



ÜLEVAADE: PÕLLUMAJANDUSLIKU MASINAPARGI ARENGUD EESTIS AJAVAHEMIKUL 2010–2018

REVIEW: TRENDS IN THE PARK OF AGRICULTURAL MACHINERY IN ESTONIA IN THE PERIOD 2010–2018

Jüri Olt, Risto Ilves, Arne Kiiüt

Eesti Maaülikool, Tehnikainstituut, Biotehnoloogia õppetool, Fr. R. Kreutzwaldi 56, 51006 Tartu

Saabunud: 08.04.2019
Received:
Aktsepteeritud: 06.06.2019
Accepted:
Avaldatud veebis: 12.06.2019
Published online:

Vastutav autor: Jüri Olt
Corresponding author:
E-mail: jyri.olt@emu.ee

Keywords: tractor, combine harvester, engine power, productivity.

ABSTRACT. The aim of the current research is to provide an overview of the trends in the park of agricultural machinery in Estonia during the period 2010–2018. For this purpose, data obtained from the registers of Agriculture and Transport of Statistics Estonia have been used. The article outlines, firstly, changes in the number of agricultural holdings by the size of arable land and growing area of grain, secondly, changes in the number of tractors and grain harvesters, including the number of new tractors and harvesters sold over the years, thirdly, the preferences of holdings for tractors and grain harvesters, and fourthly, the categorization of new tractors and grain harvesters by the manufacturing company in the given time period. What is more, developments concomitant with trends in the park of agricultural machinery have been described.

doi: 10.15159/jas.19.04

© 2019 Akadeemiline Põllumajanduse Selts. | © 2019 Estonian Academic Agricultural Society.

Sissejuhatus

Nii traktor kui ka teraviljakombain on taimekasvatuse tehnoloogilisi arengutrende tugevalt mõjutavad tehnilised vahendid. Põllumajandusliku masinapargi arenguid 21. sajandi Euroopas prognoosis oma ülevaates Hohenheimi ülikooli professor Heinz Dieter Kutzbach (2000), kes leidis, et masinapark muutub masinate tootlikkuse suurenemise ja masinate üldarvu vähendamise ning täppisviljeluse evitamise suunas.

Traktoripargi arenguid Eestis ajavahemikul 1980–2010 on reas publikatsioonides käsitletud Eesti Maaülikooli õppejõud Ülo Traat† (2008a,b; 2009; 2011 a,b,c). Ülo Traadi (2008a) artiklist selgub, et 2007. aasta andmetel oli traktorimarkidest kõige populaarsem MTZ, mis moodustas 44,3% traktorite koguarvust. Populaarsuselt järgmised olid sel ajal T-25, T-40, mis moodustasid kokku 34,2% ja Valtra kui esimene mitte nõukogude päritolu traktorimark Eestis umbes 5% traktorite koguarvust. Veel selgus, et Eesti traktoripark oli suhteliselt vana, alla 10 aasta vanuseid traktoreid oli vähe, vaid 11,4% üldarvust, ning väga vanu traktoreid, mille vanus oli üle 20 aasta, oli umbes 46,7%.

Tulenevalt tehnika arengust on traktorite ja teraviljakombainide pargid, eelkõige masinate arv ja võimekus aja jooksul muutunud (Miu jt, 1997; Kutzbach, 2000;

Miu, 2015), aga ka tulenevalt riikide sotsiaalmajanduslikest arengutest (Pawlak jt, 2002; Olt jt, 2010). Üldine trend on olnud selline, et alates 1965. aastast, kui toodeti ja võeti Lääne-Euroopas kasutusele rekord-arv teraviljakombaine, üle 60 000 masina, on teraviljakombainide mootorivõimsus ja tootlikkus aasta-aastalt suurenenud ja nende aastane müügiarv sellest tulenevalt vähenenud. Analoogne trend on toimunud traktoritega, müügiarvud on vähenenud, mootorivõimsused on suurenenud. Siit küsimus, kas see trend on olnud omane ka Eesti põllumajandusliku masina-traktoripargi arengu puhul?

Põllumajandusliku tootmise tingimustelt on Balti- ja Põhjamaad küllalt sarnastes kliimaoludes ning olulisi erinevusi ei ole ka põllumajandusliku tootmise traditsioonides. Samal ajal on nende riikide põllumajanduslik tootmine ja tehnoloogiline tase olnud üsna erinev. Põhjamaade põllumajandus on pikka aega arenenud stabiilsetes tingimustes ning tootmisse ja masinapargi arendusse on tehtud pikaajalisi investeeringuid. Eesti, Läti ja Leedu on seevastu pärast taasiseseisvumist 1991. aastal läbi teinud väga radikaalsed põllumajandusreformid. Enne 1991. aastat oli Eestis tegemist põllumajandusliku suurtootmisega, peamiselt kolhooside ja sovhooside näol, mis pärast 1991. aastat osaliselt



lagunes ja killustus ning muutis omandivormi. Näiteks 10 aastat pärast iseseisvumist ehk 2001. aastal oli Eestis teraviljakasvatusega tegelevate majapidamiste arv 20 542 (Statistikaameti andmebaas. PMS105), kusjuures teravilja kasvupinna keskmine suurus ühe majapidamise kohta oli 13,3 ha, kuid 2016. aastaks oli see kahanenud 4985 majapidamiseni (tabel 1), kusjuures nende teravilja kasvupinna keskmine suurus oli suurenenud 70,9 ha-ni. Sel perioodil toimus majapidamiste aktiivne ühinemine. 2001. aastal oli Eestis üle 100 ha suuruseid majapidamisi kokku 466 teraviljapõllupinnaga 148 125 ha, mille järgi selliste majapidamiste teraviljapõldude keskmine suurus oli 317,9 ha.

Tabel 1. Põllukultuuride kasvupind Eestis $\times 10^3$ ha ajavahemikul 2010–2018 (Statistikaameti andmebaas)

Table 1. The growing area of agricultural crops in Estonia $\times 10^3$ ha in the period 2010–2018 (Statistics Estonia)

Aasta Year	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Pindala Area, $\times 10^3$ ha	602,0	585,3	568,8	590,2	608,4	614,0	672,9	665,0	668,9

Statistikaameti andmebaasist (PM03) nähtub, et põllukultuuride kasvupind Eestis (tabel 1) suureneb, üha rohkem võetakse kasutusse põllumajanduslikust tootmisest varem välja jäetud maid.

Üle 1000 ha teravilja kasvupinnaga majapidamiste kohta 2001. aastal andmed puuduvad, aga juba 2010. aastal oli üle 1000 ha teravilja kasvupinnaga majapidamisi 18 2013. aastal 24 ja 2016. aastal 26 (tabel 2). 2016. aastal oli neis 26 majapidamises teravilja kasvupinda kokku 42 375 ha, kusjuures kasvupind oli suurenenud keskmiselt juba 1630 ha-ni.

Tabel 2. Põllumajanduslike majapidamiste arv teravilja kasvupinna suurusklassi järgi ajavahemikul 2001–2016 Statistikaameti andmebaas: PM109)

Table 2. The number of agricultural holdings by the size of the growing area of grain in the period 2001–2016 (Statistics Estonia. PM109)

Kasvupinna suurusklass Size of growing area	2001	2010	2013	2016
Kokku / Total	20 542	5728	5468	4985
0...<1	5720	704	577	477
1...<2	3947	628	482	353
2...<5	4050	1037	886	740
5...<10	2936	843	776	742
10...<20	1897	691	730	567
20...<30	653	343	394	323
30...<50	495	404	389	377
50...<100	378	425	467	477
>100	466*	653	768	930
100...<300	–	425	506	630
300...<500	–	127	142	161
500...<1000	–	83	96	113
>1000	–	18	24	26

Märkus: *alates 2010. aastast on suurusklass vähemalt 100 ha andmed avaldatud detailsemalt

Tendentsid teravilja kasvatavate majapidamiste arvu ja kasvupinna muutumise osas (tabel 2) on samasugused nagu need olid ajavahemikul 2001–2007 (Tamm jt, 2010), kuid muutused toimuvad üha kiirenevas tempos.

Sellised muutused teraviljakasvatavate arvu ja kasvupinna osas on mõjutanud tugevalt põllumajandusliku masinapargi kujunemist.

Kuni aastani 2009 on põllumajandusliku masinapargi kujunemist Eestis juba varem uuritud (Olt jt, 2011). Antud töö eesmärgiks oli anda ülevaade traktori- ja teraviljakombainipargi kujunemisest Eestis sellele järgneval perioodil, täpsemalt ajavahemikul 2010–2018.

Materjal ja meetodika

Eesti Vabariigis registreeritud põllumajandusettevõtete traktori- ja teraviljakombainipargi suuruse muutumise dünaamika uurimiseks on kasutatud peamiselt Statistikaameti, täpsemalt selle liiklusregistris arvel olevate liikurmasinate (traktorid, laadurid, kombainid) ja traktorihaagiste andmeid seisuga 31. detsember 2018 (kasutatud on ainult traktorite ja teraviljakombainide andmeid), aga ka masinate müügiesindustest kogutud müügiandmeid.

Liiklusregistrist saadi traktorite ja teraviljakombainide koguarvud, uute traktorite ja kombainide arvud ja esmaselt registreeritud traktorite ja kombainide arvud aastate lõikes. Nende andmete baasil on võimalik määrata liiklusregistrist kustutatud traktorite ja kombainide arvu aastate lõikes.

Liiklusregistrist ja masinate müügiesindustest koguti uute müüdüd traktorite ja kombainide mootorivõimsused ja kombainide heedrite töölaadused, mille alusel leiti keskmised parameetrid vaadeldavate aastate lõikes.

Kuna liiklusregistrisse kantakse kõik traktorid, kaasa arvatud väike- ja minitraktorid, mis teraviljakasvatases suurt tähtsust ei oma, siis parema selguse huvides on antud artiklis traktorid liigitatud võimsusklassidesse järgnevalt:

- 1) kuni 59 hj (kuni 44 kW)
- 2) 60–100 hj (45–75 kW)
- 3) 101–150 hj (76–112 kW)
- 4) 151–200 hj (113–149 kW)
- 5) 201–270 hj (150–202 kW)
- 6) 271–330 hj (203–246 kW)
- 7) üle 330 hj (üle 247 kW)

Masinate tootjate kodulehtedelt on võetud traktorite ja kombainide tehnilisi andmeid. Lisaks liiklusregistri andmetele on kasutatud masinapargi arengute analüüsimisel kirjanduse andmeid. Analüüsis jäetakse arvestamata kuni 59 hj võimsusklassi traktorite müügiandmed.

Tulemused ja arutelu

Traktorid. Traktorite üldarv Eestis 2001. aastal oli 52 441. Järgnevatel aastatel hakkas see number vähenema, kuni 2007. aastani, mil liiklusregistrisse jäi arvele 20 547 traktorit. See võis tuleneda füüsiliselt ja moraalset amortiseerunud traktorite maha kandmisest registrist ning traktoripargi uuendamise soovist ja võimalustest. Alates 2008. aastast on traktorite üldarv, aga ka uute traktorite ost kasvutrendis kuni viimase ajani (Statistikaameti andmebaas. TS33). 2017. ja 2018. esmaselt registreeritud traktorite (Statistikaameti andmebaas. TS331), sealhulgas uute traktorite ost on olnud suhteliselt stabiilne (tabel 3).

Tabel 3. Liiklusregistris arvel olevate traktorite arv aastatel 2010–2018**Table 3.** The number of tractors registered in the Traffic Register in the period 2010–2018

Näitaja / Indicator	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Ratastraktorite koguarv / Total number of tractors	24 149	25 342	26 263	27 202	27 833	28 336	28 914	29 695	–
sh roomiktraktorid / Crawler tractor	22	23	23	25	28	29	–	–	–
Esmaselt registreeritud ratastraktorid Number of tractors delated from the Traffic Register	431	761	772	884	704	650	724	1039	1073
Uued traktorid / Number of new tractors	296	580	596	737	545	517	619	944	973

Joonisel 1 on toodud üle 45 kW (60 hj) mootorivõimsusega uute traktorite müügidünaamika perioodil 2012–2018 (liiklusregistris 2010. ja 2011. a kohta andmed puuduvad) ja joonisel 2 nende jagunemine võimsusklasside kaupa (liiklusregistris puuduvad võimsust puudutavad andmed varasematel aastatel registreeritud traktorite kohta).

Jooniselt 1 nähtub, et uute traktorite müügiarvud varieeruvad aastate lõikes, kuid tendents on müügiarvude vähenemise suunas – 2012. a registreeriti 501 üle 45 kW (60 hj) traktorit, kuid 2018. a ainult 398 traktorit (liiklusregistris 2010. ja 2011. a kohta andmed puuduvad).

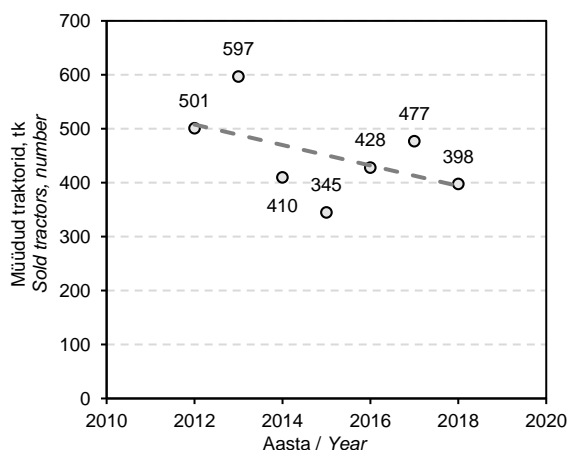
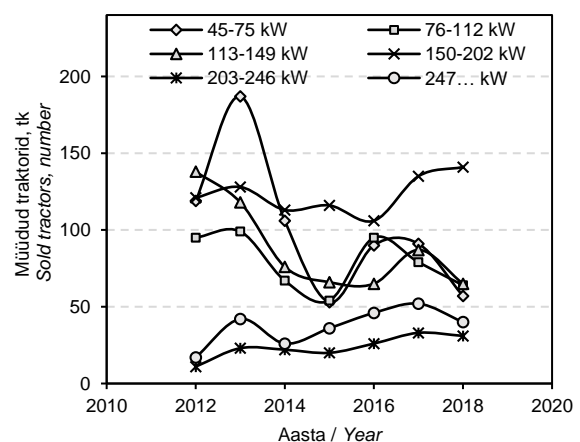
Jooniselt 2 on näha, et traktorite müügiarvud võimsusklasside lõikes varieeruvad veelgi rohkem kui üldised müüginumbrid (joonis 1), kui on märgata, et aasta-aastalt eelistatakse suurema võimsusklassi masinaid. Eriti hästi paistab see tendents välja joonisel 3, kus on toodud aastate lõikes müüdnud traktorite keskmine võimsus. Seega, traktorite võimsuse suurenemine toob kaasa nende müügiarvude vähenemise. Suurema võimsusega traktorite eelistamine on tingitud suurema tootlikkusega mitmefunktsiooniliste põimmasinate kasutuselevõttust (sh otsekülvikud jm), mille energiatarve on mõnevõrra suurem. Liiklusregistris on märgitud registreeritud traktorite tootja, mis annab võimaluse

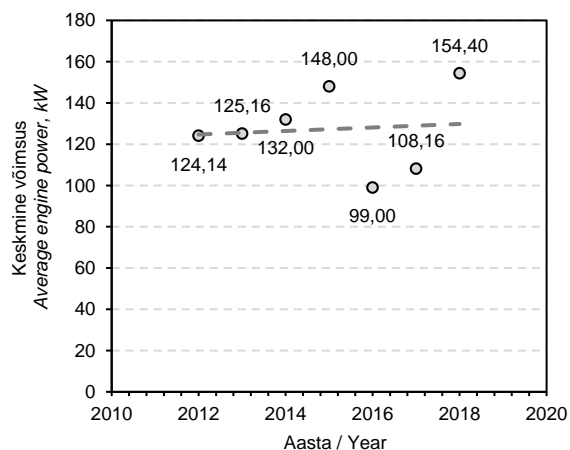
välja tuua jagunemise nende vahel (tabel 4) ning hinnata eelistusi turul.

Tabelist 4 nähtub, et perioodil 2010–2018 enim müüdnud tootjamärk oli New Holland (NH), mis edestab John Deere (JD) 50 ning Valtrat 140 müüdnud traktori võrra. Varasemal perioodil (Traat, 2008a) juhtivaks tootjamärgiks olnud MTZ on nüüdseks oma juhtrolli kaotanud. Uute traktorite müük varieerub aastate lõikes. Selle põhjused on erinevad – maailmamajanduse olukord, turusituatsioon, ilmastik, keskkonnanõuded, müügikampaaniad. Samuti on märgata markide müügiaktiivsuse muutusi müügifirma vahetuse korral. Näiteks, John Deere traktorite müügiesindus vahetus 2015. aastal, Case traktoritel 2014. aastal, Zetoril 2017. aastal.

Erinevate võimsusklassidega traktorite osatähtsus (tabel 5) samal aastal müüdnud traktorite hulgas varieerub, kusjuures erinevate võimsusklasside eelistused traktorimarkide osas ei kattu (joonis 4).

Kuna traktorite võimsusklassid 150 kW (201 hj) ja enam on kujunenud kõige suurema osatähtsusega ehk nende võimsusklasside masinaid eelistatakse üha enam võrreldes väiksematega, siis parema selguse huvides on joonisel 4 toodud enim müüdnud tootjamärkide müügiaktiivsuse võrdlus aastatel 2015–2018.

**Joonis 1.** Üle 45 kW võimsusega uute traktorite registreeringud ajavahemikul 2012–2018**Figure 1.** Registration of new tractors which engine power exceeds 45 kW in the period 2012–2018**Joonis 2.** Uute traktorite jagunemine võimsusklasside kaupa ajavahemikul 2012–2018**Figure 2.** The categorization of new tractors by their engine power in the period 2012–2018



Joonis 3. Uute registreeritud traktorite (45 kW/60 hj ja suuremad) keskmise võimsuse dünaamika aastatel 2012–2018

Figure 3. The dynamics of average power of new registered tractors (45 kW/60 hp and over) in the period 2012–2018

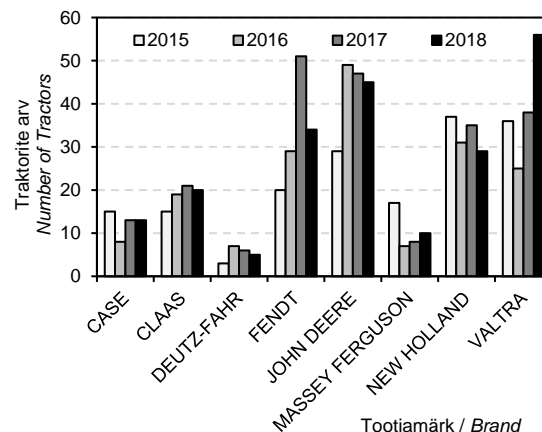
Tabel 4. Uute traktorite jagunemine markide järgi ajavahemikul 2010–2018

Table 4. The categorization of new tractors by the brand in the period 2010–2018

Tootja- märk Brand	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Kok- ku Total
NH	49	93	122	140	106	77	65	77	67	796
JD	44	101	116	124	72	55	82	84	68	746
Valtra	65	96	89	70	73	57	54	80	72	656
Fendt	20	43	25	40	30	22	49	64	50	343
Case	9	27	48	72	27	26	32	22	33	296
Claas	15	25	42	19	18	21	39	31	30	240
MF	19	29	23	40	22	26	11	17	23	210
Zetor	10	14	17	16	26	11	22	9	9	134
DF	5	5	6	6	8	9	15	21	17	92
MTZ	13	34	1	18	3	4	13	2	0	88

Kuna traktorid on peamiselt veomasinad ehk vedukid, siis nende ülesanne on vedada ja käitada erinevaid põllutöomasinaid. Põllutöomasinad on nüüdisajal teatavasti suures osas seadistatavad ja juhitavad elektroonselt ehk need on kujunenud mehhatroonilisteks masinateks. Sellest tulenevalt tehti eelmise sajandi lõpus algust andmesidevõrgu ISOBUS arendamisega traktori ja põllutöomasina vahel, mida arendatakse seniajani (Kortenbruck jt, 2017; Tumenjargal jt, 2018; Macron Zago jt, 2018). Andmesidevõrkude arendus on käesoleva sajandi üks valdkondi, milles juhtivad traktorite ja põllundustehnika tootjad ja arendajad on teinud ja teevad jätkuvalt tihedat koostööd (<https://www.aef-online.org/home.html>).

Teraviljakombainid. Teraviljakombainid erinevalt traktoritest on liikurpõimitöomasinad. Nende üldarv 2001. aastal oli 962, aga 2006. aastaks kasvas see 1235-ni, mis seejärel, 2007. aastal kahanes hüppeliselt 753 kombainini ehk kustutati registrist 482 füüsiliselt ja moraalselt amortiseerunud kombaini, sh hulgaliselt nõukogudeaegseid väheefektiivseid kombaine. Selle tulemusena vähenes kombainipargi keskmine vanus tunduvalt. Liiklusregistris arvel olevate teraviljakombainide arv artiklis käsitletaval ajaperioodil (2010–2017) on toodud tabelis 6.



Joonis 4. 150 kW ja suurema võimsusega traktorite müügiaktiivsuse võrdlus Eestis aastatel 2015–2018

Figure 4. The comparison of tractor sales activity (engine power of 150 kW and over) in Estonia in the period 2015–2018

Tabel 5. Traktorite osatähtsus võimsusklasside lõikes

Table 5. The percentage of tractors by engine power

Traktori võimsusklass, hj/kW Power class, hp/kW	Osatähtsus, % Rate, %	Eelistatud tootjamärgid First-brands awareness
60–100 hj /45–75 kW	14–20	1) New Holland 2) Deutz-Fahr 3) Zetor
101–150 hj /76–112 kW	13–16	1) John Deere 2) New Holland 3) Valtra
151–200 hj /113–149 kW	16–19	1) New Holland 2) Fendt 3) Massey Ferguson
201–270 hj /150–202 kW	30–35	1) Valtra 2) New Holland 3) John Deere
271–330 hj /203–246 kW	7–8	1) Fendt 2) John Deere 3) Massey Ferguson
330+ hj /247+ kW	10–12	1) John Deere 2) Fendt 3) Claas

Tabelist 6 nähtub, et viimasel kümnendil on Eestis Autoregistri andmetel teraviljakombainide arv pidevalt suurenenud, kusjuures esmaselt registreeritud kombainide osakaal on suurenenud kuni 2013. aastani. Esmaselt registreeritud kombainide hulgas on lisaks uutele kombainidele ka järelturu kombaine eelkõige teistest riikidest, peamiselt Saksamaalt ja Soomest. 2014. aastal toimus võrreldes paari eelneva aastaga esmaselt registreeritud kombainide registreerimise oluline vähenemine. Uute kombainide osatähtsus esmaselt registreeritud kombainide hulgas oli sel perioodil küllaltki suur, ulatudes 86–95% (tabel 7).

Tabelist 7 nähtub, et uute teraviljakombainide osakaal kogu kombainipargis on väike, kuid veelgi väiksem on registrist kustutatud kombainide osakaal (tabel 6). See viitab asjaolule, et osa vanemaid teraviljakombaine on jäetud reservi, selleks, et kui peamist töötavat kombaini peaks tabama keset koristusperioodi mingi tehniline rike, siis reservis olev kombain saaks

seda koheselt asendada. Selline reserv aga hakkab pika-peale mõjutama kombainipargi keskmist vanust. Samas, aastatel 2010–2018 lisandus kombainiparki 843 kombaini ja kui arvestada, et ajavahemikul 2002–2009 veel 645 kombaini, siis praegu peaks vanim kombain Eesti kombainipargis olema hinnanguliselt 16 aasta vanune.

Seejuures on üllatav, et kui 2010. aastal oli ühe kombaini keskmiseks aastakoormuseks 286 ha, siis

2016. aastal oli see sama suur – 286 ha. Samal ajal on kombainide keskmine mootorivõimsus (tabel 7) suurenenud, samuti keskmine täismass ning heedri keskmine töölaius. Siinkohal tuleb märkida, et keskmine mootorivõimsus on ajavahemikul 2010–2017 suurenenud 33,5%, kombaini täismass 13% ning heedri keskmine töölaius 38%.

Tabel 6. Liiklusregistris arvel olevate teraviljakombainide arv aastatel 2010–2017

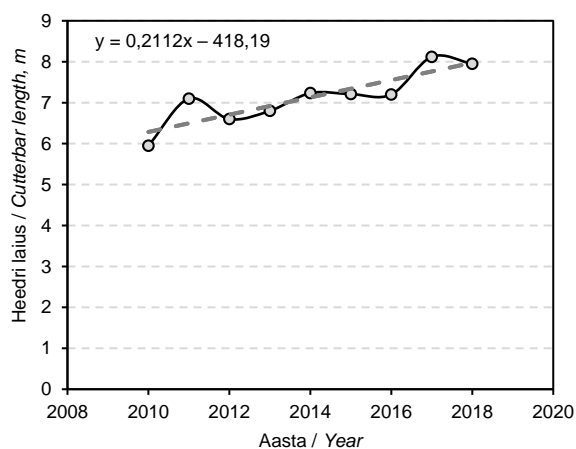
Table 6. The number of registered grain harvesters in the period 2010–2017

Näitaja / Characteristic	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Kombainide koguarv / Total number of harvesters	986	1025	1132	1241	1276	1353	1423	1471
Esmaselt registreeritud kombainide arv Number of harvesters registered for the first time	57	67	141	149	92	120	108	100
Liiklusregistrist kustutatud masinate arv Number of machines deleted from the Traffic Register	12	28	34	40	57	43	38	52
Liiklusregistrist kustutatud masinate osakaal Percentage of machines deleted from the Traffic Register, %	1,2	2,7	2,9	3,1	4,3	3,1	2,6	3,4

Tabel 7. Uute teraviljakombainide andmed

Table 7. The data of new grain harvesters

Näitaja / Characteristic	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Uute kombainide arv / Number of new harvesters	47	66	121	141	85	111	104	95
Uute kombainide keskmine mootorivõimsus, hj Average engine power of new harvesters, hp	283,0	311,0	314,0	314,2	365,0	360,0	401,1	425,5
Uute kombainide osakaal esmaselt registreeritud kombainide hulgas Percentage of new harvesters in the number of harvesters registered for the first time	86,0	98,5	85,8	94,6	92,4	92,5	96,3	95,0
Uute kombainide osakaal kogu kombainipargis Percentage of new harvesters in the total harvester fleet	4,8	6,4	10,7	11,4	6,7	8,2	7,3	6,5

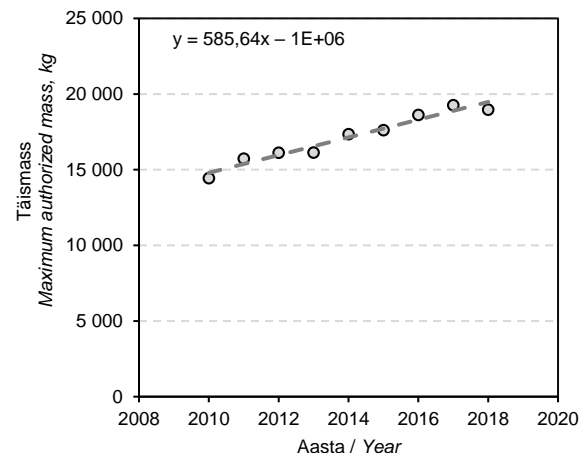


Joonis 5. Uute kombainide keskmine heedri laius aastatel 2010–2018

Figure 5. The average width of new grain harvester headers in the period 2010–2018

Tabelist 6 nähtub, et liiklusregistrist kustutatud kombainide arv on väiksem kui registrisse kantud uute kombainide arv (tabel 7) perioodil 2010–2017, mille alusel võib oletada, et lähiaastatel on oodata suuremas- taapset kombainide kustutamist liiklusregistrist, nii nagu see oli 2007. aastal, kui registri andmetel vähenes kombainipark 482 kombaini võrra.

Tabelis 8 on toodud uute, müüdnud kombainide jagunemine tootjamärkide vahel Eestis ajavahemikul 2010–2018.



Joonis 6. Uute kombainide keskmine täismass ajavahemikul 2010–2018

Figure 6. The average maximum authorized mass of new grain harvesters in the period 2010–2018

Kuni 1990-ndate keskpäevani koosnesid Eesti, Läti ja Leedu kombainipargid peamiselt Nõukogude Liidu kombainimarkidest Niva, Kolos ja Don. Esimesed välismaised masinad, Sampo kombainid ilmusid Eestisse ca 30 aastat tagasi, kuid nende osakaal jäi kombainipargis väikeseks ning väikeseks on see jäänud ka tänapäeval (tabel 4). Muudest kombainibrändidest jõudis esimesena Eesti turule Claas 1996. aastal oma tollaegse kombainiga Dominator 78, mille heedri laiuks oli 4,5 m. Nüüdseks on Claas enim müüv kombaini tootjamärk Eestis, millele järgnevad sellised

tuntud tootjämargid nagu New Holland ja John Deere (tabel 8).

Kuna 2016. aastal oli ühe kombaini keskmiseks aastakoormuseks 286 ha, siis ilmselt oli Eesti kombainipargis sel ajal kombaine, mis ei töötanud põllul. Sellele viitab ka asjaolu, et käesoleva artikli autorite käsutuses on 197 kasutatud kombaini ülevaatuste andmed (mõned nendest kombainidest olid Eesti järelturu masinad), mille hulgas on 120 Claas, 36 New Holland, 23 John Deere, 8 Case, 1 Fendt, 1 Massey Ferguson, 2 Sampo ja 6 RSM kombaini ja mis on töötanud 1 kuni 14 hooaega, aga ainult 11 masinat, mille hooaja keskmine koormus on väiksem kui 286 ha. Näiteks, 2016. aastal soetatud kahe kombaini Claas Lexion 780, mootorivõimsusega 625 hj ja 12,3 m laiuse heedriga kombaini aastakoormused olid vastavalt 1740,56 ja 1739,12 ha ning kahe 2015. aastal soetatud kombaini Claas Lexion 780, mootorivõimsusega 598 hj ja 10,5 m laiuse heedriga kombaini kahe hooaja koristatud pindala olid vastavalt 2164,84 ja 2167,42 ha, mis teeb aastakoormusteks vastavalt *ca* 1082 ja 1084 ha. Need numbrid on oluliselt suuremad kui eelpool mainitud 286 ha.

Tabel 8. Uute kombainide jagunemine tootjämärkide järgi ajavahemikul 2010–2018

Table 8. The categorization of new grain harvesters by the brand in the period 2010–2018

Tootjämärk	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<i>Brand</i>									
Case	0	2	6	4	4	3	5	5	1
Claas	20	21	43	55	31	35	42	30	32
John Deere	8	13	16	15	12	17	22	19	22
Fendt	0	0	0	0	1	0	4	1	1
New Holland	17	19	43	48	28	49	22	29	15
Laverda	1	0	–	0	1	–	0	0	0
RSM	1	8	8	4	1	2	1	2	1
Sampo	0	0	1	6	2	1	0	0	0
Massey Ferguson	0	0	–	0	0	–	1	0	0

Tulenevalt kombaini mootorivõimsuse ja heedri töölaiae suurenemisest ning kombaini tehnilise taseme kiirest tõusust viimaste aastate jooksul on suurenenud kombainide tootlikkus (Huan-Wen, Hunt, 1985; Viesturs, Kopicis, 2016; Mašek jt, 2017; Prístavka jt 2017; Zubko jt, 2018). Teatavasti sõltub teraviljakombaini pindalatootlikkus W otseselt heedri töölaiaesest B , kombaini liikumise kiirusest v põllul ja tööaja kasutamise tegurist τ ehk $W = f(B, v, \tau)$. Tehnilise taseme tõusu all peetakse antud juhul silmas kombaini tehnoloogilise seadistamise automatiseerimist, mis võimaldab vähendada ajakulu kombaini tehnoloogilisele seadistamisele, suurendada seeläbi kombaini tööaja kasutamise tegurit ning tootlikkust. Kuna tootlikkus on pöördvõrdeline koristamise erikuluga (Olt jt, 2019b), siis võimaldavad suurema tootlikkusega kombainid vähendada koristuskulusid.

Üha enam hakatakse kasutusele võtma kombaini pardakompuutrist saadavaid andmeid kombainipargi juhtimisel, eesmärgiga optimeerida koristuskulusid.

Kombainide tööprotsessi automatiseerimisega tegelevad kõik teraviljakombainide tootjad ning see jätkub üha kiirenevas tempos.

Käesolevas artiklis on leidnud käsitlust valdavalt traktori- ja teraviljakombainipark, ehk mehitatud liikurmasinad, kuid juba lähiajal kuuluvad põllumajandusliku masinapargi koosseisu ka mehitamata masinad ja robotid (Bakker jt, 2010; Xue, Xu, 2010; Bonadies, Gadsden, 2019) ning droonid (Aydoğan, 2018; Kulbacki jt, 2018; De Rango jt, 2019; Quaglia jt, 2019). Loodetavasti jõuavad need juba järgmisel kümnendil põhikasutusse ja registritesse.

Täppisviljeluse puhul võib laias pildis eristada kahte infotehnoloogia protsessi, milleks on seire ja juhtimine. Seire faasis kogutakse infot, mis võib sisaldada ka andmetöötlust. Juhtimise faasis tehakse sisendilt saadud info põhjal otsuseid. Täppisviljeluse seire nn asjade interneti IoT (*Internet of Things*) baasil on aktuaalne (Khanna, Kaur, 2019; Muangprathub jt, 2019).

Liiklusregistrist nähtub läbiva tunnusena, et kõikide liikurmasinate põhimiseks jõuallikaks on diiselmootor. Juba pikemat aega käivad otsingud alternatiivsete kütuste kasutamiseks sisepõlemismootorites (Küüt jt, 2011; Ilves jt, 2019), elektrimootorite (Ueka jt, 2013), sealhulgas päikesehübriidtraktori (Mousazahed jt, 2013; Moreda jt, 2016) kasutusele võtuks. Loodetavasti rikutakse järgmisel kümnendil ka diiselmootori monopol põllumajanduslike jõumasinate ajamina.

Järeldused

1. Eesti põllumajanduslike ettevõtete teravilja kasvupinnad on ajavahemikul 2010–2018 suurenenud 21,7%, mille koristamiseks on vajalik olnud võimekama traktori ja kombainipargi tekkimine.
2. Traktoripargi trendid Eestis ajavahemikul 2010–2018 on olnud järgmised:
 - a) traktorite keskmine mootorivõimsus on suurenenud 19,6 %,
 - b) arendatakse andmesidevõrkude tehnilist taset traktori ja põllundusmasinate vahel,
 - c) traktorite koguarv on suurenenud 18,7%.
3. Teraviljakombainipargi trendid Eestis ajavahemikul 2010–2018 on olnud järgmised (Olt jt, 2019a):
 - a) teraviljakombaini keskmine mootorivõimsus on suurenenud 50,3%
 - b) heedri keskmine laius on suurenenud 36,4%,
 - c) kombainide koguarv on suurenenud 49,2%.

Need trendid on sarnased Lääne-Euroopa kombainiparkides toimunud muutustega.

4. Lähiaastatel on oodata hüppelist muutust kombainide koguarvus Eesti kombainipargis, mis tipneb suure hulga kombainide kustutamiseiga registrist.

5. Kombainipark täieneb aasta-aastalt üha suurema tootlikkusega kombainidega.

6. Üha enam hakatakse kasutusele võtma kombaini pardakompuutrist saadavaid andmeid kombainipargi töö juhtimisel, eesmärgiga optimeerida koristuskulusid.

Huvide konflikt / Conflict of interest

Autorid kinnitavad artikliga seotud huvide puudumist.
The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this paper.

Autorite panus / Author contributions

JO – käsikirja kirjutamine ja lõplik toimetamine;
 RI – graafilise osa vormistamine, käsikirja toimetamine;
 AK – andmete kogumine, käsikirja toimetamine.
JO – manuscript writing and final editing;
RI – preparation of Figures, manuscript editing;
AK – data collection, manuscript editing.

Kasutatud kirjandus

- Aydoğan, Y. 2018. Drone technology in agricultural mechanization. – Proceedings of the VI Int Sci Congress Agricultural Machinery. Vol 2. Uses of machines, innovative technologies, Burgas, Bulgaria, 25.06–28.06.2018, 183–185.
- Bakker, T., van Asselt, K., Bontsema, J., Müller, J., van Straten, G. 2010. A path following algorithm for mobile robots. – *Autonomous Robots*, 29(1):85–97, doi: 10.1007/s10514-010-9182-3.
- Bonadies, S., Gadsden, S.A. 2019. An overview of autonomous crop row navigation strategies for unmanned ground vehicles. – *Engineering in Agriculture, Environment and Food*, 12(1):24–31, doi: 10.1016/j.eaef.2018.09.001.
- De Rango, F., Potrino, G., Tropea, M., Santamaria, A.F., Palmieri, N. 2019. Simulation, Modeling and Technologies for Drones Coordination Techniques in Precision Agriculture. – *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 873:77–101, doi: 10.1007/978-3-030-01470-4_5.
- Huan-Wen, G., Hunt, D.R. 1985. Optimum combine fleet selection with power-based models. – *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, 28(2):364–368.
- Ilves, R., Küüt, A., Olt, J. 2019. Ethanol as Internal Combustion Engine Fuel. – Chapter 8: Ethanol, 1st Edition, Science and Engineering, Angelo Basile Adolfo Iulianelli Francesco Dalena T. Nejat Veziroglu (Ed.), Elsevier, pp. 215–229, doi: 10.1016/B978-0-12-811458-2.00008-0.
- Khanna, A., Kaur, S. 2019. Evolution of Internet of Things (IoT) and its significant impact in the field of Precision Agriculture. – *Computers and Electronics in Agriculture*, 157:218–231, doi: 10.1016/j.compag.2018.12.039.
- Kulbacki, M., Segen, J., Kniec, W., Klempous, R., Kluwak, K., Nikodem, J., Kulbacka, J., Serester, A. 2018. Survey of Drones for Agriculture Automation from Planting to Harvest. – Proceedings of the IEEE 22nd Int Conf on Intelligent Engineering Systems, INES 2018, Las Palmas de Gran Canaria, Spain, 21.–23.06.2018, pp 353–358, doi: 10.1109/INES.2018.8523943.
- Kortenbruck, D., Griepentrog, H.W., Paraforos, D.S. 2017. Machine operation profiles generated from ISO 11783 communication data. – *Comput Electron Agr*, 140:227–236, doi: 10.1016/j.compag.2017.05.039
- Kutzbach H.D. 2000. Trends in Power and Machinery. – *J. Agric Engng Res*, 76:237–247, doi:10.1006/jaer.2000.0574.
- Küüt, A., Ritslaid, K., Olt, J. 2011. Study of potential uses for farmstead ethanol as motor fuel. – *Agronomy Research, Special Issue 1*:125–134.
- Mašek, J., Novak, P., Jasinskas, A. 2017. Evaluation of combine harvester operation costs in different working conditions. – Proceedings in International Scientific Conference, Engineering for Rural Development, Jelgava, 24.–26.05.2017, Latvia University of Agriculture, pp. 1180–1185, doi: 10.22616/ERDev2017.16.N254.
- Miu, P. 2015. Combine Harvesters: Theory, Modeling and Design. – CRC Press, Taylor & Francis Group, 460 p.
- Miu, P.I., Beck, F., Kutzbach, H.D. 1997. Mathematical modelling of threshing and separating process in axial threshing. – ASAE Paper No. 97–1063, St. Joseph, MI, 17 pp.
- Marcon Zago, G., Pignaton De Freitas, E. 2018. A Quantitative Performance Study on CAN and CAN FD Vehicular Networks. – *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 65(5):4413–4422, doi: 10.1109/TIE.2017.2762638.
- Moreda G.P., Munoz-Garcia, M.A., Barreiro, P. 2016. High voltage electrification of tractor and agricultural machinery – A review, *Energy Conversion and Management*, 115(1):117–131, doi: 10.1016/j.enconman.2016.02.018
- Mousazahed, H., Keyhani, A., Javadi, A., Mobli, H., Abrinia, K., Sharifi, A. 2011. Life-cycle assessment of a Solar Assist Plug-in Hybrid electric Tractor (SAPHT) in comparison with a conventional tractor. – *Energy Conversion and Management*, 52(3):1700–1710, doi: 10.1016/j.enconman.2010.10.033.
- Muangprathub, J., Boonnam, N., Kajornkasirat, S., Lekbangpong, N., Wanichsombat, A., Nillaor, P. 2019. IoT and agriculture data analysis for smart farm. – *Computers and Electronics in Agriculture*, 156: 467–474, doi: 10.1016/j.compag.2018.12. 011.
- Olt, J., Ilves, R., Küüt, A. 2019a. Overview of the developments of the cereal harvester fleet in Estonia. – Proceedings of the 18th International Scientific Conference, Engineering for Rural Development, Jelgava, Latvia. May 22–24, 2019. Ed: L. Malinovska, V. Osadcuks. Latvia University of Agriculture, 18:179–184, doi: 10.17221/98/2017-RAE.
- Olt, J., Küüt, K., Ilves, R., Küüt, A. 2019b. Assessment of the harvesting costs of different combine harvester fleets. – *Research in Agricultural Engineering*, 65(1):25–32, doi: 10.22616/ERDev/2019.18.N230.

- Olt, J., Traat, Ü., Küüt, A. 2010. Maintenance costs of intensively used self-propelled machines in agricultural companies. – Proceedings of the 9th International Scientific Conference, Engineering for Rural Development, Jelgava, Latvia. May 27–28, 2010. Ed. L. Malinovska, V. Osadcuks. Latvia University of Agriculture, 42–48.
- Olt, J., Traat, Ü. 2011. The Maintenance costs of Estonian tractor-fleet. – Proceedings of the 10th International Scientific Conference, Engineering for Rural Development, Jelgava, Latvia. May 26–27, 2011. L. Malinovska, V. Osadcuks (Eds.). Latvia University of Agriculture, 196–200.
- Pawlak J, Pelizzi G., Fiala M. 2002. On the Development of Agricultural Mechanization to Ensure a Long-Term World Food Supply. – Agriculture Engineering International: the CIGR Journal of Scientific Research and Development, 4:1–21.
- Prístavka, M., Krištof, K., Findura, P. 2017. Reliability monitoring of grain harvester. – Agronomy Research 15(3):817–829.
- Quaglia, G., Cavallone, P., Visconte, C. 2018. Agri_q: Agriculture UGV for monitoring and drone landing. – Mechanisms and Machine Science, 66:413–423, doi: 10.1007/978-3-030-00365-4_49.
- Statistikaameti andmebaas. k.p. Majandus. Põllumajandus. PM03: Põllukultuuride kasvupind. <http://pub.stat.ee/px-web.2001/Dialog/varval.asp?ma=PM03&lang=2>
- Statistikaameti andmebaas. k.p. Majandus. Põllumajandus. PMS109: Põllumaa kasutus. http://pub.stat.ee/px-web.2001/Dialog/varval.asp?ma=PMS109&ti=TERAVILJAKASVATUS+VALDAJA+%D5IGUSLIKU+VORMI+JA+KASVUPINNA+SUURUSKLASSI+J%C4RGI&path=../Database/Majandus/13Pellumajandus/04Pellumajanduslike_majapidamiste_struktuur/04Taimekasvatus/&lang=2
- Statistikaameti andmebaas. k.p. Majandus. Põllumajandus. PM041: Põllukultuuride saagikus. <http://andmebaas.stat.ee/Index.aspx?lang=et&DataSetCode=PM03>
- Statistikaameti andmebaas. k.p. Majandus. Transport. Registreeritud liiklusvahendid. <http://pub.stat.ee/px-web.2001/Dialog/Saveshow.asp>
- Statistikaameti andmebaas. k.p. TS33: Liiklusregistris arvel olevate liikurmasinad ja traktorihaagised. <http://andmebaas.stat.ee/Index.aspx?lang=et&DataSetCode=TS33>
- Statistikaameti andmebaas. k.p. TS331: Esmaselt registreeritud liikurmasinad ja traktorihaagised. http://pub.stat.ee/px-web.2001/Dialog/varval.asp?ma=TS331&ti=ESMASOLT+REGISTREERITUD+LIIKURMASINAD+JA+TRAKTORIHAAGISED&path=../Database/Majandus/22Transport/08Registreeritud_liiklusvahendid/&lang=2
- Tamm, K., Võsa, T., Loko, V., Kadaja, J., Vettik, R., Olt, J. 2010. The impact of distance to the farm compound on the options for use of the cereal plot. – Agricultural and Food Science, 19:43–56.
- Traat, Ü. 2008a. Milline on meie traktoripark? – Maamajandus, november 2008, 28–33.
- Traat, Ü. 2008b. Milline on meie traktoripark? – Maamajandus, detsember 2008, 24–29.
- Traat, Ü. 2009. Milline on meie traktoripark? – Maamajandus, veebruar 2009, 34–37.
- Traat, Ü. 2011a. Milline on Eesti traktoripark? – Maamajandus, oktoober 2011, 4–5.
- Traat, Ü. 2011b. Milline on Eesti traktoripark? – Maamajandus, november 2011, 26–28.
- Traat, Ü. 2011c. Milline on Eesti traktoripark? – Maamajandus, oktoober 2011, 14–17.
- Tumenjargal, E., Tsogt-Ochir, S., Oyumaa, M., Batbayar, E., Munkhbayar, S., Kil To, C., Ham, W.C. 2018. Development of ISOBUS universal terminal and client ECUs for agricultural machinery. – ASABE 2018 Annual International Meeting: Cobo Centre Detroit, 9 pp, doi: 10.13031/aim.201800717.
- Ueka, Y., Yamashita, J., Sato, K., Doi, Y. 2013. Study on the Development of the Electric Tractor: Specifications and Traveling and Tilling Performance of a Prototype Electric Tractor – Engineering in Agriculture, Environment and Food, 6(4):160–164, doi: 10.1016/S1881-8366(13)80003-1.
- Viestur, D., Kopicis, N. 2016. Investigation in suitability of fleet of combines for timely harvesting. – Proceedings of the International Scientific Conference, Engineering for Rural Development, Jelgava, 25.–27.05.2016, Latvia University of Agriculture, 681–686.
- Xue, J., Xu, L. 2010. Autonomus agricultural robot and its row guidance. – Proceedings of the International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation, ICMTMA 2010, 1:725–729, doi: 10.1109/ICMTMA.2010.251.
- Zubko, V., Roubik, H., Zamora, O., Khvorost, T. 2018. Analysis and forecast of performance characteristics of combine harvesters. – Agronomy Research, 16(5):2294–2314, doi: 10.15159/AR.18.212.

REVIEW: Trends in the park of agricultural machinery in Estonia in the period 2010–2018

Jüri Olt, Risto Ilves, Arne Küüt
Estonian University of Life Sciences, Institute of
Technology, Chair of Biosystems Engineering,
Fr. R. Kreutzwaldi 56, 51006 Tartu, Estonia

Summary

Due to the development of technology, tractor and grain harvester parks – foremost the number of machines and their efficiency – have changed over time. However, the socio-economic trends of countries have also played a role in the trends in machinery parks. Since 1965, when a record number of grain harvesters – over 60,000 machines – were manufactured and taken into use in Western Europe, the general trend demonstrates that as the engine power and efficiency increase every year, the annual sales decrease. A similar trend can be seen in the sales of tractors as their

sales have decreased and engine power increased. This leads to a question whether this trend is also characteristic of the Estonian agricultural machine-tractor park.

Therefore, the aim of the current work was to provide an overview of the development of tractor and grain harvester park in Estonia during the period of 2010–2018.

For the purpose of researching the dynamic change in the size of the park of agricultural machinery in the Republic of Estonia, more precisely, tractor and grain harvester park, the data on mobile machinery (tractors, loaders, harvesters) and trailers registered in the Traffic Register of Statistics Estonia on 31st December 2018 (only the data on tractors and grain harvesters have been used) as well as sales data gathered from sales agents have been used. Technical data of tractors and grain harvesters used for the purposes of this article are available on the websites of the manufacturing companies. In addition to the data in the Traffic Register, literature has also been used for analyzing the trends in the machine park. The analysis excludes the sales data of tractors of engine power up to 59 hp.

Based on the results of the article, it can be said:

1. The growing areas of agricultural crops of Estonian agricultural holdings have increased by 21.7% in the period of 2010–2018 due to which a more efficient tractor and grain harvester park became a necessity.

2. Trends in the tractor park in Estonia in the period of 2010–2018 make evident that:

- a) The average engine power of tractors has increased by 19.6%;
 - b) The technical standard of data transmission network between a tractor and agricultural machinery is being developed;
 - c) The gross number of tractors has increased by 18.7%.
3. Trends in the grain harvester park in Estonia in the period of 2010–2018 make evident that (Olt *et al.*, 2019a):
- a) The average engine power of grain harvesters has increased by 50.3%;
 - b) The average width of headers has increased by 36.4%;
 - c) The gross number of grain harvesters has increased by 49.2%.

These trends are analogous to the changes in the West European grain harvester parks.

4. The coming years expect an exponential change in the gross number of grain harvesters in the Estonian harvester park, peaking with a great number of harvesters being removed from the register.

5. The grain harvester park will grow year-by-year as grain harvesters of ever-increasing efficiency will be taken into use.

6. The data of grain harvester on-board computers will be increasingly used for running the work of the harvester park with an aim of optimizing harvesting costs.