kiertyneiden asentojen osuus ylitti eteenpäin ajettaessa suositeltavan osuuden (suositus: enintään 20 % työajasta) yhtä tutkimusjaksoa lukuun ottamatta. Pään kiertyneiden asentojen osuus oli yhdellä eteenpäin ajon tutkimusjaksolla niin suuri, että suositusten mukaan toimenpiteisiin kiertyneiden asentojen vähentämiseksi olisi ryhdyttävä (suositus: enintään 30 % työajasta). Taaksepäin ajettaessa sekä selän että pään kiertyneiden asentojen osuudet pysyivät kaikilla tutkimusjaksoilla suositeltavalla alueella. Eteenpäin ajaessa selän kiertyneiden työasentojen osuus oli 16–23 % (päisteajossa keskimäärin 25 %) työajasta. Taaksepäin ajaessa 0,4 % (päisteajossa 5,2 %). Pään kiertyneiden asentojen osuus oli eteenpäin ajettaessa 23–30 % ja taaksepäin ajettaessa 9–17 %.



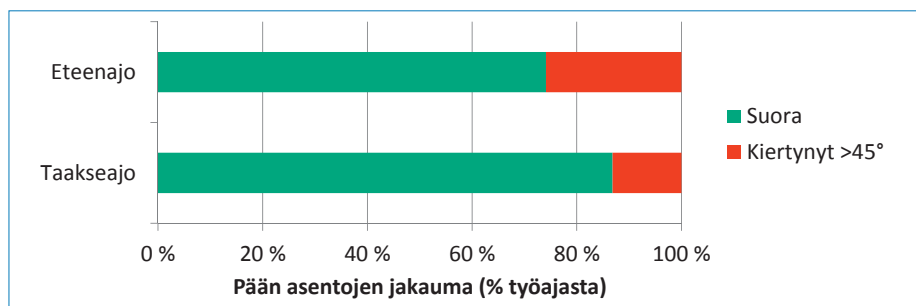
Taaksejolaitteiston merkittävä etu on parantuneet työasennot.



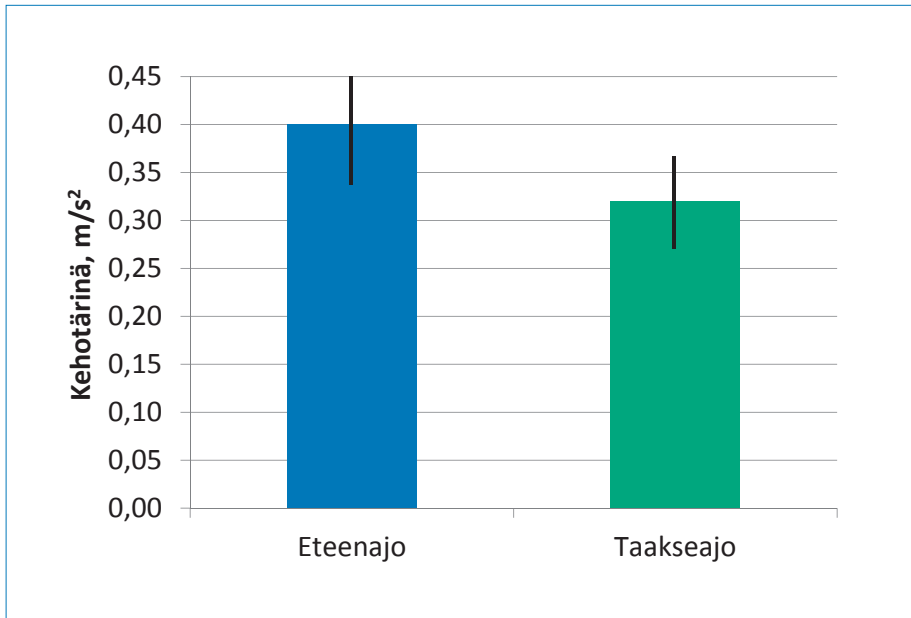
Selän ja pään kiertyneiden asentojen osuudet (%) päisteajossa (ympärysaajossa; vaalea väri) ja sarka-ajossa (tumma väri) eteenpäin ja taaksepäin ajettaessa. Selän kiertyneiksi asennoiksi katsotaan yli 20 asteen kiertymät. Vastaavasti pään kiertyneiksi asennoiksi katsotaan yli 45 asteen kiertymät. Sininen poikkaisviiva kuvaa selän, punainen vastaavasti pään kiertyneiden asentojen osuutta, jonka ylittyessä olisi ryhdyttävä toimenpiteisiin näiden vähentämiseksi. Keskiarvo ± keskihajonta on merkitty pystyviivoilla.



Selän asentojen jakautuminen (%) suoriin, kiertyneisiin (20 - 45°) ja voimakkaasti kiertyneisiin (> 45°) asentoihin sarka-ajossa eteenpäin ja taaksepäin ajettaessa.



Pään asentojen jakautuminen (%) suoriin ja kiertyneisiin (> 45°) asentoihin sarka-ajossa eteenpäin ja taaksepäin ajettaessa.



Keskimääräinen kehoon kohdistuva värinä (m/s²) ja sen vaihtelu (keskiarvo ± keskihajonta; merkitty pystyviivoilla) eteenpäin ja taaksepäin ajettaessa.



Molemmissa traktori-työkoneyhdistelmissä kuljettajan istuimesta mitattu keskimääräinen värinä jäi selvästi alle kehotärinän toiminta-arvon 0,5 m/s².

Lohkon ympäriinnotossa (päisteajossa) selän kiertyneiden asentojen osuus oli suurempi sekä eteenpäin että taaksepäin niitettäessä verrattuna osalohkon niiton (sarka-ajon) selän kiertyneisiin asentoihin. Taakseajossa kääntyminen vaatii pienemmän tilan ja päisteajossa lohkon ympäriajokierroksia tarvittiin kolme. Eteenpäin ajettaessa ympäriajokierroksia tarvittiin yksi enemmän. Työasentokuormitus keveni näin myös kuorimitukseltaan vaativimpien päisteajokierrosten vähentymisen kautta.

Myös värinän aiheuttamat riskit pienenevät

Kehotärinässä dominoiva suunta oli kaikissa mittauksissa sivuttaissuunta (Y-suunta). Keskimääräiset värinätasot jäivät vastaavasti kaikissa mittauksissa alle toiminta-arvon 0,5 m/s². Valtioneuvoston asetus työntekijöiden suojelemisesta värinästä aiheutuvilta vaaroilta (48/2005) määrittää kehotärinän 8 tunnin vertailuajaksi suhteutetun päivittäisen altistuksen ns. toiminta-arvoksi 0,5 m/s² ja raja-arvoksi 1,15 m/s². Toiminta-arvon ylittyessä työnantaja on velvoitettu toteuttamaan värinän torjuntaohjelman altistuksen vähentämiseksi ja vaarojen ja haittojen minimoimiseksi. Vastaavasti raja-arvon ylittyessä työnantajan on viipymättä ryhdyttävä altistuksen vähentämiseen alle raja-arvon johtaviin toimenpiteisiin.

Mittauksissa taakseajolaitteilla varustetusta traktorista mitattu värinä oli keskimäärin (0,32 m/s²) hieman pienempi kuin eteenpäin ajossa käytetystä traktorista mitattu keskimääräinen värinä (0,40 m/s²). Niittomurskauksessa taakseajajan värinärisiikki ei näyttäisi siis ainakaan kasvavan. Ero voi johtua ajosuunnan lisäksi toisaalta myös traktoriyksilöiden erilaisesta värinänvaimennuksesta (renkaiden ilmanpaine, istuimen vaimennus jne.). Taakseajotraktorin tässä tutkimuksessa todettua pienempää kehotärinää selittänee kehittyneempi istuin – toisaalta taakseajo-traktorin selvästi korkeampien rengaspaineiden johdosta renkaiden värinänvaimennus on ollut vähäisempää. Ero värinäarvoissa ajosuuntien välillä on tilastollisesti lähes merkitsevä (riskitaso 5 %).

Taakseajolaitteiston voidaan tämän tutkimuksen tulosten perustella sanoa vähentävän myös värinän aiheuttamaa riskiä. Vaikka kehotärinän voimakkuudessa ero normaalin eteenpäin tapahtuvan niiton värinän voimakkuuteen ei olekaan suuri, selvästi vähentyneet selän kiertyneet työasennot pienentävät värinän haitallisuutta. Työasentojen paranemisen kautta tuleva positiivinen vaikutus värinän haittojen vähentämiseen on

Koejäsenkohtaiset keskimääräiset työleveydet (m) keskeltä ("keskellä") osalohkoa ja osalohkon toisesta päästä 2–10 metrin päässä niitetyistä päisteistä mitattuina ("reunassa") ja niiden väliset mielenkiintoiset tilastollisesti merkitsevät erot (^a: ero tilastollisesti merkitsevä; ^b: ero tilastollisesti erittäin merkitsevä; ^c: ero tilastollisesti melkein merkitsevä).

Koejäsen	Työleveys	
	Reunassa	Keskellä
Taaksepäinajo - manuaaliohjaus	6,98 ^{a,c}	6,96 ^b
Taaksepäinajo - automaattiohjaus	7,09 ^a	7,11 ^b
Eteenpäinajo - manuaaliohjaus	6,91 ^c	6,97



Hinta 6,60 € Jälkipainos sallittu vain TTS:n kautta, ISSN-L 1799-5485, ISSN 1799-5485 (Painettu), ISSN 1799-5523 (Verkkajulkaisu), Oy Fram Ab, Vaasa 2012



Taakseajolaitteistoja käytetään niittotyön ohella myös mm. silppurinajossa (kuvassa), erikoiskasvien viljelytöissä ja metsätöissä.

todennäköisesti suurempi kuin kehotärinän pienenemisen kautta tuleva hyöty.

Automaattiohjauksen etuna työlevyyden tehokas hyödyntäminen ja varsinaisen niiton nopeutuminen

Tutkimuksessa selvitettiin edellä kuvatun lisäksi automaattiohjauksen merkitystä taaksepäin niitettäessä. Vertailuparina olivat siis niitto taaksepäin ajaen automaattiohjauksella ja manuaaliohjauksella. Automaattiohjaus ei vaikuttanut tässä tutkimuksessa selän eikä pään kiertyneiden asentojen määrää manuaaliohjaukseen verrattuna taaksepäin niitettäessä. Sen sijaan työlevyyden hyödyntämisen tehokkuutta voidaan edelleen parantaa automaattiohjauksen avulla. Tässä tutkimuksessa toteutunut työlevyys oli 1,6–2,2 % (keskimäärin 11–15 cm) suurempi automaattiohjausta käytettäessä. Toi-

saalta kumpuilevalla pellolla, jossa oli märkä notkokohta, automaattiohjaus jätti selvästi enemmän "haukia" (leikkaamattomia paikkoja) kuin manuaaliohjaus. Tähän on voinut vaikuttaa pellon märkyyden aiheuttama traktorin asennon muutos (painuminen/kallistuminen) ja/tai luisto.

Taakseajolaitteiston edut esille pitkällä työraupeamilla

Selän kiertyneiden asentojen ja kehotärinän perusteella taaksepäin ajaen tapahtuva niitto vastaa kuormitukseltaan enemmänkin leikkuupuintityön kuormitusta kuin traktorityön kuormitusta. Työasennossa ei juuri olekaan eroa, sillä onhan työkohte kulkusuuntaan nähden välittömästi kuljettajan edessä ja suhteellisen esteettömästi nähtävissä eli työ näyttää ulkopuolisen silmin hyvin samankaltaiselta kuin puimurilla

ajo. Lisäksi taakseajossa käytettävien traktoreiden suuri massa lähestyy keskikokoisten puimureiden massaa – ajoneuvon tärinän voimakkuus kun pääsääntöisesti pienenee massan kasvaessa. Parantunut ergonomia on sekä työterveyttä että työn tekemisen helppoutta edistävä tekijä. Tämä tulee esille myös työn nopeutumisena, mikä osaltaan vähentää altistumista kuljetustyön kuormitustekijöille. Taakseajolaitteiston etu tulee esille erityisesti pitkiä työraupeamia tehtäessä.

Taakseajolaitteisto on ollut muutamien traktorinvalmistajien erikoisuutena useiden vuosien ajan, mm. Valtrallakin jo 90-luvun alusta. Sen pääkäyttö on säilörehun korjuussa, erityisesti niitossa, mutta myös silppurinajossa. Varustetta käytetään paljon myös metsätöissä ja jonkin verran erikoiskasvien viljelyssä sekä kunnallisteknisissä ja kuormaustöissä.

TTS - TYÖTEHOSEURA
PL 5, (Kiljavantie 6), 05201 Rajamäki, puh. (09) 2904 1200
Päätoimittaja: Anna-Maija Kirkkari
Taitto: Kaija Laaksonen
TTS, Box 5, FI-05201 Rajamäki, Finland
tel. +358 9 2904 1200
www.tts.fi, www.ttskauppa.fi, asiakaspalvelu@tts.fi

