

# 100 AASTAT PÕLLUTÖÖMASINATE ALASEST KÕRGKOOLITUSEST EESTIS

Jüri Olt

*Eesti Maaülikool, tehnikainstituut, biomajandustehnoloogiate õppetool  
Fr. R. Kreutzwaldi 56/1, 51006 Tartu*

E-mail: [jury.olt@emu.ee](mailto:jury.olt@emu.ee)

## Sissejuhatus

Tänavu, 2019. aastal, möödub juba 100 aastat põllunduses kasutatavate töömasinate kõrghariduslikust õpetamisest ja uurimisest Eestis. Professor Aimu Reintam (1999a) on oma artiklis jaganud põllumajandusliku masintootmise kõrgkoolituse Eestis neljaks perioodiks:

- 1) 1919–1945 – alusepanek põllutöömasinate õpetusele;
- 2) 1945–1957 – tegevus insenerikoolituse suunas koos õppeaine teoreetilise käsitluse sisseviimisega;
- 3) 1957–1992 – üleminek teaduslikule ainekäsitlusele ja rõhuasetus teadusuuringutele;
- 4) alates 1992 – rõhuasetus kraadiõppele. Professor Aimu Reintami (1999a) poolt nimetatud neljanda perioodi võiks piirata aastaga 2003, ehk 1992–2003. Seda võib liigitada suurte reformide perioodiks, mil suurema efektiivsuse eesmärgil liideti kokku erinevaid struktuuriüksusi. Sel perioodil juurutati bakalaureuse ja magistriõpe (esialgu 4+2, hiljem 3+2). Aimu Reintami (1999a) artikli "80 aastat põllutöömasinate alasest kõrgkoolitusest Eestis" avaldamisest on nüüdseks möödunud 20 aastat ning antud artikli autori arvates on eristatavad veel kolm perioodi:
  - 5) 2003–2005 – seisak põllutöömasinate valdkonna arengus, põllumajanduse populaarsuse kahanemise taustal ühiskonnas;
  - 6) 2005–2017 – põllutöömasinate õpetamise sidumine masinaehitusega rõhuasetusega tootearendusele. Sel perioodil suleti "Põllumajandustehnika" õppekava (2006. a), mille asemele tekkis uus õppekava "Tootmistehnika". Tootmistehnika võib siinkohal liigitada tinglikult põllumajandusliku masinaehituse alla. Pisut hiljem, täpsemalt 2015. a laiendati tootmistehnika õppekava atraktiivsuse suurendamise eesmärgil eriala valikainete nelja mooduliga, milleks olid põllundustehnika, autondus, töötlemistehnika ja biokütused;
  - 7) 2017 kuni praeguseni – rahvusvahelistumise aktiveerumise periood. Põllutöömasinate õppe- ning teadus- ja arendustegevuse jätkumine põllundus- ja tootmistehnika ning farmitehnika ja ergonoomika osakondade ühendamise moodustatud biomajandustehnoloogiate (BT) õppetoolis.

## 100 aasta pikkuse kõrgkoolituse eristatavate perioodide lühikirjeldus

### 1. Periood 1919–1945

1919. a loodi Tartu Ülikoolis põllutööriistade ja -masinate õppetool koos selle juurde kuuluva õppekabineti ning tehniliste õppevahendite ja masinate mudelite rikkaliku koguga, mille esimeseks juhatajaks ja õpetajaks sai Aleksander Luksepp (Reintam, 1999a). Seda õppetooli võib vaadelda praeguse Eesti Maaülikooli tehnikainstituudi biomajandustehnoloogiate õppetooli kujunemise lähteüksusena. Aleksander Luksepp oli oma hariduselt agronoom. Õppetöö põllutöömasinate osas toimus põllumajandusteaduskonna agronoomilise kallakuga üliõpilastele, kusjuures esialgu õpetati suhteliselt lihtsaid hoburiistu ja -masinaid. Ühiskondlik tellimus põllutöömasinate alaseks kõrgkoolituseks toleks ajaks oli tekkinud (Reintam, 1999b).

1924. a anti põllutöömasinate õpetajale A. Luksepale dotsendi kohusetäitja ning 1927. a dotsendi kutse. Alates 1938. a muudeti põllutööriistade ja -masinate dotsentuur professuuriks ning A. Luksepp kinnitati adjunktprofessoriks, kes oli seega põllundustehnika ala esimene professor Eestis.

Aastatel 1919–1944 täitis põllutööriistade ja -masinate õppetooli peamise õppekoormuse üks õppejõud – A. Luksepp. Ainult 1930-ndatel aastatel kasutati õpetamisel abijõude. Seda perioodi võib pidada küll ülikoolis õpetamise algusperioodiks, kuid nn kõrgkoolitusest saab hakata rääkima alles alates järgmisest perioodist.

### 2. Periood 1945–1957

1945. a jaotati eelnimetatud õppetool kaheks üksuseks: põllumajanduse mehhaniseerimise ning veotehnika ja masinaõpetuse kateedriteks. Nende alluvus jäi endiselt põllumajandusteaduskonnale, mis selleks ajaks oli juba Tartu Riikliku Ülikooli (TRÜ) koosseisus. Esimesena nimetatud kateedris õpetati põllu- ja loomapidamise mehhaniseerimise tehnikat ning tehnoloogiat, teises aga jõu- ja veomasinaid ning masinaelemente, mehhanisme, konstruktsioonimaterjale jms. Seega oli nende struktuuriüksuste õppekavades juba võetud teadlik rõhuasetus inseneriõppe suunas.

Põllumajanduse mehhaniseerimise kateedri dotsendiks ja juhatajaks sai 1945. a Ernst-Voldemar Nurk. Põhiõppejõududeks olid E.-V. Nurk, P. Kutti, V. Raukas, P. Lepasalu, V. Herzen ja N. Oll.

Aastad 1950 ja 1951 tähisavad põllumajandusinseneride kõrgkoolituse algust: 1950. a alustas Tallinna Polütehnilise Instituudi (TPI), nüüdse TalTechi, juures tööd põllumajanduse mehhaniseerimise teaduskond ja 1951. a loodi Tartus Eesti Põllumajanduse Akadeemia (EPA), nüüdne Eesti Maaülikool. TRÜ põllumajandus-, metsandus- ja veterinaarteaduskonna baasil asutatud EPA koosseisus oli kuus teaduskonda, sh mehhaniseerimisteaduskond. Seega oli Eesti põllumajandusinseneride kõrgharidusõppe algus huvitav: esimene vastuvõtt põllumajanduse mehhaniseerimise teaduskonda toimus TPI-s 1950. a, teine aga EPA-s 1951. a, kusjuures õppeaastal 1951/52 töötas põllumajanduse mehhaniseerimise teaduskond nii Tallinnas kui ka Tartus. Alles 1952. a likvideeriti teaduskond TPI juures ja toodi üle EPA koosseisu. Koos sellega tuli TPI-st osa üliõpilasi üle EPA põllumajanduse mehhaniseerimise teaduskonna kolmandale kursusele. Osa Tallinnas alustanud üliõpilasest läks üle TPI teistesse teaduskondadesse (Reintam, 1999a).

EPA põllumajanduse mehhaniseerimise teaduskond alustas 1951. a nelja kateedriga, millest üks oli põllutöömasinate kateeder. Põllutöömasinate kateedri juhatajana jätkas E.-V. Nurk. Seda võib juba nimetada erialakateedriks, mis tegeles põllunduses kasutatavate töömasinate konstruktsiooni, kasutamise, katsetamise, uurimise ja projekteerimise küsimustega. Kui masinate senine õpetamine oli piirdunud vaid nende konstruktsiooni ja tööpõhimõtte kirjeldamisega, siis nüüd lisandus ka masinate tööprotsesside teoreetiline käsitlus ja tehnoloogiline arvutus. Masinate tööseadiste ja tööprotsesside teoreetiline käsitlus on kõrgkoolituse esimene tingimus.

1955. a ühendati põllutöömasinate ning loomakasvatuse mehhaniseerimise ja energeetika kateedrid üheks põllutöömasinate ja elektrifitseerimise kateedriks, mille juhatajaks sai 1956. a professor Hans Roland Wörk. Senise põllutöömasinate kateedri juhataja E.-V. Nurk jätkas tööd dotsendina põllutöömasinate alal (Reintam, 1999b).

Vaadeldud perioodi 1945–1957. a iseloomustavad otsingud erialaainete õpetamise tõhustamiseks ja laiendamiseks insenerikoolituse suunas, sest majandid ja neid teenindavad masina-traktorijaamad (MTJ) pakkusid laia tööpõllu kõrgharidusega põllumajandusinseneridele. Muretseti juurde uusi masinaid ja õppevahendeid.

### 3. Põllutöömasinate alase õpetuse ja teadustegevuse kõrgperiood 1957–1992

Professor Aimu Reintam (1999a) nimetas perioodi 1957–1992 põllutöömasinate-alase õppe- ja teadustegevuse kõrgperioodiks. Selle väitega võib nõustuda. Põllutöömasinate aine maht suurenes kiiresti ja jõudis 1960. aastail viiele semestrile (kaks semestrit kirjelduskursust ja kolm semestrit arvutuskursust). 1957–1958 kutsuti põllutöömasinate teoreetilist kursust lugema

dotsent Abram Lurje (hilisem professor) Leningradi põllumajandusinstituudist. Ajavahemikul 1962–1974 kaitsiti alal seitse kandidaadiväitekirja (H. Möller, A. Taran, A. Reintam, L. Linnas, M. Karolin, M. Kiisler, V. Meriloo). Põllutöömasinate kateedri masinapark täienes ja uuenes pidevalt. 1970. a valmis Eesti Põllumajanduse Akadeemia mehhaniseerimisteaduskonna uus õppehoone Tähtveres. Põllutöömasinate kateeder sai selles rida avaraid ruume õppehoones ja laboriruumes laborikorpuses. 1984. a võeti kasutusele uus laborihoone koos põllutöömasinaid tootva Saksa DV firma Fortschritt konsultatsioonikojaga, mis oli sel ajal väga atraktiivne.

1970. aastatel oli põllutöömasinaid õpetavaid õppejõude 6 (A. Reintam, M. Karolin, U. Kull, E. Martma, H. Nurmsalu, T. Dolgopolova), kellele 1980. aastatel lisandus veel 2 (assistendid K. Laas ja M. Müüripeal), ja masinate kasutamist õpetavaid 3 (H. Möller, L. Linnas, V. Meriloo). Sel perioodil koostati ja avaldati hulgaliselt õppevahendeid, meetoodilisi juhendeid, teadusartikleid ja mitmeid raamatuid. Üheks märkimisväärsimaks on kahtlemata Aimu Reintami poolt koostatud sari "Põllutöömasinate teooria ja tehnoloogilise arvutuse alused", mis oli esimeseks sellelaadseks eestikeelseks väljaandeks. See sari koosnes kaheksast vihikust ja on kasutusel tänapäevalgi. Hoo sai sisse leiutus-tegevus, kusjuures saadi paarkümmend autoritunnistust ja patenti, nagu kobesturader, vurräke, aktiivmuldur, koonusrootoriga mineraalväetiselaotur, kartuli biitersõelur, haagik kahele külvikule jne (Olt, 2009). Leiutustegevus näitas perioodi lõpuks kahjuks raugemise märke.

Põllutöömasinate kateeder kujunes sel perioodil kompaktselt struktuuriüksuseks, mis tegeles põllutöömasinate konstruktsiooni, teooria ja arvutuse ning masinapargi kasutamise, hooldamise, hoidmise ja põllutööde tehnoloogia õpetamise ja uurimisega, samuti põllumajandustootmise ohutusõpetusega. Kateedri säravaimaks põllutöömasinate õppejõuks ja teadlaseks kujunes sel perioodil professor Aimu Reintam, kes on avaldanud töid põllutöömasinate ehituse, teooria ja ajaloo, mulla struktuurikarakteristikute, üliõpilastööde vormistamise ja põllumajandustehnika terminoloogia vallast (Olt, 2009).

Tuleb tunnustada, et perioodil publitseeritud teadusartiklid ilmusid valdavalt kohalikes, st piiratud levikuga (tolleaegsete Eesti, Läti, Leedu põllumajandusakadeemiate) teadustööde- või konverentsikogumikes ja vähesel määral üleliidulistes teadusajakirjades ("Traktorõ i selhozmasinõ" ning "Mehanizatsia selskovo hozjaistvo"), millel oli küll registreeritud kood, üleliidulise kolleegiumiga eelretsenseerimine, üleliiduline levik ning kättesaadavus, kuid neid ei kajastanud laiema levikuga andmebaasid (Web of Science, Scopus). Artikleid avaldati aktiivselt ka populaarteaduslikes ajakirjades ("Sotsialistlik põllumajandus", "Põllumajanduse mehhaniseerimine" jt), seega, teadustöö nähtavus perioodil oli piiratud. See-eest valitses tööturul suur nõudlus põllumajanduse mehaanikainseneride järele.

#### 4. Periood 1992–2003

Reformide käigus ühendati 1992. a põllundustehnika kateeder ning veotehnika kateeder üheks põllundustehnika õppetooliks. Senisele tegevusele lisandusid autode, traktorite, siseõpõlemismootorite, hüdrostüsteemide ehituse, talitluse, teooria ja arvutuse valdkond. Selle komplekti sulandumine üheks tervikuks ei jõudnud veel lõppeda, kui järgnes uus ühendamine – 1994. a lisandus sellele veel loomapidamise mehhaniseerimisega tegelev farmitehnika õppetool. Tulemusena tekkis põllumajandustehnika instituut (Reintam, 1999b). Sellega ühinemised veel ei lõppenud ja 2003. a liideti põllumajandustehnika instituudiga veel mehaanika ja masinaõpetuse instituut. Selle liitmise tulemusena tekkis täiesti arusaamatu ja hoomamatu tegevusulatusega struktuuriüksus (Olt, 2009).

Kirjeldatud liitmisi põhjustas see, et tehnikaspetsialistide töökohtade arv põllumajanduses üha vähenes ja seoses sellega vähenes ka riigieelarveliste kohtade arv ülikoolis. Pärast professor Aimu Reintami emeriteerumist 1995. aastal vaibus põllundustehnikaalane teadus- ja arendustegevus. Kauaaegse lektori Kalev Laasi lahkumisega ülikoolist teisele tööle 2002. aastal jäi ka põllutöömashinate õpetus üpris nukraste seisuga (Olt, 2009). Perioodi lõppu ilmestab see, et üritati kohaneda kiirete muutustega ühiskonnas ja põllumajanduses, uue avastamise vaim kahanes, tegeleti lokaalsete probleemidega, üritati leida sobivaid lahendusi üha piiratumates finantsilistes oludes.

#### 5. Periood 2003–2005

Seda perioodi võib pidada seisaku perioodiks. Materiaalsele kitsikusele, meeletikele reformidele ja ebakindluse süvenemisele järgneb paratamatult teatud seisak. Põllutöömashinate aine maht vähenes viielt semestrilt kahele, õppejõud vahetusid, järjepidevus katkes, õppelaborite sisustus amortiseerus ja uut ei suudetud hankida, teadus- ja arendustööde maht ning teadusartiklite publitseerimine rauges. Teisalt, nõudmine põllumajanduse mehaanikainseneride järele langes tööturul drastiliselt. Sel perioodil hakati otsima uusi väljundeid ja 2004. aastal leiti, et kuna Lõuna-Eesti tööturul nappis kõrgharidusega masinaehituse insenere, siis üritati leida lahendusi selle lünga täitmiseks ja tugevdamiseks ülikoolis. See tähendas senise tegevusega võrreldes ilmselgelt suunamuutust.

#### 6. Periood 2005–2017

2005. aastal moodustati tehnikainstituudi direktori Ants Soone initsiatiivil põllumajandustehnika struktuuriüksuse baasil kaks töörühma: põllundus- ja tootmistehnika ning farmitehnika ja ergonoomika töörühmad. 2006. a nimetati mõlemad töörühmad ümber osakondadeks. Põllundus- ja tootmistehnika osakonna tegevussuundadeks jäid põllundustehnika, veotehnika, mehaanika ning materjaliõpetus ja masinate korrashoid, mis kattus nelja endisaegse kateedri tegevustega. Oluline erinevus võrreldes kõrgperioodiga (1957–1992) oli see, et alates 2005. a kuni tänaseni tegeleb põllutöömashinate konstruktsiooni ja arvutusega ning

põllutöömashinate kasutamise ja masinapargi juhtimisega ainult üks õppejõud – Jüri Olt. 2003–2005 perioodil alguse saanud õppejõudude tihe vahetumine lõppes.

Selline, ühele õppejõule tuginev lahendus põllundustehnika õpetamisel oli tingitud kujunenud olukorrast põllutöömashinate turul. Kui näiteks 1970. aastatel tarniti põllutöömashinad valdavalt Nõukogude Liidu masinatehastest, mille kvaliteet ja töökindlus jätsid soovida ning põllumajanduse mehaanikainseneri ülesanne majandis (sovhoos, kolhoos) oli limiidi- ja fondipõhiselt soetatud uut tehnikat juba enne kasutusele võtmist tugevdada, seda töökorras hoida, remontida ja vajadusel täiustada (ratsionaliseerida). Sellest tulenes ka tolle perioodi inseneride erialane ettevalmistus ülikoolis, mille rõhuasetus oli masinate eksploatatsioonile ja remondile. Põllundustehnika masinapark Eestis on 21. sajandil kujunenud peamiselt Euroopa juhtivate tootmärke (John Deere, Claas, Case, Fendt, New Holland, Kverneland, Lemken, Hardi, Horsch jt) toodangu baasil, mille kvaliteet on parem ja töökindlus oluliselt kõrgem võrreldes varasemalt kasutusel olnud peamiselt nõukogude päritolu tehnikaga, turg mitmekesisem ja valik suurem, ning kus pakutakse erinevate tingimuste jaoks sobivaid masinaid. Järk-järgult juurutati täppisviljelust (*Precision Farming*). Tehnika arengu tulemusena oli muutunud masinate juhtimine. (Zhang, 2000; Jørgensen, 2012). Seoses muutustega põllutöömashinate turul ja sellest tulenevalt Eesti põllumajandusettevõtete masinapargis, kohandati ka põllundustehnika õpetamist ülikoolis. Õppetöö hea kvaliteedi tagamise eesmärgil lähtuti püsivalt üliõpilaste ja ühiskonna vajadusi toetavalt. Seoses tehnika üha kiireneva arenguga võeti kasutusel nn "vastutavale hoiule võtmise" strateegiat, mille mõte oli see, et põllundustehnika õppelaboris vähendati püsiekspositsiooni, mistõttu hakkas vahetuma eksponeerimisel olev tehnika uuega igal sügisel. Kevadel viidi õppelaborist nn suurtehnika välja, tagastati müügiorganisatsioonile, sügisel toodi sisse uus tehnika.

Eesti tööturul oli kadunud kõrgendatud huvi põllumajanduse tehnikaspetsialistide vastu ning tekkinud oli defitsiit masinaehitusspetsialistide järele. Seetõttu algatati põllundus- ja tootmistehnika osakonna initsiatiivil masinaehituse ja tootearenduse õpetamist, kusjuures Eesti Maaülikooli spetsiifikat arvestades võib seda valdkonda liigitada nn põllumajanduslikuks masinaehituseks.

Tootmistehnika ehk põllumajandusliku masinaehituse õpetamise ning teadus- ja arendustöö taseme tõstmiseks kutsuti 2006–2008. a INNOVE toel külalisõppejõuks professor Viacheslav Maksarov Loode-Venemaa Riiklikust Tehnikaülikoolist, kes hakkas lugema aineid "Lõiketooria ja instrument" ning "Masinaehitustehnoloogia". Selle sammuga paranes tunduvalt tootmistehnikaga seonduvate õppeainete õpetamise tase ja mis peamine, ka teadustöö tase, kuid muudatusi ettevõtluses, põllumajanduse masinaehituse vallas, see kahjuks kaasa ei toonud. Uusi põllutöömashinaid tootvaid ettevõtteid Eestis juurde ei ole tekkinud.

Perioodi lõpul algas rahvusvahelistumine. 2012. a võeti vastu esimene välisdoktorant Venemaalt ja 2016. a juba 2 välisdoktoranti, üks Portugalist ja teine Armeenias. 2015. a käis osakonnas stažeerimas kaks välisdoktoranti.

Ära märkimist vajab veel see, et 2010. a alustati vastuvõttu Eesti Maaülikooli Tartu Kolledžisse moodsa nimetusega erialale "Biotehnilised süsteemid", mis oli rakenduskõrghariduse eriala ja mille sisuks oli põllumajandustehnika. Kahjuks see eriala ei kujunenud eriti populaarseks ning vastuvõtt sellele lõpetati 2016. a.

## 7. Periood alates 2017

Seda perioodi võib pidada rahvusvahelistumise aktiveerumise perioodiks. Eesti Maaülikooli struktuurse reformi käigus tekkis 2017. a põllundus- ja tootmistehnika ning farmitehnika ja ergonomika osakondade ühendamise tagajärjel biomajandustehnoloogia õppetool. 2005. a alanud ring sai täis ning taastati 2003. aastal tekkinud seis – asutati taas laia tegevusulatusega nn superõppetool. Akadeemilise tegevuse vastutusvaldkonna biomajandustehnoloogiate tegevuse sisuks on põllumajandustehnika, farmitehnika, bioenergia-tehnika, biokütused, autondus, diagnostika, tootmistehnika, töötlemistehnika, ergonomika, mis on hooamatult lai. Õppetooli juhiks sai professor Timo Kikas.

Perioodi ilmestab see, et õppetooli tööde ja tegemistega on liitunud külalisprofessorid Erwan Rauwel Prantsusmaalt ja Marcis Jansons USA-st, -teadurid, järeldokorandid, doktoratuuri on vastu võetud mitmeid välisdoktorante, tekkinud on tihedam koostöö mitmete välisülikoolide ja -partneritega. Põllundustehnikaga tegeleb õppetoolis põllundus- ja veotehnika töörühm, mille teadus- ja arendustöö temaatika hõlmab lisaks põllundustehnikale veel autondust ning mingis osas põllumajandusliku tootmistehnikat (põllumajandusliku masinaehitust).

Õppetegevuses juhendatakse asjaolust, et täppis-põllundust (*Precision Farming*) on arendatud edasi järgmise tasemeni ehk vajaduspõhine põllupidamiseni (*Need Farming*), mis tugineb põldude, põllukultuuride, keskkonna, ilmastiku ja muude mõjurite arvestamisel ning nendele mõjuritele reageerimisel vastavalt taime- de individuaalsetele erivajadustele. Vastavalt sellele kontseptsioonile kujundatakse ning võetakse kasutusele uus ja veelgi efektiivsem tehnika ning tehnoloogia.

Oluline on märkida, et sajandi jooksul (1919–2019) on põllutöömasinate õpetamisega seotud olnud kokku 80 inimest. Saja aasta jooksul on põllutöömasinate alast õpetust saanud ligi 4000 üliõpilast, sh 3499 põllumajanduse mehaanikainseneri. Järgnevalt käsitletakse üksikasjalikumalt vaid põllundustehnika õpetamisega tegelevate akadeemilis-administratiivsete struktuuriüksuste (instituudi, töörühma, õppetooli) arenguid ajavahemikul 2009 kuni 2019.

## Viimase kümnendi (2009–2019) pedagoogiline ning teadus- ja arendustegevus

Perioodil 2009–2019 sai taas hoo sisse teadus- ja arendustegevus. Perioodi algul tekkis mitu toimekat töörühma ning alustati mitme teaduslabori (möödetehnika-, mootorite- ja kütuselabor) arendamist. Samuti kaasajastati perioodil korduvalt õppekava.

Põllundus- ja veotehnika töörühma mustika masinviljeluse arendamise töögrupi, koosseisus Jüri Olt, Margus Arak, Kaarel Soots jt, teemaks kujunes ammendunud freesturbaväljadele rajatud mustikaistandikele tehniliste ja tehnoloogiliste seadmete modelleerimine (Olt jt, 2013). Töögrupi eestvõttel on üliõpilaste tootearendusprojektide raames valmistanud mustikakombaini katsemasin (Arak, Olt, 2014), portatiivne kohtvætusseade, umbrohu kontakttõrjeseade, rihmsorteer (Soots jt, 2014; Soots, Olt, 2017) jm. Selle teema käigus uuriti ka mustikataime mehaanikalisi omadusi (Arak jt, 2018). Marjakasvatusega hakkas osakonnas tegelema ka töörühmaga liitunud Armeenias pärit välisdoktorant Tatevik Yezekyan. Tema teemaks sai viinamarjaistandiku kasvuaegse hooldustööde efektiivsuse parendamine (Adamchuk jt 2016b; Yezekyan, Olt, 2016).

Dr. Ülo Traadi (Traat, 2009; 2011a,b,c; Olt jt, 2010; Olt, Traat, 2011) algatusel ja eestvedamisel alustati sel perioodil põllumajandusliku masinapargi kujunemise ja kasutuskulude uurimisega. Töö selles suunas on jätkunud tänaseni. Põllutöömasinapark Eestis on kümnendi jooksul kardinaalselt muutunud nii mahult kui ka struktuurilt (Olt jt, 2019a; 2019b; 2019c).

Sel perioodil alustati koostööd Kiievi maa ja bioressursside ülikooli professori Volodymyr Bulgakoviga, kes on pigem teoreetik ning keskendunud põllundustehnika ja -tehnoloogia modelleerimisele. Koostöö hõlmab erinevate masinaagregaatide (traktor-põllutöömasin) liikumisdünaamikat (Adamchuk jt, 2016a), sh külviagregaaadi liikumisstabiilsuse parendamist (Bulgakov jt, 2016a), seemendi modelleerimist (Bulgakov jt, 2016), teraviljakombainipargi kujundamise ja uuendamise teoreetilisi aluseid (Bulgakov jt, 2015), kartuli koristusjärgse töötlemise kvaliteedi parendamist (Bulgakov jt, 2017, 2018b, 2019), põllundusliku sild (portaal)agregaaadi modelleerimist (Bulgakov jt, 2017, 2018a).

Sel sajandil on põllutöömasinate arenduses mindud automatiseerimise teed (Kutzbach, 2000; Zhang, 2000; Jørgensen, 2012; Antille jt, 2019), praktiliselt kõikides põllutöömasinates kasutatakse mehatroonilisi lahendusi (andurid, muundurid ja täiturid), käivitunud on põllumajanduse robotiseerimine (Bakker jt, 2010; Shavaji, Galande, 2014; Kanaga Suba Raja, 2015; Bechar, Vigneault, 2016, 2017; Bonadies jt, 2019). Kätte on jõudnud põllumajanduse digitaliseerimise ajajärk ehk *Agriculture 4.0*. Neid muutusi tootmises on arvesse võetud EMÜ TI õppetöös, sh laboriarenduses. Põllundustehnika kirjeldavas kursuses on rohkem hakatud käsitlema põllundustehnika juhtimist. Labo-

risse on komplekteeritud pneumokülviku juhtimis-  
stendi ja mineraalväetiselaoturi baasil ISOBUS-kobar-  
stend jm.

Jätkuvalt hoitakse põllundustehnika laboris vähe  
püsiekspositsiooni, kasutades põllundustehnika nn  
vastutavale hoiule võtmise taktikat. Sellest on võitnud  
nii üliõpilased, kes laboris uurivad peamiselt uusimat  
tehnikat, kui ka tehnikat vastutavale hoiule andvad  
müügiesindused, eelkõige masinate tasuta reklaami  
näol ülikoolis.

2009. a jätkati põllundus- ja tootmistehnika osa-  
konnas koostöös Loode-Venemaa Tehnikaülikooli pro-  
fessor Viacheslav V. Maksaroviga laastueraldus-  
protsessi dünaamilise modelleerimisega materjalide  
viimistleva lõiketöötlemisel (Maksarov jt, 2013; Olt,  
Maksarov, 2015; Olt jt, 2016). Selle protsessi tundmine  
annab võimaluse kontrollida lõiketöötlemise põhilisi  
kvaliteedinäitajaid – töötlemise täpsust ja pinnakare-  
dust, mis annab võimaluse tösta taastatavate detailide  
töökindlust. Viimistleva lõikeprotsessi efektiivsust on  
võimalik tösta ja dünaamilist stabiilsust tagada, kasu-  
tades lõikuri anisotroopseid omadusi (Olt, Maksarov,  
2012). Teema on multidistsiplinaarne, sisaldades endas  
materjaliteaduse, põllumajandusliku masinaehituse  
ning süsteemiteooria elemente. Samuti alustati kermis-  
te uurimist ülikiireks viimistlevaks lõiketöötlemiseks  
pikkade võllide töötlemisel (Maksarov jt, 2016).

Koostöö professori V.V. Maksaroviga, nüüdseks  
Sankt-Peterburgi Mäeülikooli elektromehaanika tea-  
duskonna dekaaniga, on jätkunud tänaseni. Publit-  
seeritud on uurimistulemused, mis hõlmavad peamiselt  
tehnikat (sh põllundustehnika) taastamist ja taastatud  
detailide kvaliteedi parendamist (Olt jt, 2019), tribo-  
loogia valdkonda kuuluvaid uuringuid (Krasnyy jt,  
2016), uusi tehnoloogiaid, nagu magnetabasiivset  
poleerimist (Olt jt 2018), torukonveieri parametreerim-  
ist (Maksarov jt, 2017).

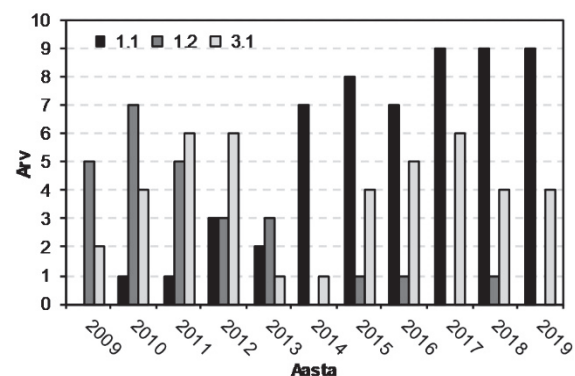
Sel perioodil alustati põllundus- ja tootmistehnika  
osakonnas bioenergeetika alaste uurimistöödega. Esi-  
meseks bioenergeetika uurimisprojektiks oli rohtse  
biokütuse tootmistehnoloogia iseärasuste selgitamine.  
Uurimistöö tulemusena on saadud ülevaade põllu-  
majanduses briketeerimiseks kasutatud leidvate materja-  
lide briketi moodustumise iseärasustest (Olt, Laur,  
2009).

2008. a alustati uurimistööid eesmärgiga kasutada  
taimeõli mootorikütusena. Rapsiõli omadused erinevad  
oluliselt diislikütuse omadustest. Seetõttu pole võima-  
lik puhast rapsiõli pikemat aega kasutada fossiilset  
päritolu kütuse jaoks ehitatud mootoris ilma mootorit  
kahjustamata. Rapsiõli kasutamiseks kütusena tuleb  
mootor seadmestada rapsiõlikütuse kohaselt või tuleb  
kasutada rapsiõlimootoreid (Küüt, Olt, 2008). Selle kui  
perspektiivitu teemaga tegelemine lõpetati juba aasta  
pärast.

2009. a alustati sisepõlemismootorite katselaboris  
bioetanooli uurimistöödega. Praeguseks on maailmas  
kasutusel väga erineva etanoolisisaldusega biokütused.  
Puudub piisav informatsioon selle kohta, kuidas mõju-  
tavad erineva etanoolisisaldusega kütused tänapäevase

mootori võimekust (mootori poolt arendatavat võim-  
sust ja pöördemomenti), mootori ökonoomsust (mooto-  
ri kütusekulu, kütuse erikulu) ning heitgaaside puhtust,  
või on informatsioon kohati vasturääkiv. Tollane bio-  
energeetika, praegune põllundus- ja veotehnika töö-  
rühm seadis eesmärgiks uurida mootori nimetatud  
omadusi erineva etanoolisisaldusega kütuste ja tava-  
kütuse kasutamisel.

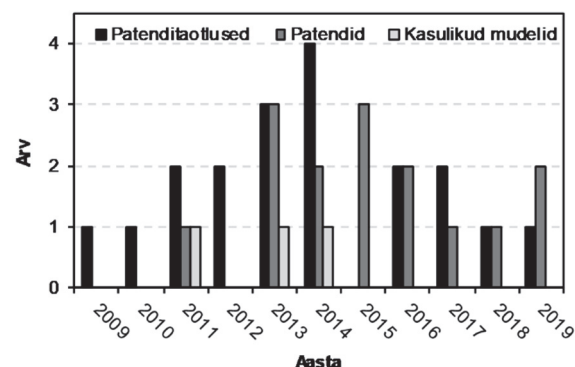
Põllundustehnika ja põllumajandusliku masinaehituse  
alaste teaduspublikatsioonide avaldamise aktiivsust  
viimasel kümnendil (2009–2019) iseloomustab joonis 1.  
Iseloomulik on see, et just sel kümnendil muutusid  
põllundustehnika tegemised nähtavamaks, kuna hakati  
publitseerima teadusartikleid ajakirjades, mida kajasta-  
takse Web of Science ja Scopus andmebaasides.



Joonis 1. Põllumajandustehnika alaste uurimuste publitseeri-  
mise aktiivsus perioodil 2009–2019

Jooniselt 1 nähtub, et kui perioodi algul olid ülekaalus  
publikatsioonid kat. 1.2, mis kümnendi teisel poolel on  
praktiliselt raugenud ning alates 2014. a on ülekaalus  
kat. 1.1 publikatsioonid.

Sel perioodil alustati taas uudsete tehniliste lahenduste  
patentimisega. 2009. a esitati patentitaotlus pärast 20  
aasta pikkust vaheaega. Põllundus- ja tootmistehnika osa-  
konna leiendusliku aktiivsust peegeldab joonis 2. Põllun-  
dustehnika alaste patentitaotluste esitamise sagedus on  
olnud keskmiselt üks taotlus aastas. Praeguseks on kaits-  
tud üheksa uudset tehnilist lahendust (tabel 1) ning menet-  
luses on kaks põllundustehnika alast patentitaotlust.



Joonis 2. Põllundus- ja tootmistehnika osakonna leienduslik  
aktiivsus perioodil 2009–2019

**Tabel 1.** EMÜ põllumajandustehnika alased leiutised Eestis

Jrk nr	Leiutise nimetus	Autorid	Avaldamise kp.	Kaitsedokumendi nr
1	Mustikakoristi	J. Olt ja M. Arak	15.02.2011	EE05488 B1
2	Marjasorteer	J. Olt ja K. Soots	15.12.2011	EE05642 B1
3	Portatiivne kohtvætusseade	J. Olt, J. Pettai	16.01.2012	EE01058 U1
4	Sõnnikupress	T. Leola, M. Heimloo, J. Olt	15.10.2013	EE01186 U1
5	Sügavkülmutatud astelpajumarjade okstest eraldamise seade	P. Nõmm, A. Aan	15.04.2014	EE05717 B1
6	Kanepikoristi	J. Olt ja A. Aan	15.10.2014	EE05740 B1
7	Rihmsorteer	K. Soots, M. Arak, J. Olt	15.08.2016	EE05798 B1
8	Juurviljapeade puhasti	J. Olt, M. Arak, V. Bulgakov, V. Adamchuk	15.07.2018	EE05815 B1
9	Mugul- ja juurviljade edastamise ning sõelumise meetod ja seade	J. Olt, M. Arak, V. Bulgakov, V. Adamchuk	15.07.2018	EE05817 B1

Joonisel 2 ja tabelis 1 toodud infost nähtub, et põllumajandustehnika rühm on võimeline patente taotlema.

Perioodil kaitsti põllundus- ja tootmistehnika osakonnas 7 doktoritööd (K. Tamm, T. Leemet, A. Küüt, R. Ilves, M. Tutt, M. Madissoo, K. Soots), kuid otseselt põllumajandustehnika valdkonda võiks nendest liigitada ainult kahte (K. Tamm ja K. Soots).

Alates 2019. a on põllundus- ja veotehnika töörühmas põllumajandustehnika valdkonnaga liitunud kaks doktoranti: Riho Kägo ja Tormi Lillerand. Riho Kägo teemaks on turbatööstuse automatiseerimine, mille uurimused on tihedalt seotud mehitamata veokiga Milrem Robotics UGV (*unmanned ground vehicle*). Tormi Lilleranna teemaks on mustikaistanduse täppisvætustehnoloogia väljatöötamine, mille raames ta arendab mehitamata väetusrobotit. Mõlemad teemad kuuluvad põllumajandusliku mehhatroonika valdkonda.

2010. a korraldati põllundus- ja tootmistehnika osakonna eestvõttel esimene rahvusvahelise teaduskonverents "Biosystems Engineering", mis on nüüdseks kujunenud Eesti Maaülikooli Tehnikainstituudi igaaastaseks tähtsündmuseks.

### Kas Eesti vajab põllutöömashinade alast kõrgkoolitust järgmiseks 100 aastaks?

Kõrgkoolitus ehk õpetus ülikoolis peab olema teaduspõhine. See eeldab kolme komponendi olemasolu – publikatsioone (artikleid, mis kajastuvad Web of Science ja Scopus andmebaasides) ning patente, grante, projekte ja lepinguid ning edukalt väitekirja kaitsnud doktorante. Olulised on ka kontaktid praktikaga ehk innovaatilise tootmise toetamine.

Edukas innovaatiline tootmine saab toimuda ainult teadlaste ja ettevõtjate koostöös. Põllutöömashinade tootvate ettevõtjatega (Estre Masinaehitus OÜ, Same OÜ, Palmse Metall OÜ) on kokkupuuted episoodilised. Oma tasemelt on need ettevõtted rohkemal või vähemal määral investeerimisvõimelised, varustatud erinevate nüüdisaegsete tehnoloogiate ja arvjuhitavate seadmetega, kuid maailma mastaabis pole need konkurentsivõimelised, kuna puudub intellektuaalne kapital ja soov kontakteeruda intellektuaalset potentsiaali omavate struktuuridega. Tootearendusprojektide partneriteks pole need Eesti Maaülikooli tehnikainstituuti ega muid ülikoole ja instituute kutsunud, mis tähendab, et uute masinate modelleerimisega need peamiselt ei tegele või kui tegelevad, siis suhteliselt lihtsamate masinate arendamisega ning sellega saavad nad ise hakkama. Seega,

põllutöömashinade tootvad ettevõtted ei toetanud põllutöömashinade alast kõrgkoolitust praktilist lahendamist vajavate ülesannete pakkumisega 100 aastat tagasi ega ka praegu. Praegu aitab põllumajandustehnika alast õppe- ja teadustöö taset hoida peamiselt rahvusvaheline koostöö ala tipptegijate ja huvitavate teemadega.

Eesti-siseselt on põllumajandustehnika töörühm tegeleud päevakohaste huvitavate uurimisteedadega, nagu näiteks biolagunevate ja komposteeruvate sööginõude tootmisvõimaluste uurimine (Soots jt, 2019), putkasonniku briketeerimine jt (Baltic Trio OÜ – metsahaagise arendamine vahetatava kallurkastiga haagiseks, Eestivili AS – teraviljajääkidest biokütuse tootmine, Gotech OÜ – eksoskelett, Holzraum OÜ – astelpajusorteer, Huum OÜ – integreeritud õlipüüdur, OÜ Kaubi Farmid – biogaasi tootmine sõnniku ja luhaheina segust, L- Engineering OÜ – arvamuse koostamine, Liivi Talu OÜ – kartulijäätmetest etanooli tootmine, Weimer OÜ – kraanade WE-6300 ja WE-6700 katsetamine). Huvitav on selle juures asjaolu, et nende tööde tellijad on tegevust alustavad väikeettevõtjad, väike- ja kesktööstus ja tellimused on oma mastaabilt pigem pisiprojektid. Suured põllumajandusettevõtted tegelevad peamiselt tavapõllumajandusega ehk põllumajandussaadustega (teravili, kartul, raps jm) masstootmisega, kasutades imporditavat tehnikat (Claas, John Deere, New Holland, Fendt, Case, Kverneland, Lemken jt) ja tehnoloogiat ning pole EMÜ tehnikainstituudi poole ühegi arendusliku lepingulise töö tellimiseks pöördunud. Samuti pole EMÜ tehnikainstituuti teeneid (uurimisprojektid, ekspertiisid jm) kasutanud Eesti Maaeluministeerium ega Eesti Põllumajandus-Kaubanduskoda. Viimati nimetatud institutsioonid pöörduvad peamiselt Eesti Taimikasvatuse Instituudi agrotehnoloogia osakonna poole rakenduslike uurimustööde tellimiseks, mille sisuks on peamiselt masinate ja tehnoloogiate sobivuse kontrollimine Eesti oludes jms, mis on ka mõistetav. Eesti Taimikasvatuse Instituut pole kutsunud ellu masinate ja protsesside modelleerimiseks ja teoreetiliseks uurimistööks, nagu EMÜ tehnikainstituut, vaid katseteaduse korraldamiseks ning läbiviimiseks nii katse- kui ka tootmispõldudel.

Põllumajandustehnika rakendusuringutega tegeleva Eesti Taimikasvatuse Instituudi agrotehnoloogiaosakonna teemadeks on olnud mullaharimine (Viil, 2017, 2007), vedelväetiste laotamine (Viil, Kadaja, 2013; Tamm jt, 2016b; Järvan jt, 2017), otsekülv (Viil jt, 2007; Tupits jt, 2014), teraviljade tootmiskulud (Tamm jt, 2015), ning paljud muud rakenduslikud ja vajalikud teemad (vt

<https://www.etki.ee/index.php/publikatsioonid/raamatud>). Eesti Taimekasvatuse Instituut korraldab õppe- ja infopäevi nii tootjatele kui ka ametnikele, olles sellega vahelülis ülikooli ning tootjate ja rakendusüksuste vahel. Samas, suur osa Eesti Taimekasvatuse Instituudi agrotehnoloogiaosakonna töötajatest on EMÜ tehnika-instituudi kasvandikud.

Küsimusele, kas Eesti vajab jätkuvalt põllutöömashinade alast kõrgkoolitust, vastamiseks on mõistlik vaadata tööturu nõudlust põllumajandusinseneride, tehnikamagistrite ja -doktorite järele. Tehnikaspetsialistide järele on aktiivset huvi tundnud ainult põllutöömashinade müügifirmad, aga kuna need pole tootearendajad ja tootjad, vaid tootjate esindajad, siis neid huvitab ainult põllutöömashinade üldehitust, toimimist ja korrashoidu tundvad spetsialistid ehk EMÜ tehnika ja tehnoloogia eriala bakalaureuse astme lõpetajad või rakenduskõrgharidusliku õppeasutuse Tartu Tehnikakolledži lõpetajad. EMÜ magistri- ja doktoriastme lõpetanud spetsialistid on leidnud rakendust peamiselt masinaehitusevõtetes (Metec, I&T Metall jt) ning konstrueerimisbüroos (Nõmm Insenerid jt). EMÜ-s põllundustehnika valdkonnas doktorikraadi kaitsnud tehnikaspetsialistid Eesti põllumajanduses seni tööd pole leidnud.

Märkimist vajab veel üks aspekt, see on eestikeelne oskussõnavara. Võttes aeg-ajalt osa põllundustehnika suurtootjate poolt korraldatavatest õppe- ja infopäevadest, selgub, et kasutusele on nendel üritustel tulnud nn segakeel. See koosneb emakeelsest kõnekeelest ja ingliskeelsetest (arusaamatutest) liitsõnadest ning terminitest. Nimelt, tootearendajad on tähistanud oma tehnoloogilisi lahendusi sõnamärkidega, näiteks, AccuGuide, (case.com), CrossCutter, TriForce, OffSet jne (www.vaderstad.com), DynamicDosePlus, AiCPlus, SmartDosePlus, Air FlowPlus, jne (www.agrifac.com), APS SYNFLOW HYBRID, APS SYNFLOW WALKER, CEMOS Automatic, Telematic, Dynamic Power, Perra Trac, Remote Service, RotoCut, RotoFeed, jne (www.Claas.com), Fendt ProDrive, Fendt VarioDrive, VisionCab, IDEAbalance, TMS, VariableRateControl, CDS ControlDiveSystem jne (www.Fendt.com). Seda loetelu võib pikalt jätkata. Neid liitsõnu kasutatakse uue tehnika esitlustel, reklaamprospektides, tootjate kodulehtedel. Neid peaks keegi "tõlkima" eesti keelde, varustama need emakeelsete mõistete ja terminitega. Erialase terminoloogiaga ei tegele tootjate esindajad Eestis, põllumajanduslikud kutsekoolid, sellega peaks tegelema ülikool.

Ikkagi jääb vastamata küsimus, kas kõigist nendest aspektidest piisab kõrgtasemel kõrgkoolituse jätkamiseks põllumajandustehnika alal Eestis?

### Kokkuvõte

Põllumajandusliku masintootmise kõrgkoolituse 100 aastat Eestis võib jagada seitsmesse perioodi. Need on:

- 1) 1919–1945 – alusepanek põllutöömashinade õpetusele;
- 2) 1945–1957 – tegevus insenerikoolituse suunas koos õppeaine teoreetilise käsitluse sisseviimisega;

3) 1957–1992 – üleminek teaduslikule ainekäsitlusele ja rõhuasetus teadusuuringutele;

4) 1992–2003 – rõhuasetus kraadiõppele;

5) 2003–2005 – seisak põllutöömashinade õpetamises ning teadus- ja arendustegevuses (põllumajanduse populaarsuse kahanemine ühiskonnas);

6) 2005–2017 – põllutöömashinade õpetamise sidumine masinaehitusega;

7) 2017 kuni praeguseni – rahvusvahelistumise aktiveerumise periood.

Kokkuvõtteks võib öelda, et sel sajandil on põllutöömashinade õpetavates struktuuriüksustes toimunud kaks sündmust, nimelt

1) 2005. a jagunes 1994. a loodud põllumajandustehnika instituut kaheks töörihmaks, farmitehnika ja ergonoomika ning põllundus- ja tootmistehnika, mis 2007. a nimetati osakondadeks;

2) 2017. a ühendati farmitehnika ja ergonoomika ning põllundus- ja tootmistehnika osakonnad taas, seekord biomajandustehnoloogiate õppetooliks. Reformid Eesti Maaülikoolis pole lõppenud ja ilmselt jätkuvad ka tulevikus.

Biomajandustehnoloogiate õppetool korraldab praegusajal põllundustehnika alast õpet. Biotehnoloogiate õppetooli koosseisus oleva põllundus- ja veotehnika töörihma teadus-arendustegevuse põhisuunad on järgmised:

1) põllundustehnika: põllundusmasinate ja -seadiste modelleerimine ning optimeerimine, traktoriagregaadi liikumisdünaamika, traktori agregateerimine erinevate masinatega, teravilja-, mugul- ja juurvilja ning kultuurmarjade koristuse ning koristusjärgse töötlemise mehhaniseerimine ja automatiseerimine;

2) põllumajandusliku masinapargi kujunemine ja kasutuskulude dünaamika, liikurmasinate diagnostika, masinate korrashoiusüsteem;

3) põllumajanduslik masinaehitus, mis hõlmab peamiselt põllundustehnika taastamist ja taastatud detailide kvaliteedi parendamist.

Professor Aimu Reintami (1999) poolt koostatud EPMÜ tehnikateaduskonna kujunemise plokk skeemi põllutöömashinade õpetavate struktuuriüksuste kronoloogiline koondtabelisse võib lisada kolm rida:

1) 2003–2005 põllumajandustehnika instituut;

2) 2005–2017 põllundus- ja tootmistehnika osakond;

3) alates 2017 biotehnoloogiate õppetool.

Ülaltoodust kokkuvõtet tehes tuleb veelkord rõhutada, et nii põllutöömashinade õpetavate struktuuriüksuste (õppetool, kateeder, instituut) kui ka kogu tehnikateaduskonna akadeemiliseks algüksuseks on 1919. a Tartu Ülikooli põllumajandusteaduskonna koosseisus loodud põllutööriistade ja -masinate õppetool (Reintam, 1999). Seega täitub 2019. a sügisel 100 aastat põllumajandustehnika kõrgkoolitusest ja ka sellealast teadustööd Eestis. Olulisteks tähtsündmusteks edasisel arenguteel on neli fakti:



- 1) 1950. a 1. septembril alustas Tallinna Polütehnilise Instituudi juures tööd põllumajanduse mehhaniseerimise teaduskond, mis on Eesti põllumajandusinseneride koolituse sünnipäevaks;
- 2) 1951. a loodi Tartus põllumajanduslik kõrgkool Eesti Põllumajanduse Akadeemia;
- 3) 1991. a muudeti Eesti Põllumajanduse Akadeemia Eesti Põllumajandusülikooliks;
- 4) 2005. a muudeti Eesti Põllumajandusülikool Eesti Maaülikooliks.

Mis puutub 100 aasta vältel toimunud üksiketappidesse, siis sellest ilmneb viis tõsiasja:

- 1) areng 100 aasta kestel on toimunud pidevate reorganiseerimistega ning akadeemilis-administratiivsete struktuuriüksuste liitmiste-lahutamistega ja nimemuutustega ning tõenäoliselt jätkub see protsess ka tulevikus;
- 2) kui 1951. a alustas Eesti Põllumajanduse Akadeemia mehhaniseerimisteaduskond tööd nelja allüksusega (kateedriga) (Reintam, 1999a), siis alates 2017. a jätkab Eesti Maaülikooli tehnikainstituut kahe erialaüksusega (õppetooliga);
- 3) kui ajavahemikul 1919–1945. oli kogu põllumajandustehnika õpetamine koondunud ühe õppetooli raamesse, siis lühiajaliselt 1994. a ning alates 2017. a on see jällegi ühe õppetooli pädevuses;
- 4) kui 100 aastat tagasi oli päevakorras põllumajanduse mehhaniseerimine, mis seisnes mehaanilise tööseadme ja -masina arengul (Reintam, 1999b), siis tänapäeval oleme jõudnud põllumajanduse digitaliseerimise ajastusse, mis põhineb infotehnoloogia arengul ning lahendamisel on andmekaeve ja -haldusega seonduvad probleemid;
- 5) kui 100 aastat tagasi asutati põllutööriistu valmistavaid ettevõtteid, siis tänapäeval on kõige kiiremini paisuv ettevõtlusvaldkond iduettevõtlus.

Kolm viimatimainitud tõdemust peegeldavad kujukalt arengu spiraalset seaduspärasust. Selle tõendiks on veel üks mõnevõrra ootamatu fakt: kui 1919. a töötas põllutöömashinade ala õpetajana üks täiskohaga õppejõud, Aleksander Luksepp, siis 1999. a oli selleks üheks lektor Kalev Laas ja alates 2005. a professor Jüri Olt.

### Kasutatud kirjandus

- Adamchuk, A., Bulgakov, V., Nadykto, V., Ihnatiev, Y., Olt, J. 2016a. Theoretical research into the power and energy performance of agricultural tractors. – *Agronomy Research*, 14(5):1511–1518.
- Adamchuk, V., Bulgakov, V., Skorikov, N., Yezekyan, T., Olt, J. 2016b. Developing a new design of wood chopper for grape vine and fruit tree pruning and the results of field testing. – *Agronomy Research*, 14(5): 1519–1529.
- Antille, D.L., Peets, S., Galambošová, J., Botta, G.F., Rataj, V., Macak, M., Tullberg, J.N., Chamen, W.C.T., White, D.R., Misiewicz, P.A., Hargreaves, P.R., Bienvenido, J.F., Godwin, R.J. 2019. Review: Soil compaction and controlled traffic farming in arable and grass cropping systems. – *Agronomy Research*, 17(3):653–682. doi: 10.15159/AR.19.133.
- Arak, M., Soots, K., Starast, M., Olt, J. 2018. Mechanical properties of blueberry stems. – *Research in Agricultural Engineering (RAE)*, 64(4):202–208. doi: 10.17221/90/2017-RAE.
- Arak, M., Olt, J. 2014. Constructive and kinematics parameters of the picking device of blueberry harvester. – *Agronomy Research*, 12(1):25–32.
- 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.
- Bechar, A., Vigneault, C. 2016. Agricultural robot for field operations: Concept and components. – *Biosystems Engineering*, 149:94–111. doi: 10.1016/j.biosystemseng.2016.06.014.
- Bechar, A., Vigneault, C. 2017. Agricultural robot for field operations. Part 2: Operations and systems. – *Biosystems Engineering*, 153:110–128. doi: 10.1016/j.biosystemseng.2016.11.004.
- Bulgakov, V., Adamchuk, V., Arak, M., Olt, J. 2015. Mathematical modelling of the process of renewal of the fleet of combine harvesters. – *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 7:35–39.
- Bulgakov, V., Adamchuk, V., Arak, M., Nadykto, V., Kyurchev, V., Olt, J. 2016a. Theory of vertical oscillations and dynamic stability of combined tractor implement unit. – *Agronomy Research*, 14(3): 689–710.
- Bulgakov, V., Adamchuk, V., Gorobey, V., Olt, J. 2016b. Theory of the oscillations of a toothed disc opener during its movement across irregularities of the soil surface. – *Agronomy Research*, 14(3): 711–724.
- Bulgakov, V., Adamchuk, V., Kuvachov, V., Arak, M., Olt, J. 2017. Study into movement of wide span tractors (vehicles) used in controlled traffic farming. In: *Proceedings of the 28th International DAAAM Symposium "Intelligent Manufacturing & Automation"* (Ed. B. Katalinic). 2017 November 08–11, Zadar, Croatia. Vienna, Austria: DAAAM International, 28(1):0199–0208. doi: 10.2507/28th.daaam.proceedings.027.
- Bulgakov, V., Melnik, V., Kuvachov, V., Olt, J. 2018a. Theoretical Study on Linkage Unit of Wide Span Tractor. – In: *Proceedings of the 29th International DAAAM Symposium "Intelligent Manufacturing & Automation"* (Ed. B. Katalinic). 2018 October 24–27, Zadar, Croatia. Vienna, Austria: DAAAM International, 29(1):0180–0189. doi: 10.2507/29th.daaam.proceedings.026.
- Bulgakov, V., Nikolaenko, S., Adamchuk, V., Ruzhylo, Z., Olt, J. 2018b. Theory of retaining potato bodies



- during operation of spiral separator. *Agronomy Research*, 16(1), 41–51. doi: 10.15159/AR.18.036.
- Bulgakov, V., Nikolaenko, S., Holovach, I., Adamchuk, V., Ruzhylo, Z., Olt, J. 2019. Numerical modelling of process of cleaning potatoes in spiral separator. *Agronomy Research*, 17(3), 694–703. doi: 10.15159/AR.19.077.
- Järvan, M., Vettik, R., Tamm, K. 2017. The importance and profitability of farmyard manure application to an organically managed crop rotation. – *Zemdirbyste-Agriculture*, 104(4):321–328. doi: 10.13080/z-a.2017.104.041.
- Jørgensen, M.H. 2012. Agricultural field machinery for the future – Form an engineering perspective. – *Agronomy Research*, 10(1):109–113. ISSN: 1406894X.
- Kanaga Suba Raja, S., Balaji, V., Vivekanandan, M. 2015. Autonomous mobile navigation robot for agricultural purpose. – *Int. J. of Applied Engineering Research*. 10(10): 27333–27341.
- Krasnyy, V., Maksarov, V., Olt, J. 2016. Increase of wear and fretting resistance of mining machinery parts with regular roughness patterns. – In: *Proceedings of the 27th International DAAAM Symposium "Intelligent Manufacturing & Automation"* (Ed. B. Katalinic). 2016 October 26–29, Mostar, BiH. Vienna, Austria: DAAAM International, 27(1):0151–0156. doi: 10.2507/27th.daaam.proceedings.023
- Kutzbach H.D. 2000. Trends in Power and Machinery. – *J. Agric. Engng. Res.*, 76:237–247. doi:10.1006/jaer.2000.0574.
- Küüt, A., Olt, J. 2008. Taimeõli tootmine ja kasutamine mootorikütusena. Taastuvate energiaallikate uurimine ja kasutamine, X. (Toim. E. Vollmer, A. Normak). – Tartu: Eesti Maaülikool, 79–87.
- Maksarov, V., Madissoo, M., Olt, J. 2013. Increasing the Effectiveness of the Cutting Process in the Course of Milling. – *Journal of Mechanics and Industry Research*, 1(4):75–81. doi:10.12966/jmir.11.02.2013.
- Maksarov, V., Khalimonenko, A., Olt, J. 2016. Effect of porosity on the performance of cutting ceramics. – *Agronomy Research*, 14:1043–1052.
- Maksarov, V., Zlotnikov, E., Olt, J. 2017. Determining the load on support rollers the pipe conveyor belt. – In: *Proceedings of the 28th International DAAAM Symposium "Intelligent Manufacturing & Automation"* (Ed. B. Katalinic). 2018 October 24–27, Zadar, Croatia. Vienna, Austria: DAAAM International, 28(1):0209–0215. doi: 10.2507/28th.daaam.proceedings.028.
- Olt, J. 2009. 90 aastat põllutöömashinate alasest kõrgkoolitusest Eestis. – *Agraarteadus: Journal of Agricultural Science*, 20(2):60–65. [http://agrt.emu.ee/pdf/2009\\_2\\_olt4.pdf](http://agrt.emu.ee/pdf/2009_2_olt4.pdf).
- Olt, J., Arak, M., Jasinskas, A. 2013. Development of mechanical technology for low-bush blueberry cultivating in the plantation established on milled peat fields. – *Agricultural Engineering*, 45(2), 120–131.
- Olt, J., Laur, M. 2009. Briquetting different kinds of herbaceous biomaterial. – 8th International Scientific Conference "Engineering for rural development", 2009 May 28–29, Jelgava, Latvia, 224–228.
- Olt, J., Liivapuu, O., Maksarov, V., Liyvapuu, A., Tärkla, T. 2016. Mathematical Modelling of Cutting Process System. In: *Engineering Mathematics I. – Springer International Publishing: Springer Proceedings in Mathematics & Statistics*, 173–186. doi:10.1007/978-3-319-42082-0\_11.
- Olt, J., Maksarov, V. 2012. Using an anisotropic properties of sheetmetal to develop a design of vibrationless cutting tool. – *Agronomy Research*, 10(1):181–186.
- Olt, J., Maksarov, V. 2015. Cutting process simulation on the basis of rheological properties of metals. – In: *Proceedings of the 26th International DAAAM Symposium "Intelligent Manufacturing & Automation"* (Ed. B. Katalinic). 2015 October 21–24 Zadar, Croatia. Vienna, Austria: DAAAM International, 26(1): 229–237.
- Olt, J., Maksarov, V., Efimov, A. 2018. Impacts of gradient structure on the dynamic characteristics of machining process system. – In: *Proceedings of the 29th International DAAAM Symposium "Intelligent Manufacturing & Automation"* (Ed. B. Katalinic). 2018 October 24–27, Zadar, Croatia. Vienna, Austria: DAAAM International, 29(1):0190–0196. doi: 10.2507/29th.daaam.proceedings.026.
- Olt, J., Maksarov, V., Efimov, A. 2019. Improving the quality of critical tractor parts through the dynamic stabilisation of the manufacturing process in regard to CNC machines. – *Agronomy Research*, 17(S1): 1146–1154. doi: 10.15159/AR.19.060.
- Olt, J., Maksarov, V., Keksini, A. 2018. Internal thread cutting process improvement based on cutting tools treatment by composite powders in a magnetic field. *Építőanyag*. – *Journal of Silicate Based and Composite Materials*, 70(4):128–131. doi: 10.14382/epitoanyag-jsbcm.2018.24.
- 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"* (Ed. L. Malinovska, V. Osadcuks), 2019 May 22–24, Jelgava, Latvia. Latvia University of Agriculture, 179–184. doi: 10.22616/ERDev/2019. 18.230.
- Olt, J., Ilves, R., Küüt, A. 2019b. Ülevaade: Põllumajandusliku masinapargi arengud Eestis ajavahe-mikul 2010–2018. – *Agraarteadus*, 30(1):40–48. doi: 10.15159/jas.19.04.
- Olt, J., Küüt, K., Ilves, R., Küüt, A. 2019c. Assessment of the harvesting costs of different combine harvester fleets. – *Research in Agricultural Engineering*, 65(1):25–32. doi: 10.17221/98/2017-RAE.
- 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"*, (Ed. L. Malinovska, V. Osadcuks), 2010 May 27–28, Jelgava, Latvia. 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", (Eds. L. Malinovska, V. Osadcuks). 2011 May 26–27, Jelgava, Latvia. Latvia University of Agriculture, 196–200.
- Reintam, A. 1999a. 80 aastat põllutöömashinade alaste kõrgkoolitusest Eestis. – Eesti Põllumajandusülikooli teadustööde kogumik. Põllumajandustehnika, -ehitus ja -energeetika. AS Rebellis, Tartu, lk 9–21.
- Reintam, A. 1999b. Ülevaade põllumajanduse mehaneerimise ajaloost Eestis (kiviajast aastani 1949). – Tln.: AS Rebellis, lk 132 ill.
- Shivaji, K.V., Galande, S.G. 2014. Real-time video monitoring and micro-parameters measurement using sensor networks for efficient farming. – International Conference for Convergence for Technology 2014 Aprill 6–8, Pune, India, Category number CFP1483X-ART, Code 112024, doi: 10.1109/12CT.2014.7092162.
- Soots, K., Maksarov, V., Olt, J. 2014. Continuously adjustable berry sorter. – *Agronomy Research*, 12(1): 161–170.
- Soots, K., Olt, J. 2017. Non-stationary processing center for small and medium sized blueberry farms. – *Research in Agricultural Engineering (RAE)*, 63:136–144, doi: 42/2015-RAE.
- Soots, K., Olt, A., Olt, J. 2019. Manufacturing technology and mechanical properties of biodegradable tableware made from cereal bran. – Proceedings of the 47th International symposium "Actual Tasks on Agricultural Engineering" (Eds. I. Kovačev, N. Bilandžija). 2019 March 5–7, Opatija. University of Zagreb, 445–452.
- Zhang, N.Q. 2000. Precision agriculture – a worldwide overview. – *Computers and electronics in agriculture*, 36(2–3):113–132.
- Tamm, K., Bender, I., Nugis, E., Edesi, L., Vösa, T. 2018. The impact of the termination technology of agro-ecological service crops on soil properties in open field vegetable production. – *Agronomy Research*, 16(4):1896–1904, doi:10.15159/AR.18.152.
- Tamm, K., Nugis, E., Edesi, L., Lauringson, E., Talgre, L., Viil, P., Plakk, T., Vösa, T., Vettik, R., Penu, P. 2016a. Impact of cultivation method on the soil properties in cereal production. – *Agronomy Research*, 14(1):280–289.
- Tamm, K., Vettik, R., Viil, P., Akk, E., Edesi, L., Kadaja, J., Vösa, T. 2015. Teraviljade saagikused ja tootmiskulud erinevate viljelusmeetodite kompleksuuringus. *Agronoomia* (Toim. M. Alaru, A. Astover, K. Karp, R. Viiralt, A. Must). – *Ecoprint*, 214–218.
- Tamm, K., Vettik, R., Viil, P., Vösa, T., Kažotnieks, J. 2016b. Sõnnikulaotamise tehnoloogiate võrdlev uuring. – *Eesti Põllumajandus-Kaubanduskoda*, 117 lk.
- Tupits, I., Tamm, S., Tamm, Ü. 2014. Otsekülvi ja mullaharimisega tehnoloogiate uuringutest tootmis-põldudel. – Põllumajandusteaduselt tootjatele: Aastaseminar 2014. Jõgeva: Rebellis, 116–121.
- 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.
- Viil, P. 2017. Minimeeritud mullaharimine ja otsekülv. – *Eesti Taimekasvatuse Instituut*, 100 lk, ISBN 978-9949-9742-2-1.
- Viil, P., Kadaja, J. 2013. Vedelsõnniku keskkonnasäästlik käitlemine. – *Eesti Taimekasvatuse Instituut*, 41 lk.
- Viil, P., Vösa, T., Siim, J., Koik, E. 2007. Otsekülv ja otsekülvikud Eestimaa põldudel. – *Eesti Taimekasvatuse Instituut*, Saku, 62 lk.
- Yezekyan, T., Olt, J. 2016. Vineyard floor management with novel free-active inter-row tiller. – Proceedings of the 15th International Scientific Conference "Engineering for Rural Development" (Eds. L. Malinovska, V. Osadcuks). 2016 May 25–27, Jelgava, Latvia. Latvia University of Agriculture, 15:1266–1273.