

Tiivistymisriskit selville Terranimo-ohjelmalla

Maan tiivistyminen pienentää satoja ja lisää kustannuksia heikentäen viljelyn kannattavuutta. Eri koneiden aiheuttamat tiivistymisriskit voi kuitenkin selvittää etukäteen Terranimo-ohjelmalla. Siitä on nyt julkaistu myös päivitetty suomenkielinen versio. Seuraavassa esitellään ohjelman käyttöä tiivistymisriskien tunnistamisessa.

■ Teksti: Marko Rajala
■ Kuvat: Esa Rajala, Marko Rajala

Maan tiivistymistä kannattaa ehkäistä. Paripyörillä voidaan vähentää huomattavasti maan tiivistymisriskiä. Myös etupainot tasaavat kuormia etu- ja taka-akselien kesken.

Tässä artikkelissa tarkastellaan traktorin renkaiden aiheuttamia tiivistymisriskejä eri rengaspaineilla ja eri rengaskuormilla. Tällä kertaa keskitytään takarenkasiin, koska useimmissa peltotöissä niiden aiheuttamat tiivistymisriskit ovat suurimmat.

Esimerkkitraktorin omapaino on 7300 kg. Raskailla nostolai-

tekoneilla, kuten 5-teräisellä kaksoisauralla takapyöräkuormat nousevat noin 4000–4200 kiloon. Suuri etupainojen tarve nostaa kokonaispainoa, mutta jakaa kuormaa tasaisemmin taka- ja etuakselin kesken. Suuresta rengaskuormasta johtuen renkailla vaaditaan erittäin suurta kosketusalaa ja kantavuutta, jotta pintapaine ja tiivistymis-

Terranimolla tarkasteltavat asiat

■ Tiivistymisriskien tarkastelu Terranimolla on syytä tehdä kostealla maalla.

- Tiivistymisriskit nykyisillä rengaskuormilla ja käytetyillä rengaspaineilla peltonopeudella.
- Tiivistymisriskit nykyisillä rengaskuormilla ja alimmilla nykyisille renkailla sallituilla rengaspaineilla peltonopeudella.
- Tiivistymisriskit nykyisillä rengaskuormilla ja alimmilla renkailla sallituilla rengaspaineilla tienopeudella.
- Tiivistymisriskit pienemmillä rengaskuormilla (esim. parempi painonjakauma, nostolaitteeseen vaihto hinattavaksi, paripyörin).





world — se — light — expert

Tervetuloa Terranimo®

Ennen kuin aloitat, on hyvä selvittää, millä eri mailla ja olosuhteissa voit käyttää maan traktoria ja kulkua.

Terranimo® light
Nopeus ja vakaus valittavien maan tiivistysriskien ajamisen täyppöisillä alueilla.

Terranimo® expert
Ennen kuin aloitat, on hyvä selvittää, millä eri mailla ja olosuhteissa voit käyttää maan traktoria ja kulkua.

Raskaan nostolaitteen muuttaminen hinattavaksi vähentää maan tiivistymisriskiä suuresti, koska voidaan ajaa pienemmillä rengaspaineilla. Kuvassa omatoimirakentajan ratkaisu.

Terranimo-ohjelmalla voidaan selvittää maan tiivistymisriskiä monipuolisesti.

Terranimon avausnäkyvässä oikealla on traktori, jonka perässä on hinattava kone. Vasemmalla on viisi valikkoa; koneen valinta ja säätäminen, renkaiden valinta, maalajin valinta, kosteuden valinta sekä tulosteet tulosten tarkasteluun. Työkone poistetaan traktorin perästä "-" ruutua klikkaamalla.

riski jäisivät kohtuullisiksi. Paripyörien käyttö ja siirtyminen hinattaviin koneisiin pienentää tiivistymisriskiä huomattavasti. Eri maalajien tiivistymisen kestävyys vaihtelee huomattavasti.

Terranimolla voidaan vertailla eri pyöräkuormien ja eri rengaspaineiden vaikutuksia tiivistymisriskiin kostealla ja kuivalla maalla. Säätämällä traktorin kaikkien neljän pyörän pyöräkuorma samaksi, voidaan vertailla samalla kertaa neljän eri rengaspaineen aiheuttamia tiivistymisriskiä. Ohjelmalla voidaan myös vertailla neljän eri renkaan tiivistymisriskiä kullekin renkaalle suositellulla paineella (Terranimo antaa suosituksen rengaspaineeksi).

Eri ajonopeuksien vaikutuksen vertailu on myös helppoa. Vaihdetaan koneen nopeus peltonopeudesta tienopeuteen ja säädetään rengaspaineet Terranimon suosittelemiksi. Samoin voidaan vertailla tiivistymisriskiä eri maalajeilla.

Lietevaunu, kaksiakselinen		170 hv traktori	
Kokonaispaino	23'000 kg	Työpaino	10'300 kg
Omapaino	9'000 kg	Omapaino	6'800 kg
Kuorman paino	14'000 kg	Etupaino	500 kg
Aisapaino	3'000 kg	Aisapaino	3'000 kg
Etuakselin osuus*	52 %	Etuakselin osuus kuormituksesta*	27 %
Etuakselikuorma*	10'400 kg	Etuakselikuorma*	2'730 kg
Taka-akselikuorma*	9'600 kg	Taka-akselikuorma*	7'570 kg
Työleveys	12 m	Nopeus	30 km/h
Yhdistelmän kokonaispaino	30'300 kg	Työleveys	3 m
Kuorma vetävillä akselilla*	34 %	GPS	Kyllä

* luvut on pyöristetty

Poista vedettävä työkone

Rengaspaineiden säätäminen pienentää tiivistymisriskiä

Seuraavassa tarkastellaan Continental Tractor Master 650/75R38 -renkaan paineen säätämisen vaikutuksia maan tiivistymisriskiin.

Rengaskuormaksi on säädetty 4200 kg kaikkiin neljään pyörään säätämällä ison traktorin kokonaispaino $4 \times 4200 = 16800$ kiloksi. Painonjakaumaksi on valittu 50/50 ja etupainojen määräksi 0 kg. Ajonopeudeksi on valittu 10 km/h. Tämä valinta löytyy Terranimon aloitusvalikon vasemman reunan ylimmästä valikosta.

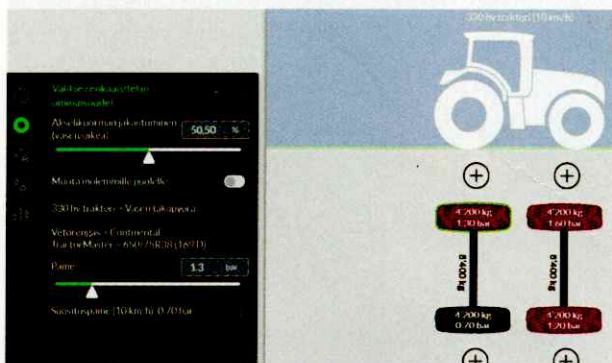
Maalajiksi on valittu aitosavi ja kosteudeksi "kosteaa". Valinnat löytyvät vasemmalta kolmannelta ja neljänneltä valikosta.

Renkaat pyöriin valitaan vasemman valikon toiseksi ylimmästä valikosta. Kätevimmin

rengaspaineiden vaikutuksia pääsee vertailemaan, kun jokaiseen renkaaseen laittaa eri paineen. Vasemman eturenkaan paineeksi on säädetty yleinen vakiopaine 1,6 baaria. Tällöin maan tiivistymisriski on suuri maan ollessa kostea (valkoinen käyrä) (ks. keskimäinen kuva vieressä). Vasemmassa takarenkaassa painetta on pienennetty 1,3 baariin, mutta tiivistymisriski on edelleen suuri (ruskea käyrä). Rengaspaineita säätämällä tiivistymisriskiä voidaan pienentää huomattavasti. Tienopeudella 40 km/h riittää 1,2 baarin paine, joka on oikeassa eturenkaassa (vihreä käyrä). Peltonopeudella kyseisellä renkaalla voidaan ajaa 0,7 baarin paineella. Tällöin tiivistymisriski on oleellisesti edellisiä pienempi (punainen käyrä). Mutta tiivistymisriski on edelleen huomattavasti



Terranimon vasemman laidan ylimmässä valikossa valitaan kone ja säädetään sen paino, painonjakauma, etupainojen määrä sekä valitaan tarkasteltava ajonopeus. Kokonaispainoksi on valittu $4 \times 4200 = 16800$ kg, painonjakaumaksi 50/50 ja etupainoiksi 0 kg sekä ajonopeudeksi 10 km/h.



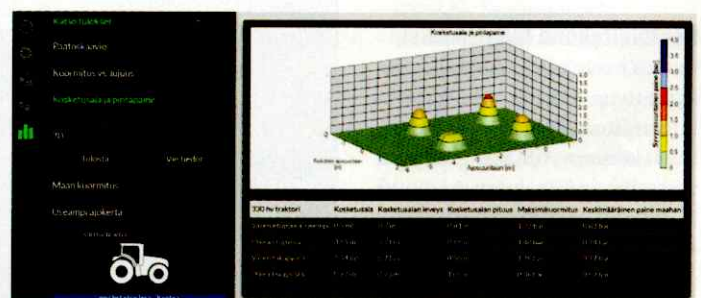
Renkaiksi on valittu Continental Tractor Master 650/75R38. Traktorin jokaisen pyörän rengaskuorma on 4200 kg. Rengaspaineeksi on säädetty vasemman puoleisiin pyöriin "vakiopaineet" 1,3 ja 1,6 baaria sekä oikeanpuoleisiin pyöriin kyseiselle renkaalle suositeltu alin rengaspaine peltonopeudella takapyörään 0,7 baaria ja etupyörään tienopeudella 40 km/h tarvittava 1,2 baaria. Maalajiksi on valittu aitosavi (mycket styv lera) ja kosteusluokaksi kostea.



Tulosteet saadaan näkyviin Terranimon vasemman palstan alimmasta valikosta. Eri pyörien aiheuttama kuormitus pohjamaahan 35 cm syvyudessa vaihtelee 0,71–1,05 baarin välillä. Kosteaa aitosavimaan kuormituskestävyys on 0,52 baaria. Koska kuormitus ylittää maan kantavuuden, pohjamaan tiivistymisriski on ilmeinen.



Eri pyörien aiheuttama maan kuormitus maaprofiilin eri syvyyksillä vaihtelee rengaspaineen mukaan. Maan kuormitus ja tiivistymisriski on selvästi pienin 0,7 baarin paineella (punainen käyrä) ja suurin tilan "vakiopaineella" 1,6 baarin paineella (valkoinen käyrä). Myös tienopeudella tarvittava alin rengaspaine 1,2 baaria aiheuttaa suuren tiivistymisriskin (ruskea käyrä). Pellolla rengaspaineen pieni pudotus 1,6 baarista 1,3 baariin ei vielä pienennä tiivistymisriskiä paljoakaan (vihreä käyrä).



Renkaan kosketusala kasvaa 0,52 m²:stä 0,72 m²:iin eli 44 prosenttia pienennettäessä rengaspainetta 1,6 baarista 0,7 baariin. Samalla keskimääräinen paine maahan pienenee 0,83 baarista 0,57 baariin eli 31 prosenttia. Suurin kuormitus pienenee 1,72 baarista 0,88 baariin eli 49 prosenttia. Rengaspaineen säätämällä on suuri vaikutus kosketusaloihin ja pintapaineisiin.

Tiivistymisriskejä voidaan pienentää

1. Selvitä nykytilanne. Millaisia ovat tärkeimpien koneiden aiheuttamat tiivistymisriskit?
2. Käytä nykyrenkailla alimpia mahdollisia rengaspaineita pellolla.
3. Selvitä rengaspaineiden säädön helpottamista.
4. Suunnittele, miten rengaskuormia voisi pienentää. Painonjakauman tasoittaminen, nostolaitekoneet hinattaviksi, paripyörät käyttöön pellolla aina kun mahdollista.
5. Siirrä pyörä vaosta sängelle.
6. Hanki tarvittaessa parempia renkaita.

tavan suuri kostealla aitosavella, koska maahan kohdistuva kuormitus 0,71 baaria ylittää selvästi maan kantavuuden 0,52 baaria. Mutta kevyemmällä seosmaala-jeilla tämä paine riittää välttämään tiivistymisriskin.

Selitys eroihin tiivistymisriskien suuruuksissa eri rengaspaineilla löytyy kosketusalojen muutoksista (ks alin kuva edellisellä sivulla: Kosketusala ja pintapaine). Laskemalla rengaspaine 1,6 baarista 0,7 baariin, renkaan kosketusala kasvaa 0,5 m²:stä 0,72 m²:iin eli 44 prosenttia. Mitä suurempi on kosketusala samalla rengaskuormalla, sitä pienempi on maahan kohdistuva kuormitus. Säätämällä rengaspaine alimpaan sallittuun voidaan maahan kohdistuvaa keskimääräistä kuormitusta pienentää 0,83 baarista 0,57 baariin eli 31 prosenttia. Samalla suurin kuormitus pienenee 1,72 baarista 0,88 baariin eli 49 prosenttia.

Nostolaitekone hinattavaksi

Raskas nostolaitekone traktoriin kytkettynä nostaa taka-akselin kuormitusta jopa kaksinkertaisesti koneen omaan painoon verrattuna, kun kone on pitkä ja sen painopiste on kaukana takana.

Esimerkin Valtra T174 -traktori painaa 7300 kg ja sen taka-akselikuorma on noin 4400 kg ilman konetta. Kun traktorin nostolaitteeseen kytketään 2000 kg painava kone, esimerkiksi kyntöaura tai lautasmuokkari,

nousee taka-akselikuorma noin 4000 kilolla 8400 kiloon.

Synä on koneen painopisteen sijainti kaukana taka-akselin takana. Tällöin työkoneneen oman painon lisäksi suunnilleen työkoneneen oman painon suuruinen kuorma siirtyy etuakselilta ja tarvittavista etupainoista taka-akselille. Etuakselilta siirtyvään kuormaan vaikuttaa traktorin akseliväli ja nostolaitekoneen painopisteen etäisyys traktorin taka-akselista sekä etupainot.

Raskaan nostolaitekoneen kanssa tarvitaan etupainoja, jotta traktorin ohjattavuus ja etupyörien vetokyky säilyisi. Tämä nostaa yhdistelmän kokonaispainoa. Etupainojen käyttö vähentää etuakselilta taka-akselille siirtyvää kuormaa.

Takarenkaiden rengaskuorma on nostolaitekoneen kanssa noin 4200 kiloa, jolloin tarvitaan suuri rengaspaine, joka lisää maan tiivistymisriskiä. Isoilla

ja hyvilläkin renkailla tarvitaan 0,7–0,8 baarin paine peltonopeudella.

Siirtymällä hinattaviin koneisiin takapyöräkuormat pienenevät 3000–3500 kiloon. Tällöin hyvistä renkaista saadaan täysi hyöty, koska tällöin voidaan ajaa pellolla pienillä 0,4–0,5 baarin rengaspaineilla.

Lisäksi ajetaan sängellä eikä vaossa, joka edelleen pienentää tiivistymisriskiä. Paripyöriä



Rengaskuorman pienentäminen 4200 kilosta (ruskea käyrä) 3000 kiloon (valkoinen käyrä) pienentää maahan kohdistuvaa kuormitusta ja tiivistymisriskiä merkittävästi. Pohjamaan tiivistymisen minimointi on erityisen tärkeää.



Kun takana on raskas nostolaitekone, joka päisteessä ja tiellä ajettaessa on ylhäällä, tarvitaan traktorin takarenkaisiin suuri rengaspaine. Muokatessa, kun kone on alhaalla, rengaspaine voi olla pienempi. Tällöin rengaspaineen muuttamisen peltopaineista tiepaineille pitää sujua nopeasti.

käyttämällä pyöräkuormat voidaan pudottaa noin 2000–2500 kiloon. Tarvittava rengaspaine pienenee vastaavasti rengaskuormien pienentyessä.

Hinattavillakin koneilla traktorin taka-akselia kuormittaa vedon aiheuttama kuormitus. Sen suuruus riippuu vetotehosta. Raskaassa muokkaustyössä kuormitus voi olla noin 1000 kiloa sataa hevosvoimaa (73,55 kW) kohti.

Paripyörät pienentävät rengaskuormaa

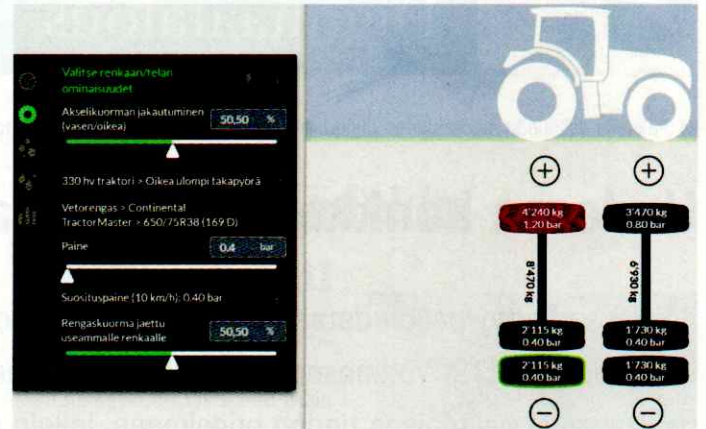
Paripyöriä käyttämällä rengaskuormat voidaan lähes puolittaa ja alentaa rengaspainetta suuresti.

Paripyörä lisätään pyörän vieressä olevaa "+" -merkkiä klikkaamalla. Tällöin rengaskuorma puolittuu. Paripyörään valitaan rengas ja säädetään

rengaspaine ajonopeuden ja rengaskuorman mukaiseksi. Terranimo antaa suosituksen rengaspaineeksi.

Oheisessa esimerkissä Continental Tractor Master 650/75R38 -takarenkaiden kuormaksi on säädetty 4200 kiloa ja eturenkaiden kuormaksi 3500 kiloa. Kokonaispaino on 15400 kiloa ja painonjakauma 45 prosenttia. Seuraavissa kuvissa esitetään tulokset 40 km/h nopeuden vaatimilla rengaspaineilla kostealla aitosavimaalla.

Maan kuormitus on paripyöriä käytettäessä kevyemmällä 3500 kilon rengaskuormalla (ilman paripyöriä) ja paripyörien kanssa 1750 kg hieman pienempi kuin maan kuormituskestävyys 0,38/0,52 bar 35 cm syvydessä, mutta isolla 4200 kilon rengaskuormalla hyvin lähellä kuormituskestävyyttä

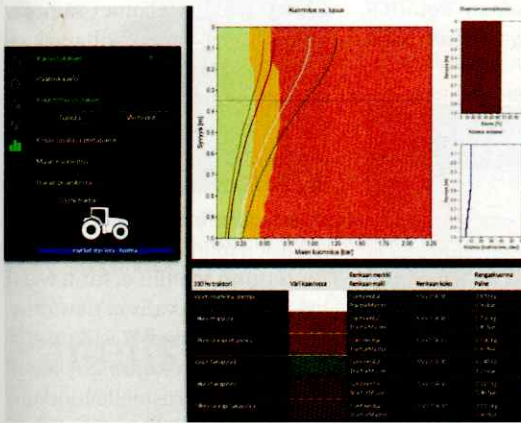


Traktorin painoksi on valittu 15400 kg ja painonjakauma 45 prosenttia, jolloin taka-akselille saadaan noin 4200 kg ja etuakselille noin 3500 kg kuormat. Paripyörät lisätään pyörän vieressä olevaa "+"-merkkiä klikkaamalla ja valitsemalla vasemmalta sopiva rengas. Rengas on kaikissa pyörissä sama Continental Tractor Master 650/75R38. Rengaspaineeksi on valittu renkaalle suositeltu paine 40 km/h nopeudella.

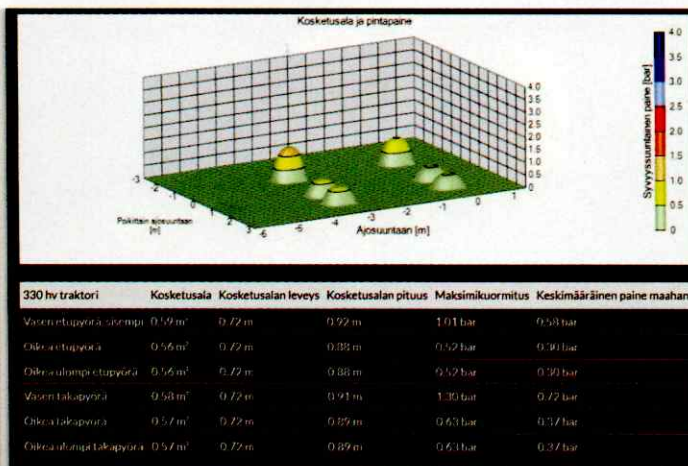
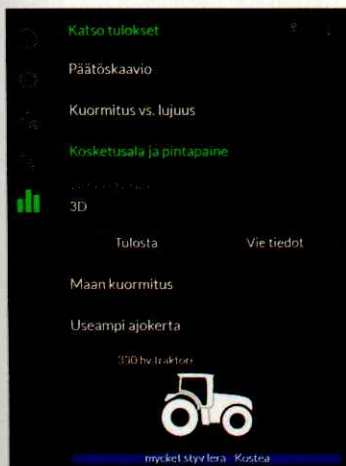
0,46/0,52 bar (tulosteesta ei ole kuvaa tässä artikkelissa). Tällöin riski pohjamaan tiivistymiselle on edelleen huomattava. Ilman paripyöriä pohjamaan tiivistymisriski on suuri.

Paripyöriä käytettäessä kosketusalat kasvavat lähes kaksinkertaisiksi, takarenkaiden 4200 kg

(ilman paripyöriä ja paripyörien kanssa 2100 kg) rengaskuormalla 0,58 m²:stä 2x0,57=1,14 m²:iin eli 49 prosenttia. Keskimääräinen paine maahan pienenee 0,72 baarista 0,37 baariin. Suurin paine pienenee 1,3 baarista 0,63 baariin eli 52 prosenttia. □



Paripyöriä käytettäessä rengaskuorma puolittuu. Pienemmällä 3500 kg rengaskuormalla (paripyörin 1750 kg) ja tienopeutta 40 km/h vastaavalla rengaspaineella tiivistymisriski on pienin (ruskea käyrä). Isolla 4200 kg rengaskuormalla (paripyörin 2100 kg) tiivistymisriski on edelleenkin huomattava, vaikka käytetään paripyöriä (punainen käyrä). Ilman paripyöriä tiivistymisriskit ovat suuria sekä 4200 kg (vihreä käyrä) että 3500 kg (valkoinen käyrä) rengaskuormilla.



Paripyöriä käytettäessä kosketusalat kasvavat lähes kaksinkertaisiksi, takarenkaiden 4200 kg rengaskuormalla 0,58 m²:stä 2x0,57=1,14 m²:iin eli 49 prosenttia. Keskimääräinen paine maahan pienenee 0,72 baarista 0,37 baariin. Suurin paine pienenee 1,3 baarista 0,63 baariin eli 52 prosenttia. Alemmalla 3500 kg rengaskuormalla paripyöriä käytettäessä kosketusala kasvaa 0,59 m²:stä 2x0,56=1,12 m²:iin eli 47 prosenttia.

Seuraavassa KM:n numerossa jatketaan Terranimon ohjelman esittelyä parempien renkaiden valinnassa.

Kirjoittaja on viljelijä ja jatkaa eläkkeellä vierailevana tutkijana Helsingin yliopistossa Ruralia-instituutissa.

Lisätietoja: Terranimon laajemmat käyttöohjeet suomeksi

– www.helsinki.fi/sites/default/files/atoms/files/terranimo_2021_kayttoohjeet_suomeksi.pdf

Terranimo-ohjelma

– www.terranimo.world

– se.terranimo.world → Valitse oikeasta yläreunasta kieleksi FI

Muut laskurit tiivistymisriskien määrittämiseen sekä käyttöohjeet

www.helsinki.fi/ruralia-instituutti/koulutus/maan-kasvukunto/laskurit-maan-tilivystymisriskien-maarittamiseen

Miten välttää maan haitallisen tiivistymisen maatalousrenkaiden avulla. www.helsinki.fi/ruralia-instituutti/koulutus/maan-kasvukunto/raportti-miten-valtan-maan-tilivystymisen-maatalousrenkaiden-avulla