

TRAKTORIN RENKAIDEN SUOLANESTETÄYTTÖ



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Maaseutuelinkeinot, Mustiala

Syyslukukausi 2020

Jesse Saviniemi

TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on kuvata traktorin renkaiden suolanestetäytön tekeminen sekä kerätä aiheeseen liittyvää tietoa. Tarkoituksena on tuottaa käyttökelpoista, hyvin tulkittavaa materiaalia suolanestetäyttöä suunnitteleville henkilöille sekä täyttöjä suorittaville henkilöille.

Tutkielmassa kuvattiin pääpiirteittäin traktorin renkaiden historiaa, erilaiset rengastyypit sekä traktorin renkaiden tuotekehityksen suunnat. Traktorin renkaiden nestetäytön hyötyjä ja haittoja punnittiin. Pääasiassa työssä on käsitelty suolanestetäytön tekoon sekä sen suorittamiseen tarvittavia välineitä ja materiaaleja. Lisäksi työstä löytyy erilaisia taulukoita eri kokoisten traktorin renkaiden suolanestetäyttömääriin liittyen.

Tietoa asiasta hankittiin haastatteluin sekä kirjallisuuteen perehtymällä. Ajatukset tämän työn toteutuksesta lähtivät työn toimeksiantajalta Rengas Vekka Oy:ltä

Työhön saatiin koottua tarvittava tieto suolanestetäytöstä, sen suorittamisesta ja vaikutuksista. Lopputuloksena pohdinnan kautta saatiin selville johtopäätös, että Suolanestetäyttö soveltuu traktoreihin, joilla tehdään pääasiassa raskasta vetotyötä ja tarvitaan samalla myös pyörille parempaa vetopitoa. Edellä mainitussa tapauksessa Suolanestetäyttö soveltuu traktoriin painonlisäystoimenpiteenä sekä vakauttamaan konetta erilaisissa työtehtävissä.

Avainsanat Rengas, suolaneste, kalsiumkloridi, traktori, paino

Mustiala

Author Jesse Saviniemi

Year 2020

Subject Brine filling of tractor tires

Supervisor Timo Teinilä

ABSTRACT

The aim of this thesis is to describe filling of tractor tires with brine and to collect relevant information. The purpose is to produce useful, well-interpreted material for those planning to fill brine as well as for those performing the fillings.

The thesis describes in general the history of tractor tires, different types of tires and the directions of product development of tractor tires. The advantages and disadvantages of liquid filling of tractor tires were analyzed. The mainly tools and materials needed to make the brine filling have been dealt with in the work. In addition, the thesis contains various tables related to the brine filling of different sizes of tires.

Information has been obtained through interviews and literature review. The idea for this work came from the client, Rengas-Vekka Oy.

The work includes the necessary information on brine filling and the performance and effects of filling. As a result, the reflection conclude that Brine filling is suitable for tractors that perform mainly heavy traction work and at the same time need better traction on the wheels. The above case, the brine filling is suitable for the tractor as a weight gain measure and for stabilizing the machine in various work tasks.

Keywords Tire, brine, calcium chloride, Tractor, weight

Pages 33 pages and appendices 9 pages

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Työn tavoitteet ja toteutus.....	2
3	Traktorin renkaiden historia.....	3
3.1	Teräsrenkaasta ilmakumirenkaaseen	3
3.2	Rengastyypit.....	4
3.3	Rengasmerkinnät ja vaihtoehtoiset rengaskoot	7
3.4	Traktorin renkaiden tuotekehityksen suunnat	10
4	Traktorin renkaiden nestetäyttö	12
4.1	Maatalousrenkaiden nestetäytön hyödyt ja haitat	12
4.2	Maatalousrenkaiden nestetäytön vaihtoehdot.....	15
4.3	Nestetäyttöohjeet traktorin renkaiden suolanestetäytön suunnittelussa....	16
5	Traktorin vetorenkaiden nestetäytön suorittaminen	19
5.1	Nestetäyttöön tarvittavat tarvikkeet	19
5.2	Suolanestetäytön suorittaminen	21
5.3	Esimerkkilaskelmia traktorin tehon tarpeen muutoksesta suolanestetäytetyillä pyörillä varustettuna.....	25
6	Johtopäätökset	28

Liitteet

Liite 1	Haastattelukysymykset
Liite 2	Renkaiden suolanestetäyttö taulukot

1 Johdanto

Traktorin renkaiden suolanestetäyttö aiheena kiinnostaa minua ja tästä syystä valitsin tämän aiheen opinnäytetyöhöni. Työn tilaajayritys on hämeenlinnalainen perheyritys RengasCenter Hämeenlinna Rengas-Vekka Oy. Teen tämän työn, jotta renkaiden suolanestetäyttöön liittyvät tiedot löytyisivät tulevaisuudessa mahdollisimman kattavasti yhdestä lähteestä.

Lisäksi tätä työtä tukemaan tehdään tutkimus renkaiden vetopidosta ilmatäytetyn ja suolanestetäytetyn renkaan välillä. Työssä lähteinä käytettiin Rengas-Vekka Oy:n henkilökunnan tietoja, mahdollisia yrityksen kirjallisia lähteitä, sekä muita lähteitä.

Suolanestetäytöllä pystytään lisäämään koneen painoa. Painon ollessa renkaissa myös traktorin painopiste laskee alemmaksi. Edellä mainittujen tietojen pohjalta myös vetopidon tulisi kasvaa sekä koneen vakauden parantua, esimerkiksi etukuormainkäyttöön positiivisesti vaikuttaen. tästä saadaan varmuus tutkimuksessa. Pohdin kirjoituksessani, miten suolanestetäyttö vaikuttaa traktorin eri ominaisuuksiin. Esimerkiksi sen painoon, liikkuvuuteen ja vetopitoon. Tässä työssä on haastateltu Teija Vekka-Pirhosta, (Rengas center Hämeenlinna Rengas-Vekka Oy), Jari Aspelundia (Hankkija Oy, Hyvinkään konekeskus), sekä Mikko Launoa (suolanestetäytettyjen traktorinpyörien käyttäjä).

2 Työn tavoitteet ja toteutus

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kuvata traktorin renkaan nestetäyttö. Aiheesta on hyvin vähän kirjallista tietoa saatavilla mistään lähteestä, joten päätin selvittää aiheesta enemmän. Traktorin renkaan nestetäyttö on nykyisin melko harvinaista, mutta sitä tehdään. Aiemmin, kun traktorit olivat takavetoisia, nestetäyttöjä tehtiin enemmän. Kokemuseräistä tietoa suolanestetäytöstä ei nykyisin ole kovinkaan monella. Kaikki rengasliikkeet eivät myy raskaita renkaita, eivätkä ne, jotka myyvät, ole välttämättä perehtyneet maatalouden rengastarpeisiin, puhumattakaan tämän kaltaisista erikoistoimenpiteistä.

Tavoitteena on kerätä traktorin renkaiden nestetäytöstä tietoa ja kuvata prosessi havainnollisesti. Koska asiaan liittyvää kirjallista materiaalia on hyvin vähän, oletan, että renkaiden nestetäyttöosaaminen sekä siihen liittyvä tietotaito on enimmäkseen niin kutsuttua hiljaista tietoa. Hiljaisella tiedolla tarkoitetaan sellaista tietoa, joka ei ole sanallista eikä se ole huomion kohteena. Se voi olla hyvin henkilökohtaista tietoa, kuten kokemuksen ja kehon tietoa. Huomattavaa on, että sitä on vaikea jakaa tai pukea sanoiksi. Hiljainen tieto voi sisältää jonkin taidon, esimerkiksi miten ommellaan takki. Hiljaista tietoa ei voi helposti selostaa tekstinä ja sen kädestä pitäen opettaminen voi olla vaikeaa. (Peda.net n.d., oppimisympäristö)

Tarkoituksena oli tehdä liukkaissa olosuhteissa vetotesti, mutta leudon talven takia testiä ei pystytty tekemään laiteystävällisesti ja siksi pääasiallinen tiedonkeruumenetelmä oli haastattelu. Työn toteutuksessa etsittiin aiheesta kertovaa kirjallisuutta ja muuta materiaalia. Lähdeaineiston ja haastattelujen perusteella kuvattiin traktorin renkaiden nestetäytön suorittaminen sekä kerättiin tietoa nestetäytön hyödyistä ja mahdollisista haitoista.

Olin myös havainnoimassa itse, kun rengasliike teki traktorin renkaiden suolanestetäytön. Täytössä käytettävät aineet ja tarvikkeet kuvattiin ja lisäksi työssä on taulukoitu eri rengaskoot ja niihin tarvittavat ainemäärät, joilla suolanestetäyttö voidaan suorittaa.

3 Traktorin renkaiden historia

3.1 Teräsrenkaasta ilmakumirenkaaseen

Rengasteollisuuden alkuna voidaan pitää John Boyd Dunlopin keksimää ilmatäytteistä rengasta vuonna 1888 (Wikipedia, Rengas_(ajoneuvo), 2019). Dunlop oli keksijä ja eläinlääkäri, joka keksi ilmarenkaan polkupyörään ja patentoi keksintönsä. Aikaisemmin polkupyörän renkaat oli tehty yleensä puusta ja ilmarenkaan ansioista pyöräilyn mukavuus parantui huomattavasti. (Bicycle history, 2020)

Maailman ensimmäiset traktorit valmistuivat 1800-luvun lopulla. Näissä traktoreissa oli aluksi teräspyörät, joiden ongelmana oli tärinä ja heikko ohjautuvuus epätasaisella maalla. Ensimmäiset traktorit kulkivat hitaasti, noin 5–8 km/h ja niitä käytettiinkin pääasiassa paikallaan olevassa työssä. Teräspyörät olivat myös ongelmallisia tilanteissa, joissa tarvittiin vetopitoa. (Williams, 2018)

Ensimmäiset kumirenkaat tulivat traktoreihin 1920-luvulla, mutta ne eivät olleet menestyksellisiä. Ne olivat hiljaisempia käytössä ja parempia ajettavuudeltaan kuin teräsrenkaat, mutta ne eivät soveltuneet maataloustöihin. Ensimmäiset ilmakumirenkaat tulivat traktoreihin 1930-luvulla. (Williams, 2018) Floridan maanviljelijät asensivat ensimmäiset Goodyearin valmistamat ilmakumirenkaat traktoreihin vuonna 1931 (Goodyear Farm Tires, n.d.).

Ilmakumirenkaat olivat menestyksellisiä, vaikka alkuun epäiltiin niiden kestävyyttä ja mahdollisesta puhkeamisesta aiheutuvia viivästyksiä. Kuitenkin ilmakumirenkaiden ansiosta ajamisen mukavuus kasvoi, polttoainetaloudellisuus parani ja työn tehokkuus nousi parantuneen renkaan vetotehon ja nopeamman ajonopeuden ansiosta. Rengasvalmistajista Firestone, Michelin ja Dunlop aloittivat ilmakumirenkaiden tuotannon 1930-luvulla. (Williams, 2018)

1970-luvulta lähtien kiinnostus renkaiden ja pyörien suunnitteluun kasvoi, koska raskaiden traktorien ja koneiden jäljiltä maanpinta tiivistyi liiaksi. Kuormaa pyrittiin jakamaan muun muassa kaksi- ja kolmipyöräisille sarjoille, mutta rengasteknologian kehittymisen kautta päästiin tehokkaampiin ja tuottavampiin ratkaisuihin. (Williams, 2018) Renkaalla

tarkoitetaan tässä työssä traktorin rengasta, eli pyörän ilmatäytteistä kumiosaa ja mikäli puhutaan pyörästä, sillä tarkoitetaan rengasta, joka on asennettu kiinni vanteelle. Rengasteoriaa käsittelevissä kuvissa, joissa käsitellään rengastyyppejä, rengasmerkintöjä tai vaihtoehtoisia rengaskokoja puhutaan renkaasta sillä näissä asioissa vanne ei liity itse asiaan, vaikka osa kuvista on saatettu ottaa renkaan ollessa vanteella.

3.2 Rengastyypit

Ilmakumirenkaat olivat aluksi ristikudosrenkaita. Goodyear esitteli myöhemmin bias-kerrosrakenteen (ristikudos- ja vyörenkaan yhdistelmä). Myöhemmin Kleber oli traktorin radiaali- renkaiden eli vyörenkaiden kehityksen edelläkävijänä. (Williams, 2018)

Ristikudosrenkaassa renkaan jalka-alueesta jalka-alueeseen ladotaan eri suuntiin kulutuspinnaalle ja sivuille tekstiilivöitä, joiden lukumäärä riippuu renkaan koosta ja kuormituskapasiteetista (Rengasvalmistajat, 2015, Rengastyypit). Kudoskerrosten kudoslankojen muodostama kulma vaihtelee renkaan käyttötarkoituksen ja haluttujen ominaisuuksien mukaan. Kudoskulma on 22–40° välillä ja sen suuruutta muuttamalla saadaan muutettua renkaan jousto- ja nopean ajon ominaisuuksia. Kulman suuretessa rengas jäykkenee rakenteeltaan. Ristikudosrenkas oli alkuun yleisin rengastyyppi. Ristikudosrenkaan sivut ovat tukevat ja jäykät ja sen kulutuspinna on melko taipuisa. Se sopii hitaaseen ajoon ja huonopintaisille teille. Renkaan tyyppimerkki on D-kirjain tai -merkki. (Autowiki, 2019, Rengas) Ristikudosrenkaan kosketuspinta-ala on noin 30 % vyörenkaan kosketuspinta-alasta. Vahvan kylkirakenteen ansiosta, ristikudosrenkas soveltuu metsäkäyttöön. (Aspelund, 2017) Seuraavalla sivulla ristikudosrenkaan rakennetta havainnollistava kuva.

Kuva 1. Ristikudosrenkaan rakenne (Vianor, 2020)



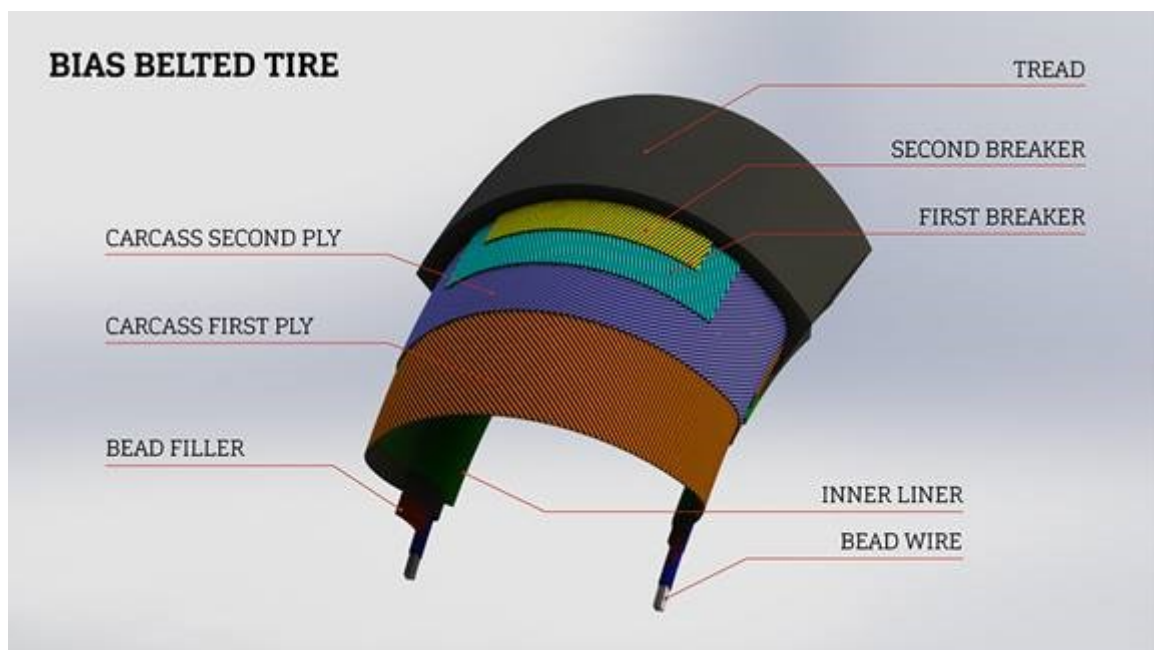
Vyörenkaassa kudoslangat kulkevat poikittain kulutuspintaan nähden reunavaijerilta reunavaijerille renkaan säteen suuntaisesti. Kudusrungon päälle on asetettu monikerroksinen jäykkä vyö, mistä vyörengas on saanut nimityksensä. Vyörengas ei lämpene ajossa niin helposti ja sen vierintävastus on pienempi kuin ristikudosrenkaan. Vyörengas kestää paremmin suurempia nopeuksia ja sillä on parempi sivuttaispito. Rengas kuluu tasaisemmin ja sen käyttöikä on pidempi. Vyörenkaan kosketuspinta-ala on paljon suurempi, kuin ristikudosrenkaan, siksi se on mukavampi ajossa ja polttoainetaloudellisempi. Vyörenkaan sivut ovat ohuempia ja taipuisampia kuin ristikudosrenkaalla ja renkaan kulutuspinta on jäykkä. Vyörenkaan vyöt valmistetaan teräs-, ryon- tai polyesterilangasta. Renkaan tyyppimerkki on R-kirjain. (Autoviki, 2019, rengas) Seuraavalla sivulla vyörenkaan rakennetta havainnollistava kuva.

Kuva 2. Vyörenkaan rakenne (Vianor, 2020)



Ristikudosvyörengas eli puolivyörengas tai bias belted -rengas pyrkii yhdistämään ristikudos- ja vyörenkaan hyvät ominaisuudet. Runko-osan kudusrakenne on samantyyppinen kuin ristikudosrengas ja sen päälle on asetettu jäykistävä vyö. (Autowiki, 2019, rengas) Ristikudosvyörenkaan tyyppimerkki on B-kirjain (STRO, 2019, s. 20). Alla ristikudosvyörenkaan rakennetta havainnollistava kuva.

Kuva 3. Ristikudosvyörenkaan rakenne (Mitas, 2020)



Renkaat ovat nykyään enimmäkseen vyörenkaita. Traktorien takapyörät ovat läpimitaltaan noin 1,3-kertaiset verrattuna etupyöriin. Pienemmät etupyörät mahdollistavat jyrkemmät

käännökset. Traktorin renkaiden pintakuvio on maataloudessa enimmäkseen hokkikuvioinen vetävissä pyörissä. Taajama-alueilla käytettävissä traktoreissa käytetään usein palapintaista kuviota. (Wikipedia, 2019, Traktori)

3.3 Rengasmerkinnät ja vaihtoehtoiset rengaskoot

Renkaan kyljessä on paljon erilaisia rengasmerkintöjä. Renkaan kyljestä löytyy renkaan koko eli renkaan nimellisleveys, renkaan profiilisuhde ja vannehalkaisija. Valmistajan tuotemerkki ja tuotenimi on ilmoitettu renkaassa, sekä valmistusmaa. Valmistusviikko eli DOT-merkintä löytyy renkaan yhdeltä sivulta, esimerkiksi 0420-merkintä tarkoittaa, että rengas on valmistettu viikolla 4 vuonna 2020.

Renkaan rakenne on merkitty rengaskoon yhteyteen. Rengaskoon merkinnästä saadaan selville myös rengastyypin eli onko rengas vyörengas (R), ristikudosrengas (-) vai puolivyörengas (B). Esimerkiksi 12,4R24-merkintä kertoo renkaan olevan vyörengas ja 12,4-24 merkintä kertoo renkaan olevan ristikudosrengas.

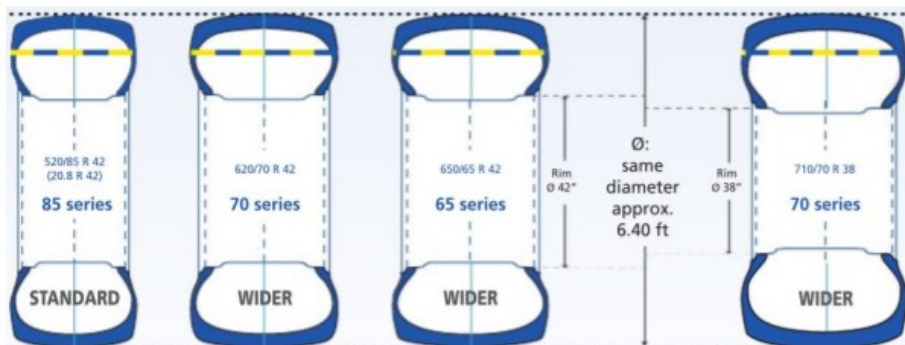
Lisäksi TRA-luokitus eli renkaan kantavuus- ja nopeusindeksi ovat merkittynä ja maksimi ilmanpaine, johon renkaan saa paineistaa. Lisäksi TL-merkintä tarkoittaa sisärenkaatonta rengasta ja TT-sisärenkaallista rengasta. (STR0 2019, s.20; Aspelund, 2017) IF-merkintä renkaassa tarkoittaa normaalia kantokykyisempää rengasta. IF tulee sanoista Improved Flexion ja näillä renkailla on noin 20 % suurempi kantavuus kuin normaalilla renkaalla. VF-rengasmerkintä tarkoittaa vielä suurempaa kantavuutta ja tulee sanoista Very High Flexion ja näillä renkailla on noin 40 % suurempi kantavuus kuin normaalilla renkaalla. Hyötynä näissä on se, että näillä renkailla voidaan ajaa suurempia kuormia ja käyttää pienempää ilmanpainetta. Tämän myötä alustaan kohdistuva pintapaine vähenee. (Aspelund, 2017)

Kuva 4. Radial-renkaan eli vyörenkaan R-merkintä. Kuvassa mukana myös VF-merkintä. (Saviniemi, 2020)



Traktorin renkaissa 85-sarja eli 85-profiili on ”vakio rengas” eli kun puhutaan esimerkiksi 20,8R42 renkaasta, se on täysin sama kuin 520/85R42 (Aspelund, 2017). Profiilisuhde tarkoittaa prosentuaalista osuutta kulutuspinnan leveydestä. Kun profiilisuhde pienenee, vastaavasti kulutuspinnan leveys kasvaa, jotta renkaan halkaisija pysyy samana. Leveämpi ja kyljestään matalampi rengas on kantavuudeltaan parempi, kuin kapeampi ja kyljestään korkeampi. (Vekka-Pirhonen, 2020).

Kuva 5. Traktorin rengaskokovaihtoehdot eri profiileilla. (Aspelund, 2017)

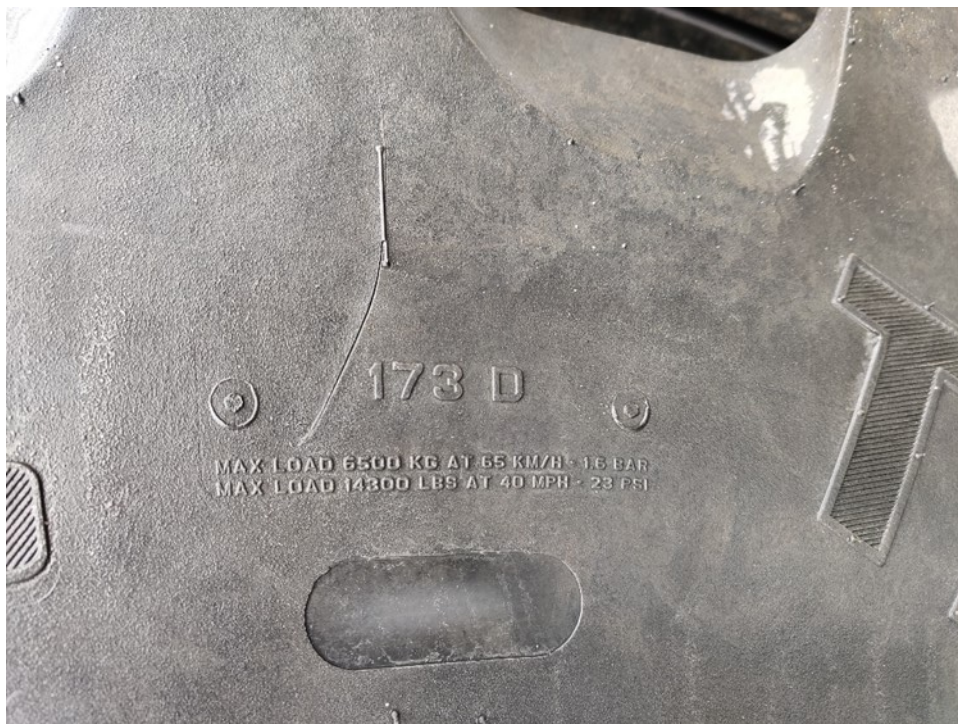


70-sarjan renkaat ovat leveämpiä kuin 85-sarjan ja niissä on myös parempi kantavuus. Edelleen 65-sarjan rengas on vielä leveämpi ja näitä edellisiä parempi kantavuusindeksiltään.

Vanteen leveys vaikuttaa renkaan profiiliin, mitä leveämpi vanne sitä leveämpi täytyy olla sille vanteelle asennettavan renkaan profiiliin, jotta nämä sopivat yhteen keskenään. Havainnollistamiskuvissa esiintyvät renkaat ovat tarkoitettu vannekoolle 42" (tuumaa), kuten kuvista voi huomata. Itseottamissani kuvissa käytetyn koneen takarenkaiden rengaskoko on 710/65R42 ja eturenkaiden koko vastaavasti 540/65R28.

Alla olevassa kuvassa on traktorin renkaan kyljestä luettavissa oleva merkintä renkaan kantavuus- ja nopeusluokasta. Rengasnormit-kirjasta löytyy taulukot, mitä nämä merkinnät tarkoittavat. Kuvassa olevasta merkinnästä selviää renkaan maksimikantavuudet sekä suurin sallittu nopeus (TRA-luokitus). Renkaassa oleva merkintä 173 kertoo renkaan kantavuusluokan, tässä tapauksessa kantavuusluokka 173 tarkoittaa siis 6500 kg maksimikantavuutta. D-merkintä renkaassa kertoo taas renkaalle sallitun nopeusluokan, D-nopeusluokka tarkoittaa siis 65 km/h maksimi nopeutta kyseiselle renkaalle.

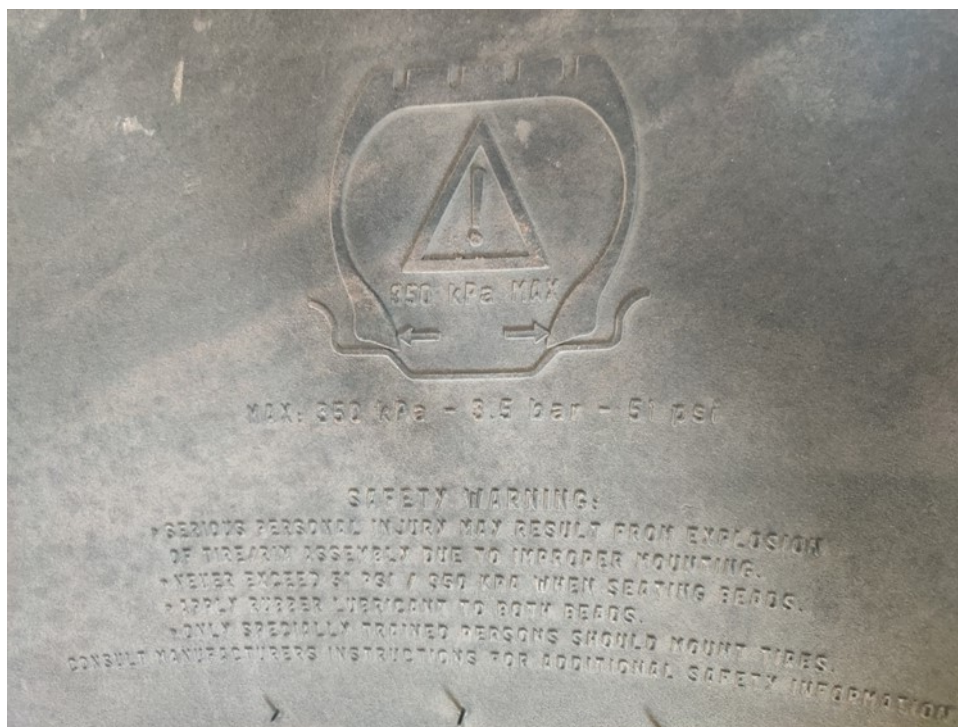
Kuva 6. Renkaan kantavuus- ja nopeusluokka. (Saviniemi, 2020)



Rengas ei kannata mitään ilman renkaan sisällä olevaa ilmanpainetta. Oikea ilmanpaine on tärkeä monessa suhteessa. Renkaiden ilmanpaine vaikuttaa renkaan kantavuuteen, vierintävastukseen, renkaan kulumiseen, käytön mukavuuteen ja renkaan käyttöikään. Optimaalinen paine takaa optimaalisen kantokyvyn ja käyttöiän. Jos rengas on tyhjä, se ei kannata mitään ja rikkoutuu, mikäli sitä käytetään tyhjänä. (Vekka-Pirhonen, haastattelu 2020)

Alla olevassa kuvassa on merkintä renkaan kyljestä, jossa määritellään kyseisen renkaan maksimipaine, mitä siinä voidaan käyttää ja merkinnästä selviää, että kyseisen renkaan saa paineistaa maksimissaan 3,5 bariin.

Kuva 7. Renkaan maksimipaineen merkintä renkaan kyljessä. (Saviniemi,2020)



3.4 Traktorin renkaiden tuotekehityksen suunnat

Maatalousrenkaita on moneen eri käyttötarkoitukseen. Toimitusjohtaja Teija Vekka-Pirhosen (haastattelu 2020) mukaan yleisimmin heillä myydään traktorin etu- tai vetorenkaita, kaivinkoneiden renkaita tai erilaisia perävaunun renkaita. Yleisemmin korjataan traktorin ja kaivinkoneiden renkaita, joskus metsäkoneen renkaita tai pienrenkaita, kuten ruohonleikkureiden, pöyhijöiden tai kottikärryjen. Rengastöitä on laidasta laitaan aivan pikkupyörästä suuriin maansiirtokoneiden renkaisiin. Tässä työssä keskitytään pelkästään traktorin vetorenkaisiin.

Yleisesti ottaen renkaiden tuotekehityksessä on kolme avaintoimintoa, jotka ovat materiaali-kehitys, rakennesuunnittelu ja pintamallikehitys (Nokian Renkaat, n.d., Tuotekehitys). Rengasvalmistajien traktorinrenkaiden tuotekehityksessä pyritään vaikuttamaan kolmeen päätekijään: hyvä vetokyky, polttoainetaloudellisuus ja vähäisempi maan pakkautuminen (Bridgestone, 2014, Testitulokset). Muita tuotekehitykseen vaikuttavia tärkeitä ominaisuuksia ovat muun muassa mukavuus, käsittely, kantavuuskapasiteetti ja ajonopeus, itsepuhdistuvuus, vakaus ja kestävyys (BKT-tires, n.d.).

Vekka-Pirhosen (haastattelu 2020) mukaan tuotekehityksessä johtavat rengasvalmistajat pyrkivät arvioimaan panos-tuottosuhdetta, hinta-laatusuhdetta tai arvontuottoa asiakkaalle. Kuitenkin tämän viestin vieminen käytäntöön on ollut heikkoa. Harva asiakas tulee ostamaan rengasta, jolla parannetaan tuottavuutta ja alennetaan käyttökustannuksia. Hyvin usein maatalousasiakas kysyy hintaa ja päätyy usein edullisempiin rengasvaihtoehtoihin, koska premium-merkkien renkaat ovat hintavampia. Ehkä tuotteilla ei nähdä olevan niin merkittävää eroa toisiinsa verrattuna ja esimerkiksi investointi traktorin takarenkaisiin jakaantuu niin monelle vuodelle, että ei tulla ajatelleeksi, että premium-rengas voisi kestää käytössä vielä pidempään. Nokian renkaiden mukaan tarkkaan valitut raaka-aineet, sekä tarkat valmistajien rengastestit ovat tae siitä, että premium-rengas on pitkällä tähtäimellä halvempi ja pitkäikäisempi verrattuna halparenkaaseen. (Nokian renkaat, n.d., Luotettavuutta ja testattua laatua).

Teknologisessa kehityksessä traktorin renkaan pintamallin tuotekehityksessä kiinnitetään huomiota uskomattoman paljon eri asioihin nykyaikana. Esimerkiksi traktorin renkaan kosketuspintateknologiaa tutkitaan monipuolisesti. Limittäiset kuviorivat tekevät ajosta tasaisempaa ja mukavampaa. Kuviorivan pohjan optimoitu muoto auttaa renkaan itsepuhdistuvuuteen, vetokykyyn ja lisää väsymyskestävyyttä ja vähentää murtumariskiä. Kuviorivan pinta-alan lisääminen taas parantaa renkaan vetokykyä ja lisää käyttöikää. Vahvat kuviorivat taas pitävät koneen vakaana ja ovat polttoainetaloudellisempia. (Continental, 2020)

4 Traktorin renkaiden nestetäyttö

4.1 Maatalousrenkaiden nestetäytön hyödyt ja haitat

Oikealla rengasvalinnalla ja ilmanpaineilla saadaan traktoriin hyvä vetopito ja pyritään estämään maan pintarakenteen rikkoutumista pellolla työskennellessä. Kun paino jakautuu suurelle alalle, ei maan tiivistymistä tapahdu. Oikea painojakauma ja minimaalinen pyörienluisto edistävät työn tehokkuutta.

Joissakin työtehtävissä tarvitaan kuitenkin koneeseen lisäpainoa. Lisäpainovaihtoehtoja on monia ja traktoreihin on mahdollista asentaa lisäpainoja eteen, taakse ja keskirungon alle. Myös renkaiden nestetäyttöä tehdään, jotta koneisiin saadaan lisää painoa ja vetopitoa. (Aspelund, haastattelu 2020)

Traktorin kulkua vakautetaan tehdasasenteisilla etuakseli- ja ohjaamojousituksilla ja mukavuutta voidaan lisätä istuimien jousituksilla. Valtra Teamin julkaisun mukaan traktorin käytettävyyden mukavuus lisää myös työn tehokkuutta. Jousitusten myötä kuljettajan olosuhteet pystytään työskentelemään hieman nopeammin pellolla ja maantiellä ovat paremmat. Laskennallisesti nopeuden nosto 20 km/h:sta 22 km/h:hon, tehostaa työtä 10 prosentilla. (Valtra Team, 2019, Mukavuus voi olla kannattava investointi)

Renkaiden nestetäyttöä käytetään työkoneiden vakauttamiseen, jolloin lisäpainoa saadaan koneeseen oikeaan paikkaan maanpinnan lähelle ja koneen ulkolaidoille. (Aspelund, haastattelu 2020; Hakala, 2018) Taakan siirrossa painopiste nousee ja kaatumisriski kasvaa. Koneen painopiste erityisesti kippausvaiheessa vaikuttaa koneen vakauteen. Kaltevilla alustoilla työskennellessä on otettava erityisen tarkasti huomioon koneen vakauteen vaikuttavat asiat. (Työturvallisuuskeskus 2018, s.9)

Itse koen, että vakaa kone lisää työskentelymukavuutta. Se ei silloin huoju käytössä ja ajosuunta pysyy muuttumattomana paremmin. Launon (Launo, haastattelu 2020) mukaan ripakuviolliset traktorin renkaat täristivät ajossa aiemmin paljon, suolatäytön jälkeen tämä tärinä hävisi kokonaan ja koneesta tuli muutenkin huomattavasti vakaampi ajossa.

Vetopidon kasvattamisella on monia vaikutuksia traktoriin. Lisäpainotetun koneen ajomukavuus saattaa heikentyä, kun taas koneen vakaus ja vetopito paranevat traktorin painon kasvassa. Yleisesti yhtä hevosvoimaa kohden koneessa tulee olla vähintään 35 kg painoa, tällöin hevosvoima ja paino suhde on optimaalinen. Lisäpaino vaikuttaa aina koneen itse työtehtävään käytettävissä olevaan tehoon, sillä koneen lisääntynyt paino vaatii liikkumiseen hiukan enemmän tehoa. Tonni lisäpainoa lisää myös polttoaineen kulutusta litralla. Polttoaineen kulutus nousee, koska renkaiden vierintävastus kasvaa. Myös kiihdytykset ja jarrutukset nestetäytetyillä renkailla ovat raskaampia ja tämä tulee huomioida konetta ajettaessa. (Aspelund, haastattelu 2020)

Launo (Launo, haastattelu 2020) taas kertoi, että hänen koneensa painon kasvua tuskin tehon puolesta huomaa, eikä polttoaineen kulutukseen Valtra T151 traktorilla ole lisääntynyt edes litralla. Kyseisessä koneessa polttoaineen kulutukseen vaikuttaa toki se, että koneella ajetaan aina ECO-ajo-ohjelmalla. Tämä osaltaan siis vähentää Launon koneen polttoaineen kulutusta jo muutenkin.

Suolanestetytön lisähyöty kuluttaja-asiakkaille on, että suolalla tehtynä nestetäyttö on verrattain edullinen tapa saada koneisiin lisäpainoa, mikäli lisäpainon tarve ilmenee. Aspelund kertoo olennaisena asiana asiakkaan suolanestetyttöön päätyemisessä sen, että renkaiden nestetäyttö ei tee koneen koosta suurempaa, esimerkiksi etupaino pidentää konetta, sillä suolaneste täytetään renkaiden sisälle. Tällöin lisäpainokin tulee renkaisiin, eikä kone vaadi lisää tilaa liikkumiseen työskentely-ympäristössä. (Aspelund, haastattelu 2020)

Suolanestetyttöön liittyy myös mahdollisia haittoja. Korroosio-ongelma on näistä yleisin. Korroosiota tapahtuu sekä renkaalle että vanteelle suolan vaikutuksesta. Lisäksi kalsiumkloridi ruostuttaa vanteet, mikäli sisärengasta ei käytetä nestetäytössä. Aspelund itse näkee isona haittana tilanteen, jossa samalla koneella tehdään toista työtä, johon lisäpainoja ei tarvita tai ne ovat haitaksi, sillä nestetäytön poistaminen renkaista on työläs operaatio. (Aspelund, haastattelu 2020)

Aspelundin mukaan on vaihtoehtona hankkia traktoriin toiset pyörät, joissa suolanestetyttöä ei ole. Tällöin traktorin painon muutos työtehtävän mukaan onnistuu helpoiten tarvittaessa vaihtamalla pyörät. Tehtäessä niin sanottu maksimi suolanestetyttö renkaisiin, eli

käsittäen 75-prosenttia renkaan tilavuudesta, ajotuntuma kovenee huomattavasti. (Aspelund, haastattelu 2020)

Kiihdytys ja jarrutus on traktorille raskaampaa painonlisäyksen myötä. Aspelund näkee ongelmana myös nestetäytön ilman sisärengasta, jos nestetäytettävä rengas on paistorengas. Paistosaumat renkaan sisällä saavat veden tarttumaan saumoihin kiinni ja tällöin vesi myös liikkuu renkaassa saumojen mukana ilman sisärengasta. Mikäli taas laitetaan sisärengas, tulisi renkaan sisäpuoliset paistosaumat tasoittaa niin, etteivät ne hankaisi sisärengasta ajan kuluessa puhki. (Aspelund, haastattelu 2020)

Nestetäyttö on verrattain harvinaista, yleisempää kuitenkin maansiirtopuolella pyöräkuormaajien takarenkaissa ja metsätalouspuolella taas metsänhakkuukoneissa esimerkiksi harvestereissa. Aspelundin mukaan jokainen renkaantäyttöprosessi vaati tutustumista kulloisenkin koneen painoihin, rengaskokoihin ja niiden tilavuuksiin. Lisäksi täyttö on suunniteltava tarkkaan, jotta saadaan hankittua oikea määrä tarvittavia aineita, kuten kalsiumkloridia täyttöä varten. (Aspelund, haastattelu 2020)

Nestetäytetyt renkaat ovat jäykempiä ja siten ajomukavuus voi heikentyä. Lisäksi täyttö yleisesti ottaen heikentää voimansiirtoa. (Titan International, 2020, s.15) Omasta mielestäni suolanestetäytöstä johtuva tehon lasku on hyvin riippuvainen koneen tehoista, koosta sekä saavutettavasta painosta täytön jälkeen. Tehohävikki on konekohtainen, eikä siitä voida ilmoittaa yhtä yleistä vakiota tehon laskun määrälle. Tehohävikki ei kuitenkaan ole kovin suurta ja hävinneet tehot saadaan ainakin osittain takaisin lisääntyneenä vetopitona renkailla. Lisääntyneen vetopidon johdosta siis tehoa tarvitaan saman vetotyön suorittamiseen suolanestetäytetyillä renkailla vähemmän verrattuna ilmatäytetyillä renkailla tehtyyn vetotyöhön, johtuen renkaan suuremmasta luistosta vetotyön aikana. Renkaan luistaminen on myös tehohävikkiä.

Suolanestetäyttö lisää siis aina koneen painoa, jolloin koneelle katsotut työtehtävät tulee suunnitella niin, ettei nestetäytetyn koneen työskentely kyseisessä työssä aiheuta mahdollista lisähaittaa painon suhteen. Työtehtävien hyvä suunnittelu ja kohdennus tällaiselle nestetäytetylle koneelle lisää työn tuottavuutta. On kuitenkin työtehtäviä, joissa nestetäytetyillä renkailla varustettu kone ei ole paras mahdollinen vaihtoehto työn

suorittamiselle, tällöin käytettäessä suolanestettä renkailla varustettua traktoria hyödyt muuttuvat haitoiksi ja työn tuottavuus heikkenee.

4.2 Maatalousrenkaiden nestetäytön vaihtoehdot

Suomen olosuhteissa nestetäytöissä käytetään suolaliuosta, koska se on pakkasenkestävää. Siksi tässä opinnäytetyössä kuvataan vain traktorin renkaan suolanestettä. Suolana käytetään maantiesuolaa (kalsiumkloridi), joka liukenee helposti veteen. (Hakala, 2018)

Kalsiumkloridi (E509) ($\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ tai CaCl_2) on kalsiumkarbonaatin ja suolahapon reaktiossa muodostunut valkoinen hyvin hygroskooppinen suola. Hygroskooppinen aine sitoo itseensä ilman vesihöyryä. Kidevedellinen muoto ($\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) muodostaa kiteitä ja kidevedetön (CaCl_2) pysyy jauhemaisena. Nämä molemmat muodot liukenevat veteen erittäin helposti. Kidevedellistä kalsiumkloridia käytetään maanteillä kesäkaudella pölyn sitomiseen ja talvisin yhdessä natriumkloridin kanssa valtateiden tienpintojen sulana pitämiseen. (Wikipedia, 2020, Kalsiumkloridi)

Kuva 8. Veden ja kalsiumkloridin moolimassat sekä niiden moolisuhde eri vahvuisissa seoksissa. (Saviniemi, 2020)

		-20°C	-40°C
	moolimassa (M)	g	g
H_2O	18,016	248000	209000
CaCl_2	110,98	74000	135000

N (mol) ainemäärä lasketaan massa jaettuna moolimassalla

	moolia -20°C	moolia -40°C
H_2O	13766	11601
CaCl_2	667	1216
moolisuhde $\text{CaCl}_2/\text{H}_2\text{O}$	4,84 %	10,49 %

Yllä olevaan kuvaan on taulukoitu veden ja kalsiumkloridin moolimassat. Veden moolimassa on 18,016 g/mol ja kalsiumkloridin moolimassa noin 110,98 g/mol. Ainemäärä (N) lasketaan jakamalla massa (g) moolimassalla (M). Poimin taulukosta tiedon, kuinka paljon vettä ja

kalsiumkloridia tarvitaan 540/65R28 kokoisen renkaan suolatäyttöön kahdella eri pakkaskestävyydellä. Pyrin selvittämään liuosten moolisuhteen ja laskin ne yllä olevaan taulukkoon. Alhaisemman pakkaskestävyyden moolisuhde on noin 5 % eli kalsiumkloridin osuus vedestä on noin 5 % ja suuremmalla pakkaskestävyydellä se on noin 10 %.

Eri lähteistä löytyy tietoja nestetäytössä käytettävistä muista aineista. Täyttöjä on suoritettu pelkällä vedellä ja muilla nesteillä, joilla on pakkaskestoominaisuuksia (jäähdytinneste, lasinpesuneste). Viimeisimpinä mainittujen aineiden käytöstä renkaan nestetäytössä täytyy käyttää harkintaa, koska jotkut näistä aineista ovat ympäristölle haitallisia joutuessaan luontoon. Pelkällä vedellä täyttö ei sovellu Suomen olosuhteisiin, koska vesi ilman lisäaineita jäätyisi ilman lämpötilan laskiessa pakkasen puolelle.

Suolanestetäytön hinta koostuu tehdyistä rengastöistä, tarvikkeista ja suolavesitäytöstä määrän suhteen. Rengasliikkeet hinnoittelevat erikseen irrotuksen ja kiinnityksen, vannetyön ja asennettavan sisärenkaan. Lisäksi suolanestetäyttö hinnoitellaan litroittain ja pakkaskestävyyksittäin. Suolanestetäytön hinta on useissa rengasliikkeissä hinnoiteltu -25°C tai -46°C pakkaskestävyyksille. -25°C pakkaskestävyyden omaavan suolanesteen litrahinta useissa rengasliikkeiden hinnastoissa on keskimäärin 1,60 € sisältäen alv:n 24 %. -46°C pakkaskestävyyden omaavan suolanesteen litrahinta taasen on keskimäärin 2,10 € sisältäen alv:n 24 %. Rengastöiden hinta maatalouskoneille, otettaessa rengas vain osittain irti vanteelta sisärenkaan asentamista varten, on 36-38 tuuman kokoiselle vanteelle noin 65 € sisältäen alv:n 24 %. Vannekoolle 24-28 tuumaa tämä osittain irti vanteelta rengastyö kustantaa noin 45 € sisältäen alv:n 24 %. (Vekka-Pirhonen, haastattelu 2020) Kaikki mainitut hinnat voivat vaihdella riippuen yrityksestä, joka palvelua tarjoaa.

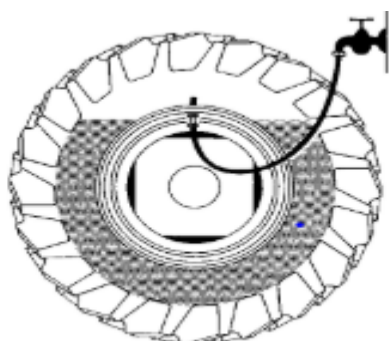
4.3 Nestetäyttöohjeet traktorin renkaiden suolanestetäytön suunnittelussa

Traktorin renkaiden nestetäyttöä varten on olemassa erilaisia taulukoita, joissa on huomioitu rengaskoko ja tarvittava nestetäyttömäärä sekä käytettävän suolan määrä toivotun pakkaskestävyyden mukaan. Tämän työn liitteinä on erilaisia taulukoita, joissa on laskettu 75 % suolanestetäytön kokonaisvolyymi ja käytettävän suolan määrä toivottuun pakkaskestävyyteen nähden. Liitteissä on eri traktorin radial-renkaat ryhmitelty rengasprofiileittain, lisäksi

liitteen taulukoista löytyy tietoa tuumakokoisten renkaiden, ristikudosrenkaiden, yleisimpien metsäkonerenkaiden sekä joidenkin erikoisrenkaiden nestetäytöistä.

Alla olevassa kuvassa on havainnollistettu 75-prosenttinen suolanestettäytty. Täytettävään pyörään jää siis aina ilmaa, kun pyörä täytetään tällä menetelmällä. Joissain tapauksissa halutaan vain 40-prosenttinen nestettäytty ja silloin venttiiliin kohta asetetaan ”kello 4” kohtaan, jolloin renkaan tilavuudesta noin 40 % korvautuu nestetäytöllä. (Titan International, 2020, s.4)

Kuva 9. Pyörän venttiiliin asento 75 % suolanestettäyttyä tehtäessä. (Deere & Company, 2013)



Alla olevaan taulukkoon on koottu kahden traktorin etu- ja takarengaskoot, joiden suolanestettäyttyä varten lasketaan tarvittavat aineet. Yksityiskohtaiset suolamäärän laskentataulukot rengaskoittain löytyvät tämän työn liitteistä. Liitteissä on kaikissa taulukoissa laskettu tarvittavat ainemäärät kahdella eri pakkasenkestävyydellä.

Taulukko 1. Yleisimmät rengaskoot ja niiden suolanesteen täyttömäärät. (Saviniemi, 2020)

Rengaskoko	Kokonaisnestemäärä 75 %	Pakkasenkestävyys -20 °C			Pakkasenkestävyys -40 °C		
		CaCl ₂ (kg)	Vettä (l)	Kokonaismassa (kg)	CaCl ₂ (kg)	Vettä (l)	Kokonaismassa (kg)
14,9R28 eli 380/85R28	178	48	160	207	87	135	223
18,4R38 eli 460/85R38	355	96	319	411	174	270	443
16,9R28 eli 420/85R28	234	63	211	271	115	178	292
20,8R38 eli 520/85R38	484	131	435	561	237	367	604

Ensimmäisen traktorin eturenkaan koko on 14,9R28, tutkimalla yllä olevaa taulukkoa saadaan selville kokonaisnestemäärä 75 % täytössä, joka siis on suoraan 75 % renkaan

kokonaisneste tilavuudesta. Tässä tapauksessa siis 178 litraa. -20°C pakkaskestävyyden saavuttamiseksi taulukon mukaan tarvitaan edellä mainitulle rengaskoolle suolaa 48 kiloa ja vettä 160 litraa. Sekoittamalla suola veteen saadaan liuoksen kokonaismassaksi noin 207 kiloa pyörää kohden.

Haluttaessa pakkaskestävyys -40°C 14,9R28 renkaalle katsotaan taulukosta tämän pakkaskestävyyden saavuttamiseen tarvittavat ainemäärät. -40°C pakkaskestävyydelle tarvitaan suolaa 87 kiloa ja vettä 135 litraa, jolloin kokonaismassaksi muodostuu noin 223 kiloa pyörää kohden. Jos halutaan tehdä nestetäyttö -30°C pakkaskestävyydelle, voidaan maalaisjärkeä käyttämällä ajatella, että suhteutetaan suolan ja veden määrät suunnilleen taulukossa esitettyjen ainemäärien puoliväliin. Esimerkiksi suolaa tarvittaisiin noin 68 kiloa ja vettä noin 148 litraa, jolloin seoksen kokonaismassa olisi noin 216 kiloa ja pakkaskestävyys tällöin -30°C.

Toisen taulukossa mainitun rengaskoon 18,4R38 suolanestetäyttöön tarvittavat ainemäärät taulukon mukaan menisivät seuraavasti. Renkaan kokonaisnestemäärä on 355 litraa 75 % täytössä. Pakkaskestävyys -20°C sarakkeen mukaan suolan määrä olisi 96 kiloa ja veden määrä 319 litraa, tällöin seoksen kokonaismassa on noin 411 kiloa.

Pakkaskestävyyden -40°C saavuttamiseksi rengaskoolle 18,4R38, tarvittavan suolan määrä on taulukon mukaan 174 kiloa ja tarvittavan veden määrä tällöin 270 litraa, jolloin seoksen kokonaismassaksi muodostuu noin 443 kiloa. Mikäli halutaan suorittaa 18,4R38 rengaskoolle pakkaskestävyyden -30°C omaava suolanestetäyttö, voidaan täyttöön tarvittavat ainemäärät suhteuttaa -20°C ja -40°C pakkaskestävyyden saavuttamiseksi tarvittavien ainemäärien puoliväliin aiemmin mainitun esimerkin mukaisesti.

Taulukossa esitettyjen rengaskokojen 16,9R28 ja 20,8R38 suolanestetäyttöön tarvittavat ainemäärät -20°C, -30°C ja -40°C pakkaskestävyyksille saadaan selville taulukosta edellä kuvaimillani tavoilla taulukkoa tulkiten. Suomessa vallitseviin vaihteleviin sääolosuhteisiin pohjautuen suosittelisin tekemään suolanestetäytön aina soveltaen tarvittavat ainemäärät vähintään tuon -30°C pakkaskestävyyden mukaan, jotta mahdollisilta seoksen jäätymisongelmilta vältyttäisiin.

5 Traktorin vetorenkaiden nestetäytön suorittaminen

5.1 Nestetäyttöön tarvittavat tarvikkeet

Nestetäytön suorittamista varten tarvitsee hankkia tarpeelliset välineet sekä nestetäytöseokseen tarvittavat ainesosat. Nestetäytön voi suorittaa monella eri tavalla, mutta kuvan tässä työssä yleisimmän tavan tehdä nestetäyttö. Välineistönä nestetäytössä käytetään ilma-/vesitäyttöadapteria, harmaanveden uppopumppua, tavallista vesiletkua ja suurta vesiastiaa.

Kuva 10. Seuraavalta sivulta löytyvässä kuvassa 10. on lueteltu suolanestetäyttöön tarvittavat tarvikkeet kuvien mukaan järjestyksessä vasemmalta oikealle alkaen ylhäältä. Kollaasissa on kuvat seuraavista tarvikkeista. Tiesuolaa, vesiastia, paineilmalla toimiva nostin,

venttiiliavain, harmaanveden uoppopumppu, vesiletku, ilma-/vesitäyttöadapteri ja paineilma-
mittari. (Saviniemi, 2020)



Itse nestetäyttöliuoksen tekoon tarvitaan vettä ja tiesuolaa. Huomioitavaa on, että suola tulee lisätä veteen, eikä milloinkaan toisinpäin. (Deere & Company, 2013) Kalsiumkloridi tulee lisätä aina veteen, koska kalsiumkloridin liuetessa veteen reaktiossa vapautuu aina lämpöä, tehtäessä suolavesiseos saadaan reaktiossa syntyvän lämmön määrää kontrolloitua paremmin lisätessä suola veden sekaan hiljalleen. (Tiehallinto, 2006)

Huomioitava on, että vesiastian on hyvä olla suuri ja niitä voi olla myös useampi, koska renkaiden nestetäyttöön menee liuosta huomattava määrä. Vesiastian täyttö sekä suolan sekoittaminen veteen vie myös oman aikansa.

Osa nestetäytössä tarvittavista tarvikkeista on erikoistyykaluja, eikä niitä ole saatavilla kuin rengasalan tarvikemyyjiltä tilaustavarana. Tähän on syytä varautua etukäteen, mikäli suunnittelet nestetäytön toteutusta.

Uppopumpuksi kelpaa harmaavesipumppu, vesiletkuksi riittää hyvin tavallinen puutarhaletku. Paineilmanostimen tilalla voidaan myös käyttää aivan tavallista tunkkia, jonka sallittu nostopaino riittää työn suorittamiseen tietyn painoiselle koneelle.

5.2 Suolanestetäytön suorittaminen

Maatalouspyörät ovat normaalisti varustettuja venttiileillä, joita voidaan käyttää sekä ilma-että nestetäyttöön. Sisärenkaissa venttiilityyppi on TR218A tai TR220A. Tubeless-renkaissa eli ilman sisärengasta täytettävissä renkaissa venttiilityyppi on TR618A. (Trelleborg, Liquid Ballasting, n.d.)

Aivan aluksi suolanestetäytettävät renkaat irrotetaan koneesta yksitellen ja on suositeltavaa, että niihin asennetaan sisärenkaat korroosio-ongelman ehkäisemiseksi. Tämän jälkeen renkaat paineistetaan ilmalla suositeltuun paineeseen ja kiinnitetään takaisin koneeseen. (Trelleborg, Liquid Ballasting, n.d.)

Traktoria siirretään siten, että venttiili tulee ”kello 12” asentoon. Nestetäytössä renkaan tilavuudesta täytetään 75 %. Täytettävän renkaan akselin alle asennetaan tunkki, jolloin rengas pysyy alkuperäisessä muodossaan täytön ajan. Tämän jälkeen rengas tyhjennetään ilmasta eli venttiililineula poistetaan. (Trelleborg, Liquid Ballasting, n.d.)

Suolanestetäytön aloittamista varten tarvittavat tarvikkeet esiteltiin edellä. Seuraavaksi kuvataan suolanestetäytön suorittamisen vaiheet. Suoritettavassa täytössä traktorin rengaskoot ovat seuraavat. Eturenkaat ovat kooltaan 540/65R28. Täyttöön tarvittavat ainemäärät etupyörää kohden ovat 74 kiloa suolaa ja 248 litraa vettä. Takapyörät ovat kooltaan 650/65R38. Takapyörien täyttöön tarvittavat ainemäärät takapyörää kohden ovat 146 kiloa suolaa ja 487 litraa vettä. Tämä täyttö tehdään seoksella, jonka pakkasenkestävyys on yli -20 °C ja kuvattava täyttö tehdään 75-prosenttisena täyttönä. Tähän työhön on laitettu liitteeksi kattavat taulukot suolanesteen täytön määristä rengaskoittain.

Ensimmäiseksi traktoria tulee siis keventää nostamalla se pyörä kerrallaan paineilmanostimen avulla ilmaan. Pyörän keventämisen jälkeen otetaan käyttöön venttiiliavain, jolla poistetaan renkaan venttiilistä venttiilineula, jolloin ilma pääsee poistumaan renkaasta.

Seuraavassa vaiheessa aloitetaan vesiastian täyttö sekä renkaiden nestetäyttöä varten hankitun suolan sekoittaminen veteen. Suola on sekoitettava veteen, ei koskaan toisin päin Suolan sekoittamisen voi suorittaa esimerkiksi akkuporakoneeseen liitettävällä betoninsekoitustyökalulla. Tasaisesti sekoittuneen suolavesiseoksen valmistuttua voidaan uppopumppu vesiletkuineen sijoittaa seosastiaan. Tässä vaiheessa, ennen varsinaisen täytön aloittamista, on hyvä vielä varmistua, että kevennetyn traktorin pyörän venttiili on suunnilleen ”kello 12” asennossa, näin ollessa voidaan täytön valmistelua jatkaa seuraavaan osuuteen.

Edeltäneiden vaiheiden jälkeen ilma-vesitäyttöadapteri on kytkettynä uppopumpusta lähtevän vesiletkun toiseen päähän. Ilma-vesitäyttöadapteri voidaan tässä vaiheessa kytkeä kiinni traktorin pyörän venttiiliin. Täytön osalta ollaan nyt tilanteessa, jossa meillä on yhden pyörän täyttöön tarvittava määrä suola-vesiseosta valmiina vesiastiassa ja uppopumppu vesiletkuineen sekä ilma-vesitäyttöadapteri valmiina käytettäväksi. Voimme siis siirtyä varsinaiseen täyttöön, sillä valmistelut ovat valmiit.

Täyttö voidaan nyt aloittaa. Kytetään pumppu käyntiin ja tämän jälkeen tarkkaillaan täytön edistymistä, tasaisin välein. Heti täytön alkuvaiheessa huomataan, että traktorin pyörän venttiili toimii kokonsa puolesta supistajana, vaikka käytettävässä pumpussa on tuottoa 90 l/min ei tämä ole todellinen pyörän suolanesteseoksella täyttymistahti. Todellisuudessa tahti

on hyvinkin paljon hitaampi. Kuvatussa täytössä traktorin takapyöriin laitettiin noin 628 kg suola-vesiseosta pyörää kohden. Tämän seosmäärän siirtyminen käytetystä astiasta pyörän sisälle kesti noin kolme ja puoli tuntia pyörää kohden. Täytön aikana tarvitsi korvausilmaventtiiliä käytetystä adapterista aukoa tasaisin välein, jottei seoksen siirtyminen hidastuisi pyörän puolen paineen kasvaessa.

Etupyöriin täytettiin noin 319 kg suola-vesiseosta pyörää kohden. Etupyöriin seoksen siirtyminen astiasta yhteen pyörään kesti noin kaksi tuntia. Eturenkaidenkin täyttämisen yhteydessä tarvitsi tätä korvausilmaventtiiliä aukoa moneen otteeseen, jottei tässäkin tapauksessa seoksen siirtyminen hidastuisi pyörän puolen paineen kasvaessa. Pyörän puolen paineen kasvu odotetusti vaikutti myös seoksen siirtymisnopeuteen astiasta pyörään.

Lopuksi pumppu sammutetaan ja ilma-vesitäyttöadapteri poistetaan, jonka jälkeen voidaan venttiilinsielu asentaa takaisin paikoilleen venttiiliavaimella. Viimeiseksi laitetaan pyörään halutut rengaspaineet rengaspainemittarilla, joka on kytkettynä paineilmaletkuun.

Edellä kuvatut toimenpiteet toistetaan kuvatulla tavalla jokaisen suolanestetäytettävän pyörän kohdalla. Lopuksi käytetyt tarvikkeet on syytä puhdistaa hyvin, sillä tarvikkeilla käsitelty suola on syövyttävää ja huolellisella puhdistuksella käytettyjen tarvikkeiden kestoja saadaan pidennettyä. Puhdistuksessa voidaan halutessa käyttää pesuaineita, mutta tämä ei ole pakollista. Huuhtelu runsaalla vesimäärällä riittää.

Kaikki neljä pyörää on nyt täytetty. Suolanestetäyttö kokonaisuudessaan näihin neljään pyörään oli pitkäkestoinen prosessi. Pelkästään täyttöihin kului aikaa suunnilleen 11 tuntia. Lopputuloksena etupyörille saatiin yhteensä lisää massaa 638 kg ja takapyörille yhteensä 1256 kg. Kokonaisuudessaan tällä täytöllä saatiin traktorin massaa kasvatettua 1894 kg verran. Täytön suorittamiseen kului kokonaisuudessaan 440 kg suolaa ja 1470 litraa vettä. Tämän suolanestetäytön teossa on käytetty apuna tarvittavien määrien selvittämiseen Liitteenä olevaa taulukkoa 2. 65-profiilisuhde ja suolanestetäyttö.

Kuva 11. Esimerkkikuva traktorin VF-renkaan suolanestetäytöstä ja nestetäyttöventtiilistä (Rengaskokona 710/60R42). (Saviniemi, 2020)



Nestetäyttöventtiili kytketään traktorin pyörään. Nestetäytössä käytetään erikoisventtiiliä, jossa on erillinen poistoilmaventtiili. Neste valutetaan traktorin pyörään. Mikäli käytettävissä ei ole tuota erikoisventtiiliä, täytyy ilmaa päästää pois renkaasta aika ajoin täytön aikana. Täyttö lopetetaan, kun on saavutettu tavoiteltu nestetäyttöraja. Tämän huomaa, kun poistoilman tilalta alkaa valua nestettä ulospäin. Tämän jälkeen asennetaan venttiililineula paikoilleen ja renkaaseen lisätään vielä ilmaa haluttuun paineistukseen asti. Loppupaineistuksessa on huomioitava, että ilmaventtiilin täytyy olla nestetason yläpuolella, jotta ilmanpaine pystytään mittaamaan. (Trelleborg, Liquid Ballasting, n.d.)

Kuva 12. Toteutuskuva nestetäyttöventtiilin kytkennästä traktorin pyörään tehtäessä 75-prosenttinen täyttö. (Saviniemi, 2020)



Paripyörällisten traktorien nestetäytössä oltiin aikaisemmin sitä mieltä, että vain sisempiin renkaihin laitettaisiin nestetäyttö. Nykyään suositus on se, että akselin kaikkiin renkaihin laitetaan nestetäyttö, mutta vain 40 %. Käytännössä venttiilin kohta asetetaan täytössä "kello 4" kohtaan ja lopuksi kaikkiin renkaihin laitetaan sama paine. (Titan International, 2020, s.4)

5.3 Esimerkkilaskelmia traktorin tehon tarpeen muutoksesta suolanestetäytetyillä pyörillä varustettuna.

Itsensä traktorin liikkumiseen tarvittava voima on F_v . Traktorin moottorin on tuotettava riittävä vääntömomentti, jotta renkaiden sekä maan välille saadaan riittävä kehävoima, joka vie sitä eteenpäin. Traktorin oma kulkuvastus ilmoitetaan vierimisvastuskertoimen avulla. Kulkuvastus riippuu suurimmaksi osaksi alustasta, jolla liikutaan. Seuraavalta sivulta löytyvässä

taulukossa on esitetty yleisimpiä vierimisvastuskertoimen arvoja. (Traktorit ja työkoneet, n.d., moottorin kuormittuminen)

Taulukko 2. Yleisimmät vierimisvastuskerrointen arvot eri alustoilla. (Traktorit ja työkoneet, n.d., Moottorin kuormittuminen)

Alusta	Vierimisvastuskerroin
Asfaltti	0,02
Soratie	0,04 - 0,05
Normaali pelto	0,07 - 0,10
Pehmyt pelto	0,1 - 0,3

$Fv = f \cdot G$, Fv = Kulkuvastus, vierimisvastus, f = Vierimisvastuskerroin, G = traktorin paino $G = g \cdot m$. Laskussa käytetty arvo $9,81 \text{ m/s}^2$ on putoamiskiihtyvyys, eli maan vetovoima.

Ajatellaan, että traktorin oma massa on 5600 kg ja se liikkuu pellolla. Kuinka suuri voima tähän tarvitaan, kun ajonopeus on 10 km/h?

Oletetaan pellon vierimisvastukseksi taulukossa kerrottu $f = 0,1$. Traktorin paino $5600 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 54,0 \text{ kN}$. Vierimisvastusvoima on $Fv = 0,1 \cdot 54,0 \text{ kN} = 5,4 \text{ kN}$. Tarvittava teho $P = F \cdot v = 5,4 \text{ kN} \cdot (10:3,6) = 14,9 \text{ kW}$.

Vastaus: Traktorin liikkumiseen tarvitaan 14,9 kW, kun sen paino on 5600 kg.

Mikäli traktorin painoon 5600 kg lisätään työssään aiemmin kuvaamastani kaikkien neljän pyörän suolanestettästä saatu lisäpaino 1894 kg, saadaan traktorin painoksi, -20 asteen pakkaskestävyydellä ja 75-prosenttisella täytöllä suoritettuna 7494 kg. Lasketaan tämän jälkeen sama lasku, täytöllä saavutettu lisäpaino siihen sisällytettynä.

Traktorin massa on nyt 7494 kg, se liikkuu samoissa olosuhteissa kuin aiemminkin. Kuinka suuri voima siis tarvitaan, kun ajonopeus on 10 km/h?

Vierimisvastuksena käytetään edelleen taulukossa kerrottua $f = 0,1$. Traktorin paino $7494 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 73,5 \text{ kN}$. Vierimisvastusvoima on $Fv = 0,1 \cdot 73,5 \text{ kN} = 7,35 \text{ kN}$. Tarvittava teho $P = F \cdot v = 7,35 \text{ kN} \cdot (10:3,6) = 20,4 \text{ kW}$.

Vastaus: Traktorin liikkumiseen tarvitaan lisääntyneestä painosta johtuen 20,4 kW tehoa.

Tehon tarve jokaiselle pyörälle tehdyn painonlisäyksen myötä on siis kasvanut traktorin alkuperäiseen tehon tarpeeseen nähden, ($20,4 \text{ kW} - 14,9 \text{ kW} = 5,5 \text{ kW}$), $5,5 \text{ kW}$, kun sen paino on 7494 kg .

Mikäli nestetäyttö tehtäisiin esimerkiksi vain takapyöriin, olisivat käytettävät arvot seuraavat. Kahden takapyörän yhteenlaskettu massa, toteutettuna -20 asteen pakkaskestävyydellä ja 75-prosenttisella täytöllä olisi tällöin 1256 kg .

Vierimisvastus on $f = 0,1$. Traktorin paino $5600 \text{ kg} + 1256 \text{ kg} = 6856 \text{ kg}$. $6856 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 67,2 \text{ kN}$. Vierimisvastusvoima on $F_v = 0,1 \cdot 67,2 \text{ kN} = 6,7 \text{ kN}$. Tarvittava teho $P = F \cdot v = 6,7 \text{ kN} \cdot (10:3,6) = 18,6 \text{ kW}$.

Vastaus: Traktorin liikkumiseen tarvitaan takapyörille lisätyn painon johdosta $18,6 \text{ kW}$ tehoa.

Tehon tarve takapyörille tehdyn painonlisäyksen myötä on kasvanut alkuperäiseen tehon tarpeeseen nähden tällöin, ($18,6 \text{ kW} - 14,9 \text{ kW} = 3,7 \text{ kW}$), $3,7 \text{ kW}$, kun traktorin paino on 6856 kg .

Lopputulos: Suolanestetäyttö vaikuttaa siis koneen liikkumiseen tarvittavaan tehoon, tehon tarvetta nostavasti, mutta lisääntynyt paino vetotyössä parantaa vetopitoa eli pienentää pyörän luistoa työskenneltäessä. Teoreettisesti lisääntyneen painon ja parantuneen vetopidon ansiosta traktorilla voisi olla mahdollista vetää esimerkiksi kyntöauroja, joissa olisi yksi siipi tai siipipari enemmän kuin aiemmin. Käytännön tasolla tuloksen selvittämiseksi tarvitsisi suorittaa testi todellisissa työskentelyolosuhteissa, suolanestetäytetyillä pyörillä varustetulla koneella, sekä vastaavasti yhden siiven tai siipiparin verran suuremmilla kyntöauroilla.

6 Johtopäätökset

Suolanestetäyttö ei ole kovinkaan yleinen tapa lisätä koneen painoa, kuitenkin se on vähän tilaa tarvitseva painon lisäystoimenpide ja samalla se laskee koneen painopistettä alemmas, jolloin muun muassa koneesta tulee vakaampi käyttää. Painon lisäys vaikuttaa kuitenkin traktorin moottorista saatavaan tehoon, sen määrää alentavasti. Painon lisääntyminen työ-koneelle ei myöskään aina ole tavoiteltua, sillä joskus tarvitaan myös kevyempää konetta erilaisiin töihin. Tähän yhtenä ratkaisuna on toki hankkia samaan traktoriin toinen rengassarja, jossa suolanestetäyttöä ei ole. Tällöin renkaiden vaihdolla saadaan samasta koneesta tarvittaessa kevyempi ilman todella työlästä suolavesiseoksen poistoa.

Polttoaineen kulutuksen lisääntyminen yhdellä litralla 1000 kg kohden ei kuitenkaan mielestäni ole merkittävää, kun puhutaan jo valmiiksi usean tonnin painoisista koneista, joihin suolanestetäyttöjä yleensä tehdään. Polttoaineen kulutuksen lisääntyminen myöskään tuskin haittaa, jos suolanestetäytön avulla saadaan tehtävää työtä tehostettua halutulla tavalla. Painon kasvaessa kone myös vakavoituu, jota itse pidän hyvänä asiana.

Suolanestetäytön teko itsessään on työläs ja aikaa vievä prosessi, mutta jos lisäpainon tarve traktoriin on ilmeinen ja koneen ulkomitat eivät saisi muuttua mahdollisten ahtaiden työskentelyolosuhteiden takia, niin silloin suolanestetäyttöä kannattaa ehdottomasti harkita. Suolanestetäyttö on myös suhteellisen edullinen tapa lisätä koneen painoa, kun verrataan mahdollisten muiden lisäpainotusten hintoja sekä niiden vaatimaa tilaa koneen ympärillä.

Suolanestetäytetyt pyörät ovat selvästi parhaimmillaan silloin, kun koneeseen tarvitaan lisäpainoa sekä samanaikaisesti lisää vetotehoa pyörille tehtäessä raskasta vetotyötä, jossa vaaditaan hyvää pitoa pyöriltä.

Traktorin suolanestetäytetyt pyörät saattavat kuitenkin vaikuttaa ajomukavuuteen heikentävästi, tällöin pitää punnita suolanestetäytön vaikutukset omien käyttötarkoitusten mukaan ja vetää johtopäätökset yleisimmin tehtävien töiden mukaan. Suosittelen kaikille, jotka pohtivat suolanestetäytön ottamista koneeseensa kysyvän itseltään: ”onko suolanestetäyttö yleisimmin suoritettaviin työtehtäviin soveltuva tapa saada koneelle lisäpainoa?”. Mikäli päädyt vastaamaan kysymykseen kyllä, suosittelen ehdottomasti tekemään suolanestetäytön

sisärenkaallisena, sillä tällä tavalla toteutettuna saadaan suolan aiheuttamaa korroosiota vanteelle ja ulommalle renkaalle olennaisesti vähennettyä, kun korrosio kohdistuu sisärenkaaseen. Suolanestetyillä pyörillä ajettaessa tulee muistaa, että kiihdytykset sekä jarrutukset ovat koneelle raskaampia painon lisääntymisen myötä.

Lopputulemana suolanestetyt soveltuu käytettäväksi traktoreissa, joita käytetään ras-
kaassa vetotyössä ja joihin samalla tarvitaan lisää vetopitoa, vetokoneen mahdollisen kevey-
den takia. Koneen vakauten vaikuttaa aina myös lisääntynyt paino. Etukuormainkäytössä
koneen vakaudella on myös iso merkitys työntekoon, myös suolanestetytön myötä madal-
tunut painopisteen sijainti vaikuttaa etukuormainkäytössä olevan koneen ajomukavuuteen
kuormaustilanteessa. Esimerkiksi pyöräkuormaajissa käytetään joissakin tapauksissa suo-
lanestetytetyjä takapyöriä, sillä niiden keulalla on paljon painoa kuormaustilanteissa. Ko-
neen vakauden parantamiseen suolanestetytö on hyvä ja suhteellisen edullinen tapa
vakauttamaan koneen kulkua. Suolanestetytö on myös hyvä tapa saada koneeseen lisää
vetopitoa sekä samalla madallettua koneen painopistettä tarvittavissa työtehtävissä.

Lähteet

Aspelund, J. (2020). Työntekijä, Hankkija Oy.

Haastattelu 20.10.2020

Aspelund, J. (2017) Eri rengastyypit ja niiden merkitys tiivistymisen ehkäisyssä, miten lukea rengasmerkintöjä? Haettu 20.3.2020 osoitteesta

<https://luomu.fi/tietopankki/wp-content/uploads/sites/4/2017/12/Aspelund-J.-Eri-rengastyypit-ja-niiden-merkitys-tiivistymiseen-171213.pdf>

Aspelund, J. (2017) Traktorin rengaskokovaihtoehdot eri profiileilla [kuva]. Eri rengastyypit ja niiden merkitys tiivistymisen ehkäisyssä, miten lukea rengasmerkintöjä? Haettu 20.3.2020 osoitteesta

<https://luomu.fi/tietopankki/wp-content/uploads/sites/4/2017/12/Aspelund-J.-Eri-rengastyypit-ja-niiden-merkitys-tiivistymiseen-171213.pdf>

Autowiki (2019) Rengas. 2.9.2019. Haettu 12.2.2020 osoitteesta

<http://www.autowiki.fi/index.php/Rengas#Ristikudosrengas>

Bicycle History (2020) John Boyd Dunlop Biography - The First Commercial Pneumatic Rubber Tire. Haettu 16.11.2020 osoitteesta

<http://www.bicyclehistory.net/bicycle-inventor/john-boyd-dunlop/>

BKT (n.d.) BKT-tires. Haettu 14.2.2020 osoitteesta

<https://m.bkt-tires.com/en/agriculture>

Bridgestone (2014) Testitulokset. Haettu 15.2.2020 osoitteesta

<https://www.bridgestone.fi/maatalous/testing-results/>

Continental (2020) Hinnasto ja tekniset tiedot – Maatalousrenkaat

Deere & Company (2013) Renkaan nestetäyttö. Haettu 11.2.2020 osoitteesta

http://manuals.deere.com/omview/OMAL179677_22/LX,OSPU%20%20000250_22_20000301.html

Deere & Company (2013) Renkaan nestetäyttö [kuva]. Haettu 11.2.2020 osoitteesta

http://manuals.deere.com/omview/OMAL179677_22/LX,OSPU%20%20000250_22_20000301.html

Deere Manuals (2020) Haettu 22.2.2020 osoitteesta

http://manuals.deere.com/omview/OMAL179677_22/LX,OSPU%20%20000250_22_20000301.html

Goodyear Farm Tires (n.d.) Haettu 13.2.2020 osoitteesta

<https://www.goodyearfarmtires.eu/about/>

Hakala, T. (2018) Renkaiden nestetäyttö – Vakauttavaa painotusta. Koneviesti. 15.3.2018.

Haettu 12.2.2020 osoitteesta

<https://www.koneviesti.fi/metsa/artikkeli-1.227781>

Launo, M. (2020). Suolanestetäytettyjen traktorin pyörien käyttäjä.

Haastattelu 05.11.2020

Liquid Ballasting Know-how and Procedure Part #1 (2018) Haettu 15.3.2020 osoitteesta

<https://www.youtube.com/watch?v=getWnXi3i38>

Mitas (2020). Ristikudosvyörenkaan rakenne [kuva]. Haettu 17.11.2020 osoitteesta

<https://www.mitas-moto.com/en/tools--and--resources/technology--and--safety/tire--constructions>

Nokian Renkaat (2019) Tuotekehitys. Haettu 24.11.2020 osoitteesta

<https://www.nokianrenkaat.fi/yritys/vastuullisuus/tuotteet/tuotekehitys/>

Peda.net (n.d.) Mitä on hiljainen tieto? Haettu 15.4.2020 osoitteesta

[Mitä on hiljainen tieto? \(peda.net\)](#)

Rengasvalmistajien jaosto (2015) Rengastyypit. Haettu 12.2.2020 osoitteesta

<https://www.rengasvalmistajat.fi/rengastyypit>

STRO - The Scandinavian Tire & Rim Organization (2019) Rengasnormit.

Tiehallinto (2006) Kalsiumkloridin kemialliset ja fysikaaliset ominaisuudet. Haettu 17.11.2020 osoitteesta

[3201014kalsiumkloridin_sivuvaik.PDF \(vayla.fi\)](#)

Titan International (2020) Ag Databook. Haettu 14.2.2020 osoitteesta

www.titan-intl.com

Traktorit ja työkonet (n.d.) Moottorin kuormittuminen. Haettu 16.11.2020 osoitteesta

https://enpos.weebly.com/uploads/3/6/7/2/3672459/traktorit_ja_tykoneet.pdf

Traktorit ja työkonet (n.d.) Yleisimmät vierimisvastuskerrointen arvot eri alustoilla [Taulukko]. Haettu 16.11.2020 osoitteesta

https://enpos.weebly.com/uploads/3/6/7/2/3672459/traktorit_ja_tykoneet.pdf

Trelleborg (n.d.). Liquid Ballasting. Haettu 10.3.2020 osoitteesta

www.trelleborg.com

Työturvallisuuskeskus (2018). Ajettavien pienkoneiden turvallisuus. Next Print Oy

Valtra Team (2019). Mukavuus voi olla kannattava investointi. Haettu 10.11.2020 osoitteesta

<https://valtrateam.valtra.com/i ihmiset/mukavuus-voi-olla-kannattava-investointi/>

Vekka-Pirhonen, T. (2020). Toimitusjohtaja, Rengas-Vekka Oy. Haastattelu 1.3.2020.

Vianor (2020). Ristikudosrenkaan rakenne [kuva]. Haettu 17.11.2020 osoitteesta

<https://vianor.fi/renkaat/raskaat-renkaat/teknisia-tietoja/renkaan-rakenne/>

Vianor (2020). Vyörenkaan rakenne [kuva]. Haettu 17.11.2020 osoitteesta

<https://vianor.fi/renkaat/raskaat-renkaat/teknisia-tietoja/renkaan-rakenne/>

Williams, M (2018). Machinery Milestones: Wheel and tyre developments. 29.11.2019.

Haettu 5.2.2020 osoitteesta

<https://www.fwi.co.uk/machinery/tractors/machinery-milestones-wheel-and-tyre-developments>

Wikipedia (2019). Rengas (ajoneuvo). Haettu 2.3.2020 osoitteesta

[https://fi.wikipedia.org/wiki/Rengas_\(ajoneuvo\)](https://fi.wikipedia.org/wiki/Rengas_(ajoneuvo))

Wikipedia (2018). Kalsiumkloridi. Haettu 18.2.2020 osoitteesta

<https://fi.wikipedia.org/wiki/Kalsiumkloridi>

Wikipedia (2018). Traktori. Haettu 18.2.2020 osoitteesta

<https://fi.wikipedia.org/wiki/Traktori>

Liite 1: HAASTATTELUKYSYMYKSET

Haastattelukysymyksistä saadut olennaisimmat vastaukset on mainittu tässä opinnäytetyössä tekstin joukossa.

Haastattelu 20.10.2020

Aspelund, J.

Taustatietoa henkilöstä

Kuinka monta vuotta olet työskennellyt rengasalalla?

Entä raskaiden renkaiden parissa?

Millaisissa työtehtävissä olet työskennellyt rengasalalla?

Mistä olet saanut työssäsi tarvittavaa tietoa?

Suolanestettäytö

Mitä ainetta käytätte nestettäytöissä?

Miksi nestettäytettä tehdään?

Kuinka yleistä se on?

Mitä lisähyötyä nestettäytöstä on loppukuluttajalle?

Mitä mahdollista haittaa tästä on? Esim. vanteiden ruostuminen

Nestettäytetyt traktorin renkaat

Millainen vaikutus vetoon?

Ajomukavuuteen?

Koneen vakauteen?

Koneen tehoon?

Kuvaile nestetäyttöprosessi?

Haastattelu 05.11.2020

Launo, M.

Taustatietoa Suolanestetäyttöön päättämisestä ja koneesta

Mistä ajatus traktorin renkaiden suolanestetäytöstä lähti?

Mihin traktoriin nestetäyttö teillä toteutettiin?

Missä Suolanestetäyttö toteutettiin?

Millaisissa työtehtävissä kyseinen traktori toimii?

Nestetäytettyjen renkaiden käyttökokemukset

Millainen oli vaikutus koneen vakauteen?

Millainen oli vaikutus koneen tehoihin käytön aikana?

Millainen oli vaikutus ajomukavuuteen Käytön aikana?

Liite 2: Renkaiden suolanestettäytö taulukot

Taulukko 1. 60-profiilisuhde ja suolanestettäytö (radial)

Size	Rim	Litres of solution or total water (Kg) (at Valve Level= 75%)	Solution (up to -20°C)			Solution (up to -40°C)		
			Quantity CaCl ₂ (Kg)	Volume of Water (l)	Total Mass (Kg)	Quantity CaCl ₂ (Kg)	Volume of Water (l)	Total Mass (Kg)
710/60R30	DW23B	519	124	467	591	254	394	648
900/60R32	DW30B	1005	241	904	1145	492	764	1256
650/60R34	DW20B	444	106	399	505	217	337	554
710/60R34	DW23B	566	135	509	644	277	430	707
900/60R38	DW28B	1082	259	973	1232	530	822	1352
900/60R42	DW28B	1159	278	1043	1321	568	881	1449

Taulukko 2. 65-profiilisuhde ja suolanestettäytö (radial)

Size	Rim	Litres of solution or total water (Kg) (at Valve Level= 75%)	Solution (up to -20°C)			Solution (up to -40°C)		
			Quantity CaCl ₂ (Kg)	Volume of Water (l)	Total Mass (Kg)	Quantity CaCl ₂ (Kg)	Volume of Water (l)	Total Mass (Kg)
440/65R24	DW14L	151	41	136	175	74	115	189
480/65R24	DW15L	187	51	169	217	92	142	234
540/65R24	DW16L	247	67	223	287	121	188	309
540/65R26	DW16L	270	65	254	313	132	205	340
440/65R28	DW14L	169	46	152	196	83	129	212
480/65R28	DW15L	206	56	186	239	101	157	258
540/65R28	DW16L	275	74	248	319	135	209	344
600/65R28	DW18L	363	98	326	421	178	276	453
540/65R30	DW16L	289	78	260	335	142	220	361
800/65R32	DW27B	843	202	758	960	413	640	1053
540/65R34	DW16L	317	86	285	368	155	241	396
600/65R34	DW20B	420	100	378	478	205	319	524
540/65R38	DW16L	342	92	308	397	168	260	428
600/65R38	DW18L	446	120	401	517	218	339	557
650/65R38	DW20B	541	146	487	628	265	411	677
600/65R42	DW18L	481	130	433	558	236	366	602
650/65R42	DW20B	582	157	524	675	285	442	727

Taulukko 3. 70-profiilisuhde ja suolanestettä (radial)

Size	Rim	Litres of solution or total water (Kg) (at Valve Level= 75%)	Solution (up to -20°C)			Solution (up to -40°C)		
			Quantity CaCl ₂ (Kg)	Volume of Water (l)	Total Mass (Kg)	Quantity CaCl ₂ (Kg)	Volume of Water (l)	Total Mass (Kg)
260/70R16	W8	33	9	30	38	16	25	41
280/70R16	W9	41	11	37	47	20	31	51
280/70R18	W9	44	12	40	52	22	33	55
300/70R20	W9	55	15	50	64	27	42	69
320/70R20	W10	70	19	63	81	34	53	88
360/70R20	W11	93	25	84	108	46	71	116
380/70R20	W12	113	30	102	131	55	86	141
320/70R24	W10	85	23	77	98	42	65	106
360/70R24	W11	100	27	90	116	49	76	125
380/70R24	W12	130	35	117	151	64	99	163
420/70R24	W13	166	44	149	193	81	126	208
480/70R24	W15L	213	58	192	247	104	162	266
480/70R26	W15L	231	71	208	273	113	176	289
320/70R28	W10	94	25	85	110	46	71	118
360/70R28	W11	122	33	110	141	60	93	153
380/70R28	W12	144	38	130	167	71	109	180
420/70R28	W13	185	50	167	215	91	141	231
480/70R28	W15L	225	60	203	261	110	171	281
600/70R28	DW18L	398	95	357	452	194	302	496
420/70R30	W13	196	53	176	228	96	149	245
480/70R30	W15L	256	69	230	296	125	195	320
520/70R30	W16L	320	86	288	371	157	243	400
600/70R30	DW18L	417	99	374	473	204	316	520
480/70R34	W15L	285	77	257	331	140	217	356
520/70R34	W16L	350	95	315	406	172	266	438
600/70R34	DW18L	455	109	409	518	222	345	567
480/70R38	W15L	310	84	279	360	152	236	388
520/70R38	W16L	380	103	342	441	186	289	475
580/70R38	W18L	498	134	448	578	244	378	623
710/70R38	DW23B	760	205	684	882	372	578	950
800/70R38	DW25B	1022	245	919	1164	500	776	1276
580/70R42	W18L	519	140	467	602	254	394	649
620/70R42	DW20B	589	159	530	683	289	448	736
710/70R42	DW23B	800	192	720	912	392	608	1000

Taulukko 4. 75-profiilisuhde ja suolanestettä (radial)

Size	Rim	Litres of solution or total water (Kg) (at Valve Level= 75%)	Solution (up to -20°C)			Solution (up to -40°C)		
			Quantity CaCl ₂ (Kg)	Volume of Water (l)	Total Mass (Kg)	Quantity CaCl ₂ (Kg)	Volume of Water (l)	Total Mass (Kg)
620/75R26	DW20B	480	115	432	547	235	365	600
650/75R32	DW20B	596	143	536	679	292	453	745
710/75R32	DW23B	762	182	685	867	373	579	952
650/75R38	DW23B	698	167	628	795	342	530	872
710/75R42	DW23B	921	221	829	1068	451	700	1160

Taulukko 5. 85-profiilisuhde ja suolanestettäyttö (radial)

Size	Rim	Litres of solution or total water (Kg) (at Valve Level= 75%)	Solution (up to -20°C)			Solution (up to -40°C)		
			Quantity CaCl ₂ (Kg)	Volume of Water (l)	Total Mass (Kg)	Quantity CaCl ₂ (Kg)	Volume of Water (l)	Total Mass (Kg)
280/85R20	W10	66	18	60	77	32	50	83
320/85R20	W11	92	25	83	107	45	70	115
280/85R24	W10	75	20	68	87	37	57	94
320/85R24	W11	104	28	94	121	51	79	130
340/85R24	W12	121	33	109	141	59	92	152
380/85R24	W13	160	43	144	186	78	122	200
420/85R24	W15L	211	57	190	245	103	160	264
280/85R28	W10	85	23	76	98	41	64	106
320/85R28	W11	117	31	105	135	57	89	146
340/85R28	W12	136	37	122	157	67	103	170
380/85R28	W13	178	48	160	207	87	135	223
420/85R28	W15L	234	63	211	271	115	178	292
380/85R30	W13	188	51	169	218	92	143	234
420/85R30	W15L	241	65	217	280	118	183	301
460/85R30	W16L	299	81	269	347	147	227	374
380/85R34	W13	205	49	185	238	100	156	258
420/85R34	W15L	265	72	238	307	130	201	331
460/85R34	W16L	327	88	295	380	160	249	409
320/85R38	W11	152	36	137	176	74	116	192
340/85R38	W12	172	46	155	200	84	131	215
380/80R38	W12	197	47	176	223	96	149	245
380/85R38	W13	224	61	202	260	110	171	280
400/75R38	W14	205	49	184	233	100	155	255
420/85R38	W15L	288	78	259	334	141	219	360
460/85R38	W16L	355	96	319	411	174	270	443
520/85R38	W18L	484	131	435	561	237	367	604
650/85R38	DW23B	832	199	749	948	407	632	1039
520/85R42	W18L	523	141	471	607	256	398	654
480/80R42	W16B	389	93	350	451	191	296	490
480/80R46	W16B	416	100	374	483	204	316	524
520/85R46	DW18L	554	133	509	278	117	182	300
480/80R50	DW15B	451	108	406	523	221	344	602

Taulukko 6. 95-profiilisuhde ja suolanestettäyttö (radial)

Size	Rim	Litres of solution or total water (Kg) (at Valve Level= 75%)	Solution (up to -20°C)			Solution (up to -40°C)		
			Quantity CaCl ₂ (Kg)	Volume of Water (l)	Total Mass (Kg)	Quantity CaCl ₂ (Kg)	Volume of Water (l)	Total Mass (Kg)
230/95R32	W7	69	19	62	80	34	52	86
270/95R32	W8	96	26	86	112	47	73	120
230/95R36	W7	77	21	69	89	38	59	96
270/95R38	W10	118	28	106	134	58	89	147
210/95R44	W7	75	20	68	87	37	57	94
230/95R44	W7	91	25	82	106	45	69	114
270/95R44	W8	125	34	113	145	61	95	156
300/95R46	W10	175	47	158	203	86	133	219
230/95R48	W7	91	25	82	105	45	69	114
270/95R48	W9	140	38	126	162	69	106	175
380/90R50	W12	290	70	261	337	142	221	387
300/95R52	W10	198	47	178	225	97	150	247
380/90R54	W12	310	74	279	360	152	237	413

Taulukko 7. Tuumakokoiset renkaat ja suolanestettäyttö (radial)

Size	Rim	Litres of solution or total water (Kg) (at Valve Level= 75%)	Solution (up to -20°C)			Solution (up to -40°C)		
			Quantity CaCl ₂ (Kg)	Volume of Water (l)	Total Mass (Kg)	Quantity CaCl ₂ (Kg)	Volume of Water (l)	Total Mass (Kg)
12.4R36	W11	129	30	115	145	63	97	160
13.6R36	W12	176	42	158	200	86	134	220
7.50R20	5.50F	39	9	34	43	19	29	48
8.3R24	W7	39	9	34	43	18	29	47
9.5R20	W8	48	11	43	54	23	36	59
9.5R24	W8	55	13	49	62	26	41	67

Taulukko 8. Metsäkonerenkaat ja suolanestettäyttö (radial)

Size	Rim	Litres of solution or total water (Kg) (at Valve Level= 75%)	Solution (up to -20°C)			Solution (up to -40°C)		
			Quantity CaCl ₂ (Kg)	Volume of Water (l)	Total Mass (Kg)	Quantity CaCl ₂ (Kg)	Volume of Water (l)	Total Mass (Kg)
500/60R22.5	AG16.00	203	49	183	235	99	154	256
560/60R22.5	AG16.00	247	67	222	287	121	188	309
580/65R22.5	AG16.00	301	81	271	349	147	229	376
600/50R22.5	AG20.00	240	58	221	278	117	182	300
600/55R26.5	AG20.00	320	77	288	371	157	243	403
680/55R26.5	AG20.00	385	104	347	447	189	293	481
710/50R26.5	AG24.00	380	91	342	433	187	289	476
750/60R30.5	AG24.00	675	162	608	783	331	513	851
650/65R30.5	AG20.00	533	128	480	618	261	405	672
850/50R30.5	AG28.00	702	168	632	814	344	534	885

Taulukko 9. Kurottajan renkaat ja suolanestettäyttö (radial)

Size	Rim	Litres of solution or total water (Kg) (at Valve Level= 75%)	Solution (up to -20°C)			Solution (up to -40°C)		
			Quantity CaCl ₂ (Kg)	Volume of Water (l)	Total Mass (Kg)	Quantity CaCl ₂ (Kg)	Volume of Water (l)	Total Mass (Kg)
340/80R18	11	91	21	81	102	44	68	112
400/70R18	13	114	27	102	129	55	86	141
400/70R20	13	122	29	110	139	59	93	152
400/70R24	DW13	139	33	125	158	68	105	173
440/80R24	DW14L	169	40	152	192	82	128	210
460/70R24	DW15L	195	46	175	221	95	148	243
500/70R24	DW16L	241	57	217	274	118	183	301
480/80R26	DW15L	280	67	252	319	137	212	349
440/80R28	DW15L	239	57	214	271	116	181	297

Taulukko 10. IF- ja VF-renkaiden suolanestettäyttö (radial)

Size	Rim	Litres of solution or total water (Kg) (at Valve Level= 75%)	Solution (up to -20 °c)			Solution (up to -40 °c)		
			Quantity CaCl ₂ (Kg)	Volume of Water (l)	Total Mass (Kg)	Quantity CaCl ₂ (Kg)	Volume of Water (l)	Total Mass (Kg)
IF 650/60R34	DW23B	455	109	409	518	223	345	568
IF 710/60R34	DW25B	575	138	517	655	281	437	718
IF 900/60R42	DW30B	1167	279	1049	1328	571	886	1457
IF 650/65R34	DW23B	512	122	460	582	250	389	639
IF 600/70R30	DW21B	428	102	384	486	209	324	533
IF 650/65R38	DW23B	548	131	493	624	268	416	684
IF 710/60R38	DW25B	607	145	546	691	297	461	758
IF 710/70R42	DW25B	813	195	731	926	398	617	1015
IF 710/75R42	DW25B	904	217	813	1030	443	687	1130
IF 750/75R46	DW25B	1101	264	991	1255	539	837	1376
IF 900/65R46	DW30B	1401	336	1260	1596	686	1064	1750
VF 380/90R46	DW13A	285	68	256	324	139	216	355
IF 800/65R32 CFO	DW27B	825	198	742	940	404	627	1031
IF 800/70R32 CFO	DW27B	927	222	834	1056	454	704	1158
IF 800/70R38 CFO	DW27B	1035	248	931	1179	507	786	1293

Taulukko 11. Paripyörätraktorien, implementtirenkaiden ja puutarhatraktorien renkaiden suolaneustetyttö

Size	Rim	Litres of solution or total water (Kg) (at Valve Level= 75%)	Solution (up to -20°C)			Solution (up to -40°C)		
			Quantity CaCl ₂ (Kg)	Volume of Water (l)	Total Mass (Kg)	Quantity CaCl ₂ (Kg)	Volume of Water (l)	Total Mass (Kg)
Twin Tractor								
400/55-17.5	AG11.75	85	20	77	99	42	65	106
600/55-26.5	AG20.00	315	76	284	365	154	239	394
500/60-26.5	AG16.00	220	53	198	255	108	167	275
600/55-30.5	AG20.00	345	83	311	400	169	262	431
600/60-30.5	AG20.00	380	91	342	441	186	289	475
750/45-30.5	AG24.00	410	98	369	476	201	312	513
800/55-30.5	AG28.00	740	178	666	858	363	562	925
900/60-32	DW27B	990	238	891	1148	485	752	1238
710/65-38	DW24B	695	167	626	806	341	528	869
850/50-38	DW28B	885	212	797	1027	434	673	1106
850/60-38	DW28B	1050	252	945	1218	515	798	1313
850/55-42	DW28B	955	229	860	1108	468	726	1194
Twin Implement								
280/60-15.5	AG8.00	45	11	41	52	22	34	56
400/45-15.5	AG13.00	57	13	51	64	27	43	70
400/60-15.5	AG13.00	92	22	82	104	45	69	114
420/55-17	13.00	93	22	83	105	45	70	115
400/55-17.5	AG11.75	85	20	77	99	42	65	106
400/55-22.5	AG11.75	110	26	99	128	54	84	138
500/45-22.5	AG16.00	140	34	126	162	69	106	175
500/60-22.5	AG16.00	225	54	203	261	110	171	281
560/45-22.5	AG16.00	180	43	162	209	88	137	225
560/60-22.5	AG16.00	270	65	243	313	132	205	338
600/50-22.5	AG20.00	265	64	239	307	130	201	331
710/40-22.5	AG24.00	305	73	275	354	149	232	381
400/60-26.5	AG13.00	160	38	144	186	78	122	200
500/60-26.5	AG16.00	265	64	239	307	130	201	331
710/45-26.5	AG24.00	370	89	333	429	181	281	463
800/40-26.5	AG28.00	455	109	410	528	223	346	569
600/60-30.5	AG20.00	380	91	342	441	186	289	475
650/65-30.5	AG20.00	516	123	464	587	253	392	645
710/50-30.5	AG24.00	460	110	414	534	225	350	575
750/60-30.5	AG24.00	702	168	631	799	343	533	876
800/45-30.5	AG28.00	540	130	486	616	265	410	675
850/50-30.5	AG28.00	773	185	695	880	378	587	965
Twin AMPT								
620/50B22.5	AG20.00	265	64	239	307	130	201	331
650/45B22.5	AG20.00	245	59	221	284	120	186	306
710/40B22.5	AG24.00	305	73	275	354	149	232	381
620/55B26.5	AG20.00	320	77	288	371	157	243	400
650/55B30.5	AG20.00	380	91	342	441	186	289	475
750/50B30.5	AG24.00	460	110	414	534	225	350	575
850/45B30.5	AG28.00	627	150	564	714	307	476	783
Twin Garden Tractor								
350/60-17.5	AG11.75	69	16	62	78	33	52	85
400/55-17.5	AG11.75	85	20	77	99	42	65	106
400/55-22.5	AG11.75	110	26	99	128	54	84	138
500/45-22.5	AG16.00	140	34	126	162	69	106	175
500/60-22.5	AG16.00	225	54	203	261	110	171	281

Taulukko 12. Paripyörällisten puutarhatraktorien ja metsätraktorien renkaiden suolanestettä

Size	Rim	Litres of solution or total water (Kg) (at Valve Level= 75%)	Solution (up to -20°C)			Solution (up to -40°C)		
			Quantity CaCl ₂ (Kg)	Volume of Water (l)	Total Mass (Kg)	Quantity CaCl ₂ (Kg)	Volume of Water (l)	Total Mass (Kg)
Twin Garden Tractor								
560/45-22.5	AG16.00	180	43	162	209	88	137	225
560/60-22.5	AG16.00	270	65	243	313	132	205	338
23.1-26	DW20B	495	119	446	574	243	376	619
600/60-30.5	AG20.00	380	91	342	441	186	289	475
Agroforest								
320/85-24	W11	105	25	94	119	51	80	131
380/85-24	W12	155	37	139	176	76	61	137
380/85-28	W12	170	40	153	193	83	129	212
420/85-28	W15L	225	54	202	256	110	171	282
420/85-30	W15L	235	56	211	267	115	178	293
460/85-30	W16L	310	74	279	353	152	235	387
420/85-34	W15L	265	63	238	301	130	201	331
460/85-34	W16L	335	80	301	381	164	254	418
420/85-38	W15L	275	66	247	313	134	209	343
460/85-38	W16L	345	82	310	392	169	262	431
520/85-38	DW16L	470	112	423	535	230	357	587