

Projekti “Põllukultuuride ja heintaimede viljelustehnoloogiate ja vastavate viljelusmasinate Eesti oludele sobivuse uurimine ja nende arvuliste vajaduste selgitamine nii tootmisüksuse kui Eesti seisukohalt tervikuna” lõpparuanne

Töö juht ja põhitäitja direktor tehnikamagister Arvi Kallas (koormus 1,92), põhitäitjad vanemteadur põllumajanduskandidaat Ilmar Karjane (4,49), vanemteadur põllumajanduskandidaat Peeter Viil (1,94), vanemteadur tehnikadoktor Gennadi Bogun 4,83), vanemteadur majanduskandidaat Jüri Haabpiht (3,97), asedirektor, põllumajandustehnika katselabori juhataja põllumajanduskandidaat Jaanus Siim (1,18), mehhaniseerimise osakonna juhataja tehnikateaduskandidaat Taavi Võsa (0,73), teadur tehnikakandidaat Väino Jõgeva (0,11), vanemteadur majanduskandidaat Valdek Loko (0,29), teadur põllumajanduskandidaat Enno Koik (0,33), teadur tehnikateadusmagister Kalvi Tamm (0,06), teadur tehnikateadusmagister Raivo Vettik (2,26), vanemteadur bioloogiakandidaat Jüri Kadaja (1,20), magistrant Triin Saue (0,20).

Kestus: 2002–2006

Taust - tehnoloogia on majandusliku arengu mootor.

Olles liitunud Euroopa Liiduga suudavad Eesti põllumajandustootjad konkureerida nii sise- kui välisturul, kui ka Eestis rakendatakse nüüdisaegseid põllumajandustehnoloogiaid ja -masinaid. Põllumajandusettevõtted, kes suudavad uusi tehnoloogiaid tulemuslikumalt rakendada arenevad majanduslikult kiiremini ja nad on teistest konkurentsivõimelisemad. Eesti on liiga väike, et konkureerida suurte riikide firmadega uute masinatehnoloogiate ja masinate väljatöötamisel. Seepärast on tehnoloogiasiiire Eestis põllumajanduses põhiliseks uute põllumajandustehnoloogiate juurutamise viisiks. EMVI mehhaniseerimise osakonna üks põhitegevusi oli ja on teha uute põllumajandusmasinate ja -tehnoloogiate sobivusuuringuid (testimised, töövaatlused, masinakulude ja tasuvuste uuringuid jms) ning koostada ja levitada infot uute tehnoloogiate ja masinate kasutamise kohta nii Eestis kui teistes riikides, so aidata kaasa tehnoloogiasiiiretele Eesti põllumajandusettevõtetes. Teadusasutuste üks missioone on aidata põllumeestel vältida katseeksitusmeetodil uute tehnoloogiate juurutamisel. Teadus vajab koostööd põllumajandustootjatega ja masinafirmadega - see on kõigile osapooltele kasulik. saadakse taludes jms tehtavate masinate töövaatluste, mõõtmiste, testimiste, laboratoorsete, põld-laboratoorsete või ekspluatatsioonikatsete või mitmeaastaste kompleksuuringute teel. Infot saadakse ka masinaehitusfirmadest, näitustelt, konverentsidelt, õppepäevadelt välisajakirjadest, -raamatutest, masina-katseaktidest, mitmesugustest kogumikest ja kataloogidest, CD-ROM-idele salvestatud põllumajandusmasinate infost, videofilmidelt jms.

Uurimis-arendustööde eesmärkideks olid:

- selgitada uute traktorite, mullaharimisriistade, külvikute, istutusmasinate, väetiselaoturite, taimekaitsepritside, koristusmasinate, koristusjärgse töötlemise ja säilitamise masinate ning (tootlikkused, kütuse- ja korrashoiukulud ning mitmesugused töö kvaliteedinäitajad);
- selgitada loetletud masinate ja seadmete kütuse-, masina- ja inimtöökulud erineva suurusega tootmisüksustes ja erinevate töömahtude korral;
- töötada välja ja täiustada põllundusmasinate valiku alused erineva suuruse ja tootmissuunaga põllumajandusettevõtetele;
- prognoosida loetletud masinate ja seadmete arvuline vajadus ja nii erineva suurusega tootmisüksustes kui vabariigis tervikuna.

Oodatavad tulemused. Põllumeestele jt luuakse ja edastatakse uus info:

- põllundustehnoloogiate ja –masinate arengutendentside kohta;
- uute põllutöömasinate sobivusuuringute tulemuste (tegelikud tootlikkused, kütuse-, töö-, ja korrashoiukulud ning kvaliteedinäitajad, põllumajandustootjate hinnangud jms) kohta;
- põllutöömasinate (teravilja, rapsi, heintaimede ja kartuli viljelusmasinad ning rohusööda koristusmasinad) erivajaduste, -hindade ja investeeringunõudluste kohta;
- teravilja, rapsi, heintaimede, kartuli ning rohusööda viljelustehnoloogiate ja –masinate (traktorid, mullaharimisriistad, külvikud, väetiselaoturid, taimekaitsepretsid, koristus- ja koristusjärgse töötlemise masinad) valikualuste ja –kriteeriumite kohta;
- põllumajandustehnika andmebaas koos masinakulude arvutamise algoritmidega;
- info uute viljelustehnoloogiate evitamisprobleemide kohta;
- EMVI kodulehel uuendatakse pidevalt infot traktorite, mullaharimis- ja külvitehnoloogiate ning masinate, väetiselaoturite, teraviljakombainide, teraviljakuivatite, rohusööda koristustehnoloogiate ja –masinate, kartuliviljelustehnoloogiate ja –masinate kohta. Kodulehel on ka pidevalt uuenev taimekasvatustehnika andmebaas.

1. Traktorite sobivusuuringud (vanemteadur Ilmar Karjane)

TAUST

Eesti taasiseseisvumisega hakkasid põllumeed otsima võimalusi traktoripargi uuendamiseks. 2001. aastal oli ARKi liiklusregistris arvel 47 527 traktorit, milledest üle 88 protsendi olid vanemad kui 10 aastat. Traktorid olid vene päritolu ja väikese võimsusega. Põllumajanduse tootmise konkurentsivõime saavutamiseks tuli alustada nii füüsiliselt kui moraalselt vananenud traktoripargi väljavahetamist. 1998. aastal, kui järsult suurenes lääne traktoreid pakkuvate müügifirmade arv, olid põllumehed küsimuse ees, millist traktorit osta, millise firma traktor on parim, millise kulud on väiksemad, milline mark sobiks paremini minu ettevõtlusse. See oli arvestatav põhjus, miks alustati uute traktorite sobivusuuringuid. Ka täna pole põllumeeste infonõudlus järjest uute traktorimarkide turule tulekuga vähenenud.

UURIMISTÖÖ EESMÄRGID

- uurida uute traktorite sobivust ja tootlikkust põllutöödel;
- selgitada traktorite kütuse- ja hooldekulu;
- milline on uute traktorite töökindlus, kuidas hinnatakse traktorite tööseadiseid;
- milline on Eesti traktoripargi struktuur ja dünaamika;
- selgitada traktorite vajadus ja investeeringunõudlus;
- traktorite arengutrendid;
- põllumajandustöötajate nõustamine.

TEGEVUSED ja PÕHITULEMUSED

1.1. Sobivusuuringud

Selgitati kokku 55, ühe kuni nelja aasta vanuste, 8 erineva firma traktori tootlikkus, hooldekulu, töökindlus jt näitajad. Traktorid töötasid 9 maakonnas. Esimesel kahel aastal selgitati traktorite töötulemusi traktorijuhtide küsitlemise, töövaatluste ja välisajakirjades avaldatud info abil. Alates 2004. aastast võeti kasutusele töövaatluse päevikud, kuhu traktorijuhid kandsid traktori igapäeva töö näitajad nagu tehtud töö hulk, haakemasin, kütusekulu, põllu suurus, kiirus jpm. Kirja pandi rikestest põhjustatud seisakud, hooldekulu ja anti hinnangud traktori tööseadistele. Vaatluse all oli: 2004. aastal 5, 2005. aastal 6 ja 2006. aastal 10 traktorit. Traktoreil töötasid

suurte kogemuste ja staažiga (keskmiselt 18 a) traktorijuhid. Ülevaate vaatluse all olnud traktorite markidest, võimsusest ja vanusest annab alljärgnev tabel

Traktori mark	Võimsus kW/hj	Vl aasta	Traktori mark	Võimsus kW/hj	Vl aasta
Fendt 930	221/300	2005	MF 6480	106/145	2006
Fendt 926	210/280	2005	MF 6490	125/170	2006
Fendt 818	143/194	2005	McCorm.	169/230	2005
Fendt 718	143/194	2004	ZTX230	119/162	2003
JD 6910S	110/149	2001	NH TM 165	100/135	2004
JD 6920S	118/160	2002	NH TSA 135	210/285	2005
JD 6920S	123/167	2004	NH TG 285	118/160	2003
MF 6280	92/125	2000	Valtra 8550 Hi	155/210	2005
			Valtra T 190		

1.1.1. Tootlikkus:

- traktorite keskmiseks aastakoormuseks kujunes 1498 töötundi. Suure võimsusega traktorid töötasid keskmisest oluliselt rohkem: Fendt 930 – 3400 töötundi; Fendt 926 – 3000; Valtra T 190 – 2390; McCormick ZTX 230 – 2283 tundi;
- traktorite tootlikkused kui ka kütusekulu pole omavahel võrreldavad, sest traktorid on erineva võimsusega. Erinevad on ka töötingimused (põllu suurus, mulla lõimis ja niiskus) ja ka haakemasinad. Alljärgnev tabel annab ülevaate traktorite tootlikkusest (hektari/tunnis) erinevatel töödel 5 a keskmisena.

Traktori mark	Sügiskünd	Kultiveerimine	Randaalimine	Libistamine	Teraviljakülv	Taimekaitse	Niitmine
Fendt 926	1,7	5,3		4,3			
Fendt 930	1,1		3,3				
Fendt 818	1,6		3,5	4,7			
Fendt 718	1,1	5,8		2,4	3,8		
JD 6910S	1,0	4,5					3,3
JD 6920S	1,1	5,2	3,6		4,3	6,6	
MF 6280	0,7	3,9					1,9
MF 6480	1,0	6,3			2,1	6,5	
MF 6490	0,9		2,7	5,4	2,9	12,3	1,0
McCormick 230	1,1				3,1		9,5
NH TM 165	1,2	2,2		1,0			5,1
NH TSA 135	1,0	4,1				14,2	
NH TG 285	1,3	3,2	5,4	5,9	3,6		3,4
Valtra 8550 Hi	1,0	4,7		3,2	3,2		3,7
Valtra T 190		4,4	3,2	3,4			2,5
MTZ 952	0,4						1,3
keskmine	1,1	4,5	3,6	3,8	3,3	9,9	3,5

Märkus: Kõik traktorid kõiki töid ei teinud (tühjad lahtrid), sest suurettevõtete traktorid (koos juhtidega) on Lisaks veel töid, mida tegid vaid mõned traktorid: otsekülv – 1,9 (Fendt 818), sügavkobestamine – 2,8 (Fendt 818), rullimine – 3,6 (JD 6910S, kõrrekoorimine – 3,5 (NH 135), äestamine – 8,3 (NH 135), mineraalväetiste külv – 12,5 (NH 135).

1.1.2. Traktori töökiirused:

- põllutöödel kasutatavad traktori töökiirused on suures plaanis ühesugused ja erinevad üksteisest vähe. Samas aga erinevad väiksemad ja suuremad kiirused keskmisest kuni neljandiku võrra. Peamistel põllutöödel kasutati järgmisi kiirusi (keskmised):

künd	-	8,0 km/h	teraviljakülv	-	9,6 km/h
libistamine	-	9,8 „	otsekülv	-	7,0 „
kultiveerimine	-	9,7 „	mineraalväetiste külv	-	14,0 „
rullimine	-	11,5 „	taimekaitse	-	10,0 „
sügavkobestamine	-	8,0 „	niitmine	-	10,0 „

1.1.3. Tootlikkuse sõltuvus tööee pikkusest:

- traktori tootlikkus sõltub tööee pikkusest ja mulla lõimisest. Nii oli tunnitootlikkus künnil 400 m pikkusel tööeel 1,2, üle 700 m pikkusel eel 1,4 hektarit ehk 14% suurem. Teraviljakülvil samadel ee pikkustel oli tootlikkus vastavalt 3,9 ja 4,9 hektarit ehk 20% suurem. 400 m pikkusel tööeel 3,9, üle 700 m pikkusel 4,9 hektarit ehk 20% suurem;
- tööee pikkuse suurenemisel suureneb tootlikkus pea kõigil mullaharimis- ja külvitöödel. Kõrrekünnil kuni 400 m ee pikkusel oli 1,1 (ainult künnil 1,3), üle 800 m pikkusel tööeel 1,2 (ainult künnil 1,4) hektarit tunnis. Sügiskünnil kuni 400 m tööeel – 1,0, üle 800 m tööeel – 1,2 ha/h ehk 17% suurem.

1.1.4. Tootlikkuse sõltuvus mulla lõimisest:

- tootlikkust mõjutab ka mulla lõimis. Selgemalt avaldub see künnil. Suurem tootlikkus saadakse turbase põllu kündmisel (1,4 ha/h), mis on ligi kolmandik suurem kui kivise põllu kündmisel. Ka liivase põllu kündmisel on tootlikkus suurem kui savisel põllul;
- Mulla lõimise mõju tootlikkusele avaldub ka randaalimisel, kõrre koorimisel jt töödel. Sageli on tulemused ka vastupidised, mis viitab ka veel mitmete teiste tegurite mõjule.

1.1.5. Kütusekulu:

- kütusekulu hektarile, tunnis või tonnkilomeetrile on üks olulisem traktori masinakulu näitaja. Samas on ebaõige kütusekulu alusel traktorite paremuse selgitamine töötingimuste erinevuste tõttu. Paremu selgitamine kütusekulu alusel on võimalik vaid võrdluskatsetes;
- kütusekulu vaatlusaluste traktorite keskmisena ettevõtete andmetel oli 12,5 liitrit tunnis, mis on üle 3,4 liitrit vähem kui 2005. aastal. Ka üksikute traktorite viisi olid kulud väiksemad;
- suurim hektari kütusekulu on arusaadavalt künnil. Vaatlusaluste traktorite keskmisena künni tunnitootlikkusel 1,1 hektari oli 16,5 liitrit. Keskmisest väiksem kütusekulu oli kõigil Fendt, John Deere ja New Hollandi traktoreil;
- keskmiselt kulus (kõigi traktorite keskmisena) kultiveerimisel 5,8, randaalimisel 6,9, libistamisel 4,9, teraviljakülvil 6,9, taimekaitsel 1,0 ja niitmisel 7,3 liitrit diislikütust hektari kohta;
- otsekülvil kulus hektarile 9,3, sügavkobestamisel 7,7, rullimisel 3,9, kõrrekoorimisel 8,5, äestamisel 2,4 ja mineraalväetiste külvil 0,9 liitrit;
- kütusekulu sõltub tööee pikkusest. Kultiveerimisel kuni 400 m pikkusel tööeel oli hektari kütusekulu 4,8, üle 800 m tööeel 4,3 liitrit ehk 10%. Randaalimisel samadel tööeedel oli kütuse kokkuhoid koguni 30%. Kuni 400 m pikkuse tööeega põllu kündmisel oli kütuse hektarikulu keskmisena 18,3, 400-800 m 17,5 ja üle 1000 m 17,3 liitrit ehk 5,4%. Traktoril Fendt 718 oli kütuse kokkuhoid 16,5%. Kündmisel pikematel tööeedel (kuni 400 ja üle 800 m) vähenes kütusekulu vahemikus 4...17%;

- kütusekulu sõltub ka mulla lõimisest. Nelja vaatlusaluse traktori keskmisena oli hektarikulu väiksem mineraalmullaga põllu kündmisel – 14,0 l/ha. Sellest suurem oli turbamullal (15,7), liivmullal (16,4) ja savimullal (16,5) l/ha. Väiksem kütusekulu oli Fendt 718 turbamullal – 13,3, suurem kivisel mineraalmullal – 17,3 l/ha. Mulla niiskust ei mõõdetud;
- üha laienev traktori kasutamine transpordil tõstatab huvi ka kütusekulu vastu. Transpordi kütusekulu sõltub paljudest tegureitest nagu veokauguses, koorma peale- ja mahalaadimise seisuaeg, mille tõttu täpsema kütusekulu andmine on raske ja mis vajab edasist uurimist. Teravilja veol oli kütusekulu 0,03-0,25, silorullide veol 0,06, haljasmassi veol 0,1-0,3 liitrit tonnkilomeetri kohta.

1.1.6. Remondi- ja hooldekulu

- Senistest uurimistest selgub, et remondi- ja hooldekulu sõltub enam töötingimustest (põllu seisund, tööde iseloom, hooldamine jmt) kui traktori töötundidest (vanusest). Väita, et töötundide suurenemisel suureneb ka traktori remondi vajadus, senised lühiajalised andmed seda ei kinnita. Võrreldes meie remondinumbreid Saksamaa samade numbritega, on meie kulud oluliselt suuremad. Võib arvata, et põhjuseks on ebasoodsamad töötingimused, aga miks ka mitte väiksemad kogemused, oskused ja teenindus täpsema tehnikaga ümberkäimisel. Remondi- ja hooldekulud vaatlusaluste traktorite keskmisena on esitatud alljärgnevas tabelis.

Aasta	Remondi- ja hooldekulu		Töötunnid
	kr/h	sellest varuosad kr/h	
2002	37,02		1339
2003	53,28		1550
2004	44,68	10,80	1365
2005	19,79	13,88	1692
2006	20,54	11,37	1545
keskmine	35,06	12,00	1498

7.1.7. Rikked

Uutel traktoritel esineb suhteliselt palju pisirikkeid, mille põhjuseks kehv montaaž. Nõndanimetatud „lastehaigust“ põevad paljud traktorid, mis aasta, paariga kaovad. Enam esineb purunemisi kütuse etteande süsteemis (etteande- ja kõrgrõhupumbad), lekivad tihendid, radiaatorid, streigivad elektroonika andurid jpm. Eriti kulukad on elektroonika (näit arvuti) rikete avastamine ja kõrvaldamine. Sageli seisab traktor selle tõttu päevi, vahel ka hooldemehe ootel. Samas teevad traktorijuhid hulgaliselt ettepanekuid töötingimuste parandamiseks. Ei puudu ka kiitvad hinnangud.

1.1.8. Traktori, tööseadiste hinnangud:

- traktori tööseadistele antud hinnangud on subjektiivsed ja olenevad traktorijuhi kogemustest, arusaamadest ja oskusest traktorisse investeeritud võimaluste kasutamisest. Pealegi on hinnatud traktorite arv väike ja kaugeleulatuvate üldistuste tegemine ebaõige;
- kõrgemalt hinnati jõuülekannet (8,8), kabiini mugavusi (8,7), vähem pisiriketega elektroonikat (7,5). Ka firmapoolse teenindusega ollakse üldiselt (va mõned erandid) rahul (7,5). Traktorite hinnangud aastate kaupa järgnevas tabelis (10-punkti süsteemis).

Aasta	Fendt	D – F	JD	McCormick	MF	NH	Valtra	keskmine
2002		7,9	8,8		8,7	9,3	7,5	8,4
2003		7,8	7,6	5,5	9,4		8,1	7,6
2004			8,0		9,0	7,9	7,7	8,1
2005	9,4		9,0	8,2			8,9	8,8
2006	9,4			5,6	8,4	9,3	8,8	8,3
keskmine	9,4	7,8	8,3	6,4	8,8	8,8	8,2	8,2

1.2. Traktoripargi struktuur:

- ARKi liiklusregistri andmetel oli 2007 aasta esimese jaanuari seisuga arvel 33560 traktorit. 2006. aastal müüdi Eestis 497 uut ratastraktorit. Viimastel aastatel on suurenenud lääne traktorite müük. Alates 2004. aastast on lääne traktorite müük ületanud ida traktorite müügi (vt tabel).

Tr firma	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	kokku
MTZ	162	186	255	249	173	173	118	1316
Valtra	18	33	33	103	100	77	77	441
NH	6	14	24	44	41	51	58	238
JD	2	23	31	34	70	64	44	268
McCor				5	8	15	12	40
Case	1	5	1	4	3	21	37	72
Claas					9	11	8	28
MF		4	3	10	8	31	47	103
D-F	1	1	17	23	15	7	3	67
Fendt		1		1	6	13	16	36
Landini				1	6	28	34	69
Same	3	5	3			1	-	12
Zetor	1	1				6	15	23
VTZ	12	18	14	17	17	5	-	83
Kioti	-	-	-	-	-	-	22	22
Muud	34	28	22	2	7	6	6	105
kokku	240	319	403	493	463	509	497	2924

- Eesti traktoripargi vanuselisest struktuurist ja selle muutustest annab ülevaate alljärgnev tabel. Kümne aastaste ja vanemate traktorite osakaal on viimastel aastatel olnud 88 protsendi piiirimaal. Uute traktorite ost on sedavõrd väike, et traktoripark vananeb kiiremini kui uueneb.

Aasta	Kuni 2 a	3 – 5 a	6-10 a	Üle 10 a
01.01.2003	3	5	9	83
01.01.2004	3	5	6	86
01.01.2005	2,1	2,9	8,6	86,4
01.01.2006	3	4	5	88
01.01.2007	2,9	4,0	4,8	88,3

- Eesti traktoripark on väikesevõimsuseline. Kuni 90 hobujõuliste (66 kW) traktorite osakaal traktoripargist on üle 85 protsendi, seejuures kuni 70 hj osa üle 50 protsendi (vt tabel). Traktorituru trend näitab võimsamate traktorite ostu suurenemist.

Aasta	Kuni 70 hj	71-90 hj	91-110 hj	111-130 hj	131-150 hj	151-170hj	171-200hj	Üle 200 hj
01.01.2003	53,4	36,9	1,1	0,4	1,2	6,5	0,7	1,5
01.01.2004	55,8	33,5	1,1	0,4	0,6	6,4	0,7	1,5

01.01.2005	53,1	33,5	3,6	0,4	1,0	6,6	0,4	1,4
01.01.2006	52,2	33,8	3,4	0,6	1,2	6,2	0,9	1,7
01.01.2007	51,2	33,2	4,0	1,0	1,5	6,2	1,1	1,8

1.3. Traktoripargi investeeringunõudlus:

- traktorite arv Eestis seisuga 01.01.2007 oli 33 560, millest põllumajanduses arvatavalt töötab 95%. Haritavat maad on ca 570 000, millest põllumaad ligikaudu 363 000 hektari. Ühe traktori kohta tuleks seega ligi 18 hektari haritavat maad, 100 ha haritava maa kohta 5 traktorit. Viimase nelja aasta keskmisena osteti aastas 490 uut traktorit;
- traktorite vajaliku arvu leidmiseks tuleks koostada algoritm, mis arvestab ettevõtete suurust, tootmise struktuuri, traktoritööde mahtu ja mitmeid muid tegureid. Selleks ei ole küllaldaselt vajalikke algandmeid. Lihtsustatud hinnangu saamiseks võib Eesti andmeid võrrelda teiste riikide vastavate andmetega;
- kui Eestis oleks traktori keskmine kasutusiga 12 aastat, siis Saksamaa andmete põhjal oleks vaja Eestis igal aastal soetada ligikaudu 1600 uut traktorit. Võttes traktori keskmiseks hinnaks 800 tuhat krooni (51 tuhat Eurot) saame investeeringu vajaduseks ligikaudu 1280 miljonit krooni. Kuna olemasolev traktoripark on väga vana, siis sellele summale lisandub veel vanade traktorite väljavahetamine ja investeeringute vajadus on sellevõrra veelgi suurem;
- ilmselt on Eestis praegu traktoreid liialt palju, samuti kasvab võimsamate traktorite osatähtsus. Traktoripargi kaasajastamiseks oleks vaja Eestis igal aastal soetada ligi 1600 uut traktorit, investeeringunõudlusega 1,2-1,3 miljardit krooni aastas. Kui kõik ostetavad traktorid saaksid EL toetust, väheneks see summa oluliselt.

1.4. Traktori arengusuunad:

- tootlikkuse (võimsuse) suurendamine;
- kütuse- ja materjalikulu vähendamine;
- suur sõidumugavus;
- keskkonnasäästlik ehitus ja tegevus.

1.5. Järeldused ja ettepanekud:

- Uurimistöö peamiseks tulemuseks on Eestis enam müüdavate traktorite töötulemuste (tootlikkus, kütusekulu jt), töökindlusest ja -mugavusest ülevaate saamine, neid arvestades ja võimalusi otsides, tootmise majandusliku efekti suurendamisel;
- vaatluse all olnud traktorite tootlikkust, töömugavusi ja sobivust haakemasinatega töötamisel hinnati positiivselt. Negatiivset hinnangut ei saanud ükski traktorimark;
- korraldatud töövaatlused annavad ülevaate mitmete põllutööde tootlikkusest, kütusekulust jt näitajatest, milledele suurema tähelepanu pööramine tootmise tasuvamaks muutmisel võiks olla iga ettevõtja peamine eesmärk;
- traktorite remondi- ja hooldekulud ning sellest tulenevad seisakud on suhteliselt suured. Kulud aitaks oluliselt vähendada traktorijuhtide koolitus, eriti firmapoolne. Sellest on vähe, kui juhile näidatakse uue traktori peamiste nuppude, kangide kasutamist;
- tootlikkust aitab suurendada enam laiemate haakemasinate, sealhulgas kombimasinate kasutamine, kui töökiiruse suurendamine. Selle tulemusena väheneb kütusekulu kuid suureneb võimsustarve, mis tingib ka võimsamate traktorite ostmist;
- võrreldes tava käigukastiga pakub astmevaba jõuülekanega traktor suurt töömugavust ja tootlikkust ning väiksemat kütusekulu. Astmevaba ülekanega traktoreid (Fendt traktorid) pälvisid juhtidelt kõrgeimad (9,4) hinded. Kes astmevaba jõuülekanega traktoril on töötanud, see enam tava traktorile istuda ei taha. Uutest, 2007. aasta traktoriturul pakutavatest traktoritest 50 protsenti on astmevaba jõuülekanega;

- traktorit tuleks kasutada seni, kui see kasumit toodab. Kui kasutuskulud hakkavad ületama tasuvuspiiri või on selle lähedal, tuleb traktor maha müüa;
- traktoriostjad vajavad erapooletut infot, et vähendada ostu ebaõnnestumist. Uurimistööd oleks vaja jätkata traktoripargi optimaalse suuruse, sobivuse ja kütusekulu vähendamise võimaluste selgitamise eesmärgil. Senini uuritud traktorite väike arv ei võimalda teha suuremaid üldistusi;
- traktorite sobivuse, hinnangute, majandusliku tasuvuse kohta jm kohta aastatel 2002-2006 on avaldatud 60 artiklit, infolehte. Infot traktoreist (riketest, sobivusest jpm) on jagatud põllumeestele paljudel vestlustel.

2. Mullaharimis- ja külvimasinate sobivusuuringud (vanemteadur Peeter Viil)

TAUST:

Tootjatel kasutada olevad põllu- ja rohumaaakultuuride viljelemismasinad (mullaharimise, külvi, hooldus jt.) on nii füüsiliselt kui ka moraalselt vananenud, väikese tootlikkusega ega võimalda rakendada uusi senisest säästlikumaid põllukultuuride kasvatamise tehnoloogiaid (minimeeritud mullaharimine, otsekülv). Vaja on masinaparki uuendada. Põllumehele pakutavate masinate valik on avar. Valdavalt on need masinad – seadmed valmistatud Eesti oludest erinevamatele tingimustele. Nende kohapealse kasutamise teave kas puudub või on ebapiisav. Sellealase teabe nõudlus on aga suur. Praktikast tulenevast nõudest on masinate – seadmete rakendusala uuringud väga aktuaalsed. Praktikute kaasamine uute tehnoloogiliste võtete uuringutesse võimaldab lahenditele anda objektiivsemaid hinnanguid ja kiirendada nende evitamist.

UURIMISTÖÖ EESMÄRGID:

- uurida erinevate mullaharimise põimagraatide mõju mulla agrofüüsikalisele ja agrohüdroloogilisele seisundile;
- uurida erinevate mullaharimise põimagraatide töö vastavust agrotehnilistele nõuetele ja stabiilsusele erinevatel töörežiimidel;
- uurida mullaharimis- ja külvimasinate tegelikud tootlikkused sõltuvalt mullatüübist;
- määrata tegelikud mootorikütuse kulud mullaharimisel ja külvil;
- võrdluskatsetes uurida mullaharimise põimagraatide mõju mulla seisundile ja tali- ning suviteravilja saagile;
- võrdluskatsetes uurida erinevate otsekülvikute töö kvaliteeti erinevate kultuuride viljelemisel;
- uurida erinevate põimagraatide sobivust küntud alade külvieelseks mullaharimiseks.

TEGEVUSED JA PÕHITULEMUSED

2.2. Rullrandaalide ja rull-käpprandaalide võrdluskatsed

Eesti erinevates mullastik-kliimaatilistes regioonides (Harjumaa, Järvamaa, Jõgevamaa, Lääne-Virumaa, Läänemaa, Raplamaa, Tartumaa ja Põlvamaa) sai võetud vaatluse alla mullaharimise rullrandaalid (Väderstad Carrier CR 500, Amazone Catros 4001, Lemken Rubin 9/600 KÜA, Simba X-Press 5,5) ja rull-käpprandaalid (Kuhn Mixter 100, Simba Solo 3,3, Horsch Terrano FX 4) ja kergader (Kverneland Ecomat 650 + Pacomat). Tootmistehnoloogilistes katsetes teostati mulla agrofüüsikalisi mõõtmisi, kus hinnati erinevate agregaatidega harimise mõju mulla lasuvustihedusele ja orgaanilise massi muldasegamise ühtlikkusele. Töövaatlustega määrati nende hooajatootlused, kütusekulud ja tööseadiste tööressurs.

Üheks oluliseks põllukultuuride saakide kujunemise faktoriks on mulla lasuvustihedus. Sellest sõltub taimede toitumine, veerežiim, juurekava areng. Igale kultuuride rühmale on see erinev. Teraviljadele ja rapsile-rüpsile peetakse optimaalseks 1,1 – 1,25 Mg/m³, kartulile ja juurviljadele

1,0 – 1,15 Mg/m³ ja heintaimedele 1,20 – 1,30 Mg/m³. Enam kui 500 vaatluspõllul, kus põhimullaharimiseks kasutati rullrandaale, oli see näitaja teraviljadele optimaalne. Üksikud kõrvalekalded olid tingitud ebaõigest harimisajast (muld harimisajal kuiv või liigniiske). Rull-käpprandaalidega harimisel saavutati märksa tusedam kobestatud mullakiht. Agregaadid sobisid enam keskmise ja raske lõimisega ja künnialuse tihesega muldade harimiseks. Kergatradega haritud põldudel oli muld kõige kobedam (lasuvustihedus 0,95 – 1,05 Mg/m³). Vahetult külvi ette harimisel vajasisid nad täiendavat tihendamist.

Rullrandaalid segasid põllupinnale jäetud peenestatud orgaanilise massi (kõrretüü ja põhk) ühtlaselt kogu harimissügavuses. Rull-käpprandaalidega harimisel sai see samuti valdavalt segatud pindmise mullakihi (0 – 10 cm). Sügavamalt kobestatud kihti sattus orgaanilisest massist vaid mõni protsent. Kergadraga viidi põhiline osa (90 – 95%) orgaanilisest massist künniviilu alla. Suurte põhukoguste (eriti nisupõhku 5 – 6 t/ha) muldakünnisel tekkis haritud ja harimata mulla piirile vee liikumist isoleeriv kiht, mis kujunes taimede arengule ja kasvule piduriks. Efektiivseks osutus aga kergader külviaasta haljasväetiste sügiseseks muldaviimiseks.

Rullrandaalide tunnitootlikkuseks töökiirustel 12 – 13 km/h (mida peetakse ka optimaalseks) kujunes 5 – 7 ha. Kergema lõimise muldadel oli see suurem kui raskema lõimisega muldadel. Keskmise mootorikütuse kulu oli 6,5 l/ha. Agregaatide hooajatootlused ulatusid 200 – 1100 ha. Tööseadiste tööressursiks oli 700 – 1000 ha. Väiksem oli see näitaja liiv- ja kergetel saviliivmuldadel ning rähkmuldadel. Suurem aga keskmistel ja rasketel savimuldadel. Rull-käpprandaalide keskmiseks tunnitootluseks töökiirusel 7 – 8 km/h kujunes 3,9 ha. Mootorikütuse kuluks 10,2 l/ha. Vaatluste lühiajalisus ei võimaldanud välja tuua agregaatide hooajatootlusi.

2.2. Mulla pindmise mullaharimise agregaatide võrdluskatsed

Mulla pindmise mullaharimise agregaatide töö võrdlevaks hindamiseks viidi ühtsetes mullastikuoludes läbi ka tootmiskatsed. Talinisuga Jõgeval ja odraga Olustveres. Võrreldavateks masinateks olid:

- kergader (võiks nimetada ka hõlmkoorliks), mis on ette nähtud väiksema töösügavusega künniks viilu täieliku pööramisega (üks agregaat);
- rull-käpprandaalid, millel on mitmesugused kapid või piid mulla kobestamiseks kuni 30 cm, erineva kuju ja läbimõõduga lõikekettad mulla kobestamiseks ja orgaanilise massi muldasegamiseks ja erineva tehnilise lahendusega rullid mulla pindmise kihi tihendamiseks (kaheksa agregati);
- rullrandaalid, mille tööseadiseks on erineva kuju ja läbimõõduga lõikekettad või noad mulla kobestamiseks ja orgaanilise massi muldasegamiseks ja erineva tehnilise lahendusega rullid (enamasti ketastüüpi) mulla pindmise kihi tihendamiseks (viisteist agregati);

Katse näitas, et talinisu saak oleneb vähe mullaharimise intensiivsusest. Kontrollvariandi , milleks oli kergadraga harimine, saagiks kujunes 6,50 t/ha. Rullrandaalidega haritud variantide keskmine saak ületas seda 2,4% ja rull-käpprandaalidega haritud variantide keskmine saak vaid 0,6%. Antud katses jäi viimaste efekt tagasihoidlikuks seetõttu, et katsealal ei olnud selgelt väljakujunenud künnialust tihest.

Katses, kus võrreldi tavaadraga, kergadraga, rull-käpprandaalidega, rullrandaalidega ja harimata (otsekülv) mõju odra saagile, kergadraga, rull-käpprandaalidega ja rullrandaalidega harimisel kujunes nende variantide saak võrdseks – vastavalt 3,38, 3,36 ja 3,29 t/ha. Tavaadraga künni variandis jäi saak 0,11 – 0,20 t/ha ehk 3,4 – 5,9% ja otsekülvil 0,09 – 0,18 t/ha ehk 3,3 – 5,3%

väiksemaks. Katsetulemused on detailsemalt kokku võetud kogumikus „Uuenduslikud võimalused teraviljakasvatases”, Saku, 2006.

Rull-käpprandaalidega harimise eelis rullrandaalidega harimise ees ilmnes tihenend (lasuvustihedus 1,50 – 1,57 Mg/m³) keskmise liivsavi lõimisega mullal. Odrasaagiks kujunes rull-käpprandaaliga haritud foonil 3,88 t/ha. Rullrandaaliga harimisel oli saak 25% ja künni foonil 21% väiksem. Künnivariandi madala saagi põhjuseks võib pidada nii vaopõhja viidud eelvilja põhku, kui ka tihedust, mis pärssis kapillaarvee liikumist mullas.

Kaheksateistkümmne rullrandaalidega pindmiselt haritud tootmistehnoloogilise katse keskmiseks taliviljasaagiks kujunes 4,8 t/ha. Madalaim saak oli 3,71 t/ha ja kõrgeim 6,79 t/ha. Reeglina oli kõrgemad rapsi-rüpsijärgsed taliviljasaagid. Madalamad saagid koguti neilt põldudelt, kus eelviljaks oli oder.

2.3. Põimagregaatide Simba Unipress ja Väderstad Rexius võrdluskatsed.

Viidi läbi küntud alade külvielse mullaharimise põimagregaatide Simba Unipress (tööseadiseks kobestuskäpad ja ketastüüpi rullid) ja Väderstad Rexius (tööseadiseks vedrupiisilurid ja põllurullid) võrdluskatsed. Lausharimiskultivaatoritega külvielsel mullaharimisel ei saavutata alati mulla vajalikku kobedust ja ühtlast külvielalust. Seetõttu satub osa külvatavaid seemneid kobedale külvielalusele ja osa küllaldase tihedusega külvielalusele, mis on üheks ebaühtlase tärkamise põhjuseks. Töövaatlused näitasid, et mõlemad agregaadid sobivad küntud (nii sügisel kui ka kevadel) põldude (nii kerge kui ka keskmise lõimisega kiviste ja kivivabade) külvielseks mullaharimiseks. Kui lausharimiskultivaatoriga harimisel katkutakse kivid mullapinnale, siis eeltoodud agregaadid seda ei tee. Teiseks oluliseks eeliseks, võrreldes lausharimiskultivaatoriga harimisel, on see, et mullas säilib kuni 35% rohkem vett. Agregaatide veduktraktor peaks olema topeltrehvidega. Savimuldade külvielseks mullaharimiseks sobib võrreldutest enam Simba Unipress.

2.4. Põimkülvikute võrdluskatsed

Projekti raames viidi läbi ka põimkülvikute John Deere 750A, Väderstad Rapid 400 C Horsch CO 6, Accord MSC, Accord T-S ja otsekülviku VM 300 SK töö vaatlused. Vaadeldud külvikute iseloomulikuks omaduseks on suur tootlikkus ja kasutamise universaalsus. Külvikul John Deere 750A 7 -9 ha/h, Väderstad Rapid 400 C ja Horsch CO 6 3 – 5 ha/h, täisotsekülvikul VM 300 2,5 – 3 ha /h, Accord MSC 3 – 6 ha/h ning Accord T-S 2 – 4 ha/h. Vaatlusal olnud külvikute üheks iseärasuseks on seemnete asetuse. Külvikutel John Deere 750A, Väderstad Rapid 400 C, Accord MSC ja VM 300 paigutuvad need ritta külvatuna, ülejäänud külvikutel aga hajusalt 3 -4 cm reana. Ribadena külv tagab seemnetele optimaalsema toitepinna (suurte külvisemäärade kasutamisel). Külvik Horsch CO 6 on varustatud seemenditega, kus seemnetest paari cm võrra sügavamale viiakse ka vedelväetised. Meil vedel lämmastikväetis. See tagas noorte taimede optimaalse lämmastikutoitumise. Umbrohutaimedele oli see vähe kättesaadav. Selle külvikuga tehtud külvid andsid ka põuasel aastal kõrgeid saake. Otr 3,6 – 4,1 t/ha. Lihtsa konstruktsiooni ja hea eksploatatsioonikindluse tõttu näib Otsekülvik Accord T-S sobivat viljelemiseks rähksetel muldadel. Täisotsekülvikute VM 300K ja VM 400K töö kvaliteet (seemnete külvisügavuse ühtlikkus ja paiknemine külviareas) kerge ja keskmise lõimisega muldadel, kus põhk on ühtlaselt laotatud ja peenestatud vastas agrotehnikanõuetele. Väderstad Rapid külvikud on sobilikud nii tava- kui ka minimeeritud teraviljade ja õlikultuuride tehnoloogiasse.

Põimkülvikute töö võrdlevaks hindamiseks viidi läbi ühtsetes mullastikuoludes kahe eelvilja foonil demonstratsioonkatse Jõgeval (üksteist külvikut) ja taliviljade külvikatse kolmel mullaharimise foonil Olustveres (neliteist külvikut). Katsed näitasid, et otsekülvikute töö efektiivsus sõltub oluliselt põldude tasasusest ja põllupinnale laotatud orgaanilise massi (põhk)

peenestusastmest ning laotusühtlusest. Vaadeldud külvikutest oli seemnete külvisügavus kõige ühtlasem ja stabiilsem külvikutel John Deere 750A, Accord MSC, Tume Nova Combi ja Väderstad Rapid 300 C Super XL. Minimeeritud mullaharimise ja künni foonil võis külvikute tööd pidada võrdselt heaks. Objektiivsema hinnangu külvikute töö kohta saab anda aga alles pärast saagi koristamist.

2.5. Piiäkke Einböck katsetamine

Teraviljade kasvuaegse hooldustöö agregaatidest vaadeldi piiäkke Einböck tööd. Hinnati mõju umbrohtumisele, mulla veevarule ja taliteraviljade saagikusele. Vaatlused näitasid, et taliviljade agrotehnikas on äestamine väga vajalik, eriti taliviljade võrsumise parandamiseks ja mulla veevaru säilitamiseks. Äestatud põldudel oli keskmiselt 1,2 produktiivvõrset rohkem, kui äestamata põldudel. Kevadisel mullapinna kobestamisel oli mullas vett 13...18% enam kui kobestamata põllul. Kobestamisega segati ka mulda lämmastikväetised. Kokkuvõttes andis äestamine 227...309 kg/ha enamsaaki. Keskmiseks tunnitootluseks kujunes 7,5...9,2 ha/h. Hooajatootluseks oli 220 ha. Kütusekulu hektarile 4...6 liitrit. Taliviljaoraste äestamine umbrohtudele oli tagasihoidlik. Äestamine kui umbrohtude tõrjevõtte hernekülvides on aga efektiivne, eriti maheviljeluses. Kahe äestamiskorraga (tärgamise eel ja 4...5 cm kõrguste taimede kasvufaasis) on võimalik hävitada enamus seemnetest tärganud umbrohte.

Masinatöö maksumuseks erineval mullaharimisel kujunes:

- pöördadraga kündmisel 798 kr/ha
- kergadraga harimisel 433...467 kr/ha
- rull-käpprandaaliga harimisel 506 kr/ha
- rullrandaaliga harimisel 274...302 kr/ha

Tehnoloogiate võrdlus näitab, et sobivate tingimuste korral on otstarbekas teravilja kasvatada pindmise mullaharimise foonil. Arvestades taimekasvatuse arenguid ja suundumusi on lähiaastatel vaja soetada kaasaegseid masinaid ja seadmeid. Prognoos näitab, et mullaharimise põimagraate tuleks soetada 450...500 tk. investeeringuga 160...190 milj. kr.; põimkülvikuid 250...300 tk. investeeringuga 150...180 milj. kr.; täisotsekülvikuid 50...75 tk. Investeeringuga 25...40 milj. kr. ja hooldusäkkeid 150...220 tk. Investeeringuga 20...30 milj. kr.

Järeldused ja ettepanekud:

- mullaharimise ja külvimasinate uuringud tootmistingimustes on ammendumatuks informatsiooni allikaks, sest nendes tingimustes ilmnevad masinate omadused ja kasutamisevõimalused mitmekülgsemalt;
- projekti raames läbiviidud uuringud on näidanud, et praegu tootjatele pakutavad masinad ja agregaadid on suure tootlikkusega, võimaldades harida mulda agronoomiliselt optimaalsel ajal ja agrotehnikanõuetele vastavalt;
- tootmisressursside säästlikumaks kasutamiseks tuleks mullaharimistöid vähendada igal võimalikul juhul ja viisil;
- külvikute valikul tuleks lähtuda mullaharimise intensiivsusest ja viljeldavate kultuuride spektrist;
- arvestades põllukultuuride kasvatamise masinate tootmise arenguid, tuleks nende töövaatlusi jätkata;
- objektiivsemate tulemuste saamiseks viia läbi tootmistehnoloogilisi võrdluskatseid, milles uurida erinevate tehnoloogiate mõju mulla fütosanitaarsele, agrofüüsikalisele ja agrohüdroloogilisele ning agrobioloogilisele seisundile.

Koostöö

Uurimistöösse olid kaasatud ka uuringu tulemuste otsesed kasutajad (maaviljelejad, kutseõppijad, masinate-seadmete maaletoojad). Nende materiaalsel toetusel (masinad-seadmed, seemned, väetised, pestitsiidid jm.) viidi läbi mullaharimismasinate ja külvikute tootmistehnoloogilised võrdluskatsed. See võimaldas anda Eesti erinevates looduslikes ja majanduslikes tingimustes kasutatavatele tehnoloogilistele lahenditele objektiivsemaid hinnanguid ja kiirendada nende evitamist. Uurimistöösse oli kaasatud viisteist erinevat taimekasvatuse tootmisüksust, kümme masinate-seadmete maaletoojat ja üks kutseõppe kool.

3. Väetiselaoturite sobivusuuringud (vanemteadur G. Bogun)

TAUST

Veekogudesse sattuvate lämmastikuühendite peamised allikad on mineraal- ja orgaanilised väetised. Eriti suureks reostuse põhjusteks on keskkonnanõuetele vastavate sõnnikuhoidlate vähesus, sõnnikulaotamise halb korraldus ja puuduliku ehitusega laotusseadmetega sõnnikulaoturite laialdane kasutamine. Ka nüüdisaegsete väetiselaoturitega nii mineraal-, kui orgaaniliste väetiste laotamisel tehakse veel palju vigu.

UURIMIS-ARENDUSTÖÖDE EESMÄRKIDEKS OLI:

- informatsiooni kogumine ja analüüs väetiste hoiustamise ja laotamise tehnika kohta;
- orgaaniliste, mineraal- ja lubiväetiste laoturite ja teisaldusvahendite tööomadused (tegelikud tootlikkused, laotusühtlikkused erinevate omadustega väetiste laotamisel, lämmastiku kaod, inimtöökulud, vastavused EL keskkonnanõuetele jms.);
- lupjamistehnoloogia täiustamine, laoturite katsetamine ja reguleerimisettepanekute koostamine;
- tahesõnniku laotustehnoloogiate täiustamine, laoturite katsetamine ja reguleerimisettepanekute koostamine;
- vedelsõnniku laotamise tehnoloogiate täiustamine ja nende võrdlev analüüs. Nüüdisaegse väetamistehnika perspektiivsete suundade väljaselgitamine lähtudes keskkonnakaitse nõuetest;
- NH₃ emissioonist tingitud vedelsõnniku lämmastikukadude vähendamise meetodite rakendamise võimaluste väljaselgitamine uute tehniliste vahendite kasutamisega;
- mineraal- ja orgaaniliste väetiste laoturite arvulise vajaduse ja investeringunõudluste selgitamine.

TEHTUD TÖÖD JA PÕHILISED TULEMUSED

3.1. Mineraalväetiste laotustehnoloogiad:

- otseveotehnoloogia kasutamine on majanduslikult otstarbekass, kui veokaugus väetisehoidlast ei ületa 2 km;
- vastavalt mineraalväetiste andmise agrotehnilistele tähtaegadele on laoturi aastane kasutusaeg 320 tundi;
- laoturi tootlikkus, olenevat punkri mahust (0,3...2,0m³) ja masina haardelaiusest, moodustab 75...600 t aastas;
- ümberlaadimise tehnoloogia korral on laoturi tootlikkus püsivam, kuna ajakulu väetise veoks hoidlast põllule, mis leiab aset otseveo korral, kompenseerub;
- kvaliteedinäitaja, mis näitab väetise jaotamise ebaühtlust haardelaiuse ulatuses määratakse 2003. a kehtestatud Euroopa standardi kohaselt variatsioonikoefitsiendi CV järgi, mis ei tohi ületada 15%. ISO standardi EN 13739(2003a) meetodika kohaselt viidi

läbi laoturite töövaatlused ja põldkatsed (alates 1999.a) majandite tingimustes, kus kasutatakse mitmesuguseid Eestis müüdavaid laotureid;

- väetise jaotamise kvaliteet on tihedalt seotud laoturi juhtimise täpsusega tööeel. Kõrvalekaldumine õigest liikumistrajektoorist mõjutab oluliselt väetise jaotamise ebahütlust, eriti torulaotusseadmega laoturi korral. Näiteks pneumaatilise torulaotusseadmega laoturi Pneuma-1000 katsetamisel oli variatsioonikoefitsiendi CV halvenemine põhjustatud agregaadid liikumise vigadest laotuslausele ligikaudu 18%

Mineraalväetiselaoturite katsetamise andmed

Nr	Laoturi mark	Töölaius ülekatmisega, m	Annus, kg/ha	Variatsioonikoefitsient CV, %
1.	ZA-M Premis	20	124	18
2.	DS EDW-955	21	258	17
3.	DS EDW-1105	24	170	24
4.	Bogballe	12	150	21
5.	Pneuma-1000	10	250	10

Mineraalväetiste laotamise maksumus, kr/ha

Annus, kg/ha	25	125	150	300	500
Laoturi punkri maht on 0,5 m ³	36	92	107	217	317
Laoturi punkri maht on 0,5 m ³	15	38	46	91	152

3.2. Lubiväetiste laotustehnoloogiad:

- laotureid kontrolliti ja katsetati praktiliselt kõikides lupjamist vajavates Eesti piirkondades. Laoturid Kapu on varustatud tigorulaotusseadmega (laius 10 m), mille lubiväetise väljamisavade mõõtmed ja reguleerimine ei võimalda lubiväetise ühtlast jaotamist, mis põhjustab väetise jaotamise suurt ebahütlust (variatsioonikoefitsient VC=50...60%). Laoturi Kapu detailide ebatäpne ja jäme töötlus ei ole vastavuses masina hinnaga. Meie arvates on konkurentsivõimelisem firmas Amazone toodetud universaalne laotur ZG-B 16001T (torulaotusseade töölaius 12 m), mille töönäitajad on märksa lähedasemad Euroopa standardis esitatuile;
- meliorandi laotusseadmes edasitoimetamise ja selle avadest väljavoolu protsessi analüüs võimaldas määrata nõutava läbimõõduga avade paiknemise parameetrid laotusseadme töölaie ulatuses. Selle tulemusena väetise jaotamise variatsioonikoefitsiendi väärtused tasanduvad/ühtlustuvad ja ei ületa 25...30%
- koostati mineraal- ja lubiväetiste põllule andmise töö kvaliteedi hindamise meetodika, mis oli esitatud EMVI kodulehel.

3.3. Orgaaniliste väetiste laotustehnoloogiad

3.3.1. Tahesõnnik:

- vertikaalbiitritega laotusseadmega laoturite katsetamisel saadi ülekattega laotamisel head tulemused firma JF masinate korral.

Nr	Laoturi mark	Töölaius, m	Annus, t/ha	Variatsioonikoefitsient CV, %
1	AV-4000	7	30	15
2	ST-9500	8	30	16

5 aasta jooksul tehtud kontrollimine kinnitas saadud tulemuste stabiilsusest laoturite õige ekspluateerimise korral;

- tahesõnnikuga väetamise annuse korrigeerimise katseliseks kontrollimiseks tehti ka Martnas katse vertikaalbiitriga varustatud Taani laoturiga ST-9500, kusjuures järgiti Euroopa standardi (EN 13080) nõudeid. Katsetulemuste põhjal arvutati seda tüüpi laoturi jaoks pikisuunalise ülekatte tsüklilisus, et parandada doosi pikisuunalist stabiilsust;
- selgus, et ühtlasema pikisuunalise annuse saamiseks osutus vajalikuks alustada iga järgnevat laotustsükli ülekattega, kus ülekatte laius on orienteeruvalt 1/3 laoturi eelnevast töötsüklist.

3.3.2. Energiamahukus:

- laoturi teisaldamiseks vajalik veojõud/-võimsus sõltub ainult laoturis olevast väetise massist ning see on võrdsete tingimuste korral identne kõikidel laoturitüüpidel. Laoturi vajalik summaarne võimsus määrab ära traktori summaarse võimsuse, mis sõltub ka väetise seisundist (tihedusest), annusest, töölaieus, tööorganite ajamite võimsustarbest. Tööorganite tüüp: *a* - 2 horisontaalbiitrit; *b* - 2 suure läbimõõduga vertikaalbiitrit; *c* - 4 vertikaalbiitrit (mehhaaniline või hüdrauliline); *d* - 2 horisontaalbiitrit, 2 ketast;
- vajalik võimsus laoturi kandevõime tonni kohta sõltub traktori veojõuklassist ja kasutatava väetise annusest ning see varieerub keskmisena: *a, c* seadmel - 6 kuni 3,5 kW/t; *b, d*, seadmel 14...12 kW/t Tahesõnniku seisundit iseloomustavad parameetrid on määratud Euroopa standardiga, nende alusel toimub laoturite töö hindamine;
- uurimised näitavad, et võimsuse vajadus laotusmehhanismide ajamile on otseses sõltuvuses orgaanilise väetise seisundist;
- Laoturi ST-9500 (JF firma, laotusmehhanismi tüüp- skeem *c*) katsetamisel Paliveres (Juri talu) agregaadis traktoriga Zetor 7340 (võimsus 60 kW) saadi 2, 3 ja 4 klassi sõnniku korral järgmised tulemused (arvutuslik kütuse ülekulu on 3 ja 4 klassi tahesõnniku jaoks).

Tahesõnniku klass	Kütusekulu, l/h	Kütuse hind, kr/l	Laoturi aastatootlus, ha		Kütuse ülekulu, kr	
			Vahetuste arv		Vahetuste arv	
			70	140	70	140
2	12,5	9,0	252	504	0	0
3	12,5	9,0	235	470	4230	8460
4	12,5	9,0	224	448	12600	24600

3.3.3. Vedelsõnnik:

- efektiivselt omastavast lämmastikust kaob ammoniaagi lendumise tõttu: hoidmisel ligikaudu 50%; põllule andmisel 40%; loomade karjatamisel 10%;
- osalemine rahvusvaheliste programmide BEAROP, ROSA, MATRESA täitmisel võimaldas saada olulise kogemuse ja hulgaliselt informatsiooni, orgaaniliste väetiste kasutamise kohta vastavuses nüüdisaegsetele põllupidamise ja keskkonnanõuetele;
- programmi MATRESA täitmisel tehtud uurimistööde materjalide põhjal anti Inglismaal 2003.a välja monograafia "Manure Management" (450 lk);
- vedelsõnniku laotamise tavapäraseid tehnoloogiaid (otseveo- ja ümberlaadimis- tehnoloogiaid) tuleb täiendada tehnoloogiaga, milles kasutatakse vedelsõnniku lokaalseid

hoidlaid nende põldude väetamiseks, mis paiknevad kaugel tsentraalsest väetisehoidlat. See võimaldab tõsta põllul töötava agregaadid jõudlust;

- perspektiivsed on need laoturid, mis võimaldavad vedelsõnniku andmist ammoniaagi vähese lendumisega.
 - 1) pindmine jaotamine. Sõnniku andmine ribadena põllupinnale (taimejuurte lähedale) vähendab ammoniaagi lendumist (emissiooni);
 - 2) vedelsõnniku sisestamine mulda. Vedelsõnniku sisestamine mulda annab ammoniaagi emissiooni vähendamise toimingus kahekordse eelise, kuna väheneb kontakt atmosfääriõhuga ja kiireneb vedelsõnniku mulda sisenemine;
 - 3) väikese sügavusega ehk madala injektsiooniga laoturites viiakse väetis mulda kuni 5 cm sügavusele;
 - 4) sügava injektsiooniga seadmetes kasutatakse laialdaselt raamile paigaldatud kultivaatorikäppasid, mida koos laoturiga veetakse traktori taga. Iga käpa (mis tagavad mullakihi piisavalt sügava kobestamise) alla suundub voolikust väetis 10...20 cm sügavusele;
 - 5) vedelväetise sisestamine suure rõhuga toimub kõrgrõhkpumba kasutamisel, mille abil vedelsõnnik suunatakse läbi düüside (läbimõõt 10...15 mm, olenevalt väetamise annusest) väetatavale alale. Lohisvoolik seadmega varustatud laoturiga ja vedelsõnnikut mulla sisse injektsiooni meetodil (4 cm sügavale) ning suure rõhu all (8-10 bar) sisestavale süsteemidega laoturite katsetused ja töövaatlused toimusid OÜ-s Kabala, OÜ-s Linnamäe Peekon, Põlva Agro OÜ-s, Pae Farmi OÜ-s ja Lotamõisa OÜ-s.
- EMVI kodulehel esitatud soovitusel on toodud üldistatud tabel tehniliste vahendite ja tehnoloogiliste võtete valikuks ammoniaagi emissiooni vähendamiseks vedelsõnniku põllule andmisel. Sellest on näha, et kõige efektiivsemaks võtteks on injektsioon mulla sisse ja mullaga segamine.

3.4. Vedelväetiste laotamistehnoloogiate majandusanalüüs:

- otseveo ja ümberlaadimise tehnoloogiate arvutuslike näitajate võrdlus võimaldab välja arvutada rahalise kokkuhoiu väetise põllule toimetamisest traktori veokitega (kahe 26 m³ tsisterniga). Kolmekilomeetrilise veokauguse korral on tööde maksumus 1 ha kohta otseveo tehnoloogiat kasutades annusel 40 ha-le: 890 krooni, ümberlaadimise tehnoloogia järgi 753 krooni. Seega moodustab kokkuhoid ligikaudu 15% (137 krooni/ha), teisalduskaugustel 5 km ja 8 km ligikaudu 29% 8321 ja 437 kr/ha odavam) ning 10 km veokauguse korral ligikaudu 35% (581 kr/ha odavam);
- Lotamõisa OÜ-s kasutatud ümberlaadimise tehnoloogia Robusta-130 traktoriga Fendt 930 (228 kW), variant: vedelsõnniku teiseldamine põllule (kaugus 7 km) autoagregaadiga Mercedes 2653, autotsisterniga (27m³x0,97t/m³=26,2 t); teisaldatava konteineri, kui lokaalse hoidla kasutamine, seda teenindav autoveok SISU mahtuvusega 11 m³ ja traktor Valtra 8550 paakhaagisega, mille mahtuvus 11 m³. Selle skeemi kohaselt teenindatakse agregaatid Robusta-130 näiteks ainult autoveokiga Mercedes, aga lokaalset vedelsõnniku hoidlad täidetakse autoveokiga SISU ja traktori Valtra haakes oleva tsisterniga. Sel ajal kui Mercedes autoveokit täidetakse ja see põllule sõidab, täidab Robusta (jõudlus 550t/vahetus) teenindamiseks puudu üks veok, selleks et kohale toimetada 166 t vahetuses, ning lokaalse hoidla täitmiseks on veel täiendavalt tarvis transportvahendit jõudlusega 170 t väetist vahetuses;
- analoogiline olukord on ka OÜ-s Linnamäe Peekon, kus kasutatakse autoveokit Mercedes 2653 koos 22 m³ mahutavusega tsisterniga ja traktorile haagitud 22 m³ mahutavusega paakhaagist. Vahetuses jääb agregaadid jõudlusest 85 tonni kasutamata. Nii esimesel (Robusta) kui ka teisel (MŽT+STAR) ei ole tagatud laoturi võimalik tootlikkus transportvahendite vähesuse tõttu.

Vedelsõnnikulaoturite katsetamise andmed

Nr	Laoturi mark	Töölaius, m	Annus, t/ha	Variatsioonikoeffitsient CV, %
1	Kimadan	14	40	14
2	RZT +STAR (6τ)	9	20	12
3	RZT +STAR(10τ)	10	30	10
4	Robusta -130	8,4	30	**
5	Robusta -150	8,4	30	**
6	DGI	12	30	**

* väikese sügavusega injektsioon, ** suure rõhuga injektsioon

3.5. Tehnoloogia analüüs

Eesti põllumajandusettevõtetes kasutatavate tehniliste vahendite baasil viidi läbi tehnoloogiate võrdlev analüüs. Vedelsõnniku mulda sisseviimise seadmetega laoturitest osutusid kõige efektiivsemateks Robusta-DGI, mis võimaldavad maksimaalselt vähendada lämmastiku kadu. Efektiivne oli ka vedelsõnnikuga väetamine lohisvoolik seadmetega varustatud kultivaatoriga. Robusta positiivsete omadustega õigustatakse masina kõrget hinda ja energiamahukust (vajadust kasutada 150-200 kW traktorit), millega omakorda kaasnevad suured kulutused väetamisel. Meie arvatuse kohaselt, mis tuginevad masina töö kronometraažil ja tehnilistel andmetel, võib 1600 töötunnise hõivatusel kohta saada aastaseks maksimaalseks väljatöötuseks 49280 ha. Töötunni maksumus on orienteeruvalt 13...15% väiksem, kui vedelsõnniku andmisel põllu pinnale lohisvoolikseadmega laoturiga Soomes. Seejuures tuleb arvesse võtta, et lohisvoolik-seadmega laoturi töölaius on 2...4 meetri võrra suurem kui Robustal.

3.6. Väetiselaoturite arvulised vajadused ja investeeringunõudlused:

- kalkuleeriti orgaaniliste väetiste laoturite vajalikud arvud keskmiselt 150 ha põllupinnaga majandite jaoks:
 - 1) tahesõnnik: põllupind 18 488 ha : 87 = 212 laoturit (tüüp ST-12000, kandevõime 12 t);
 - 2) vedelsõnnik: põllupind 39 906 ha : 93 = 429 laoturit (tüüp RANAVERKEN AB, lohisvoolikuga laotur, kandevõime 10 t);
 - 3) vedelsõnniku: 29 400 ha : 1470 = 20 laoturit (Robusta 130, 13m³);
- põllupinnaga 50 ...100 ha pindalaga majandite jaoks on tarvis:
 - 1) tahesõnniku jaoks 204 laoturit (kandevõime 5-6 t, tüüp AV-4000, 1 PTU);
 - 2) vedelsõnniku jaoks 297 laoturit (tüüp RANAVERKEN AB, kandevõime 10 t);
- väiksemate kuni 30 ha majandite jaoks vajatakse:
 - 1) 420 tahesõnniku laoturit (5-6 t kandevõimega tüüp av-4000 või 1PTU);
 - 2) tahesõnniku laotureid kokku ligikaudu 900 tk;
 - 3) vedelsõnniku laotureid 800 tk.

Mineraalväetiste laoturite vajadused:

- 1) kuni 20 ha külvipinnaga majandites ca 247 tk (kandevõime 500kg, töölaius 10...18 m);
- 2) 20...100ha külvipinnaga majandites ca 1020 tk kandevõime 1000...1500 kg, töölaius 18...36 m);

Väetiselaoturite vajadused ja investeeringunõudlused kokku on järgmised:

- tahesõnniku laoturid – 832 tk (158 milj kr);
- vedelsõnniku laoturid – 820 tk (392 milj kr);
- mineraalväetise laoturid 1260 tk (114 milj kr)

- väetiselaoturid kokku – 4867 tk (664 milj kr)

Kui investeeringud teha 5 aasta jooksul on investeeringunõudlus väetiselaoturitele aastas kokku 132 milj krooni.

Järeldused ja ettepanekud:

- väetiste põllule laotamise katsed näitasid, et standarditega kehtestatud väetise jaotamise parameetrite saavutamiseks vajavad laoturid hooajasisest korrastamist (häälestamist). Märkida tuleb firma JF sõnnikulaoturite head töökindlust, nende juures ei esinenud kasutusajal tõsisemaid tehnilisi tõrkeid;
- nüüdisaegsete jaotussüsteemidega varustatud tahesõnnikulaoturite ajami võimsustarve analüüs näitas, et võimsustarve sõltub mitte ainult jaotusseadme tüübist, vaid suurel määral ka sõnniku füüsikalise-mehaanilistest omadusest. See kohustab talupidajat tõsiselt suhtuma sõnniku kogumise ja hoidmise viiside ning selle põllule andmise vahendite valikusse;
- vedelsõnniku mulda sisestamine seadmetega varustatud nüüdisaegsete masinate (tüüp ROBUSTA) kasutamine võimaldab oluliselt suurendada laoturi hõivatust aasta jooksul, eriti karjamaade väetamisel. Võimalik väetamise kestus võib olla kuni 1600 tundi aastas, mis potentsiaalselt tagab masina kõrge aastatootluse;
- vedelsõnniku sisestamine mulda tagab ammoniaagi lendumisest tingitud lämmastikukadude vähenemise 80% võrra;
- arvutused näitavad, et nii kallite vedelsõnniku laoturite kasutamise korral ei ole otseveo tehnoloogia rakendamine otstarbekas veokaugustel üle 2 km;
- kulutused väetise veol põllule 3, 5, 8 ja 10 km kaugusele ja kaugemale tasuvad end ära ümberlaadimise tehnoloogia ja transportivahendite rakendamisel. Võrreldes otseveoga vähenevad sel juhul kulutused kuni 35% (veokaugusel 10 km).

4. Teraviljakombainide sobivusuuringud (*vanemteadur Ilmar Karjane*)

TAUST

Eesti Vabariigi taasiseseisvumisega avanes võimalus põllumajanduse masinapargi uuendamiseks, kaasajastamiseks. Eriti tuntav oli see viljakoristamisel, kuna kombain oli muutunud selleks „pudelikaelaks“, mille taha takerdus koristustöö ja ka saagi suurus. Kombainipark oli nii füüsiliselt kui moraalselt vananenud, mis vajas kiiret väljavahetamist. Üle 83 protsendi kombainidest (2003.a) olid vanemad kui 10 aastat. Kombainid olid vene päritoluga, väikese võimsusega (üle 65% kuni 170 hj) ja arvatava tööeaga veel 3-5 aastat. Teravilja kombainkoristuse tehnoloogia jätkamiseks oli vaja uuendada kombainipark. Uued Lääne kombainid on kallid (1,5...3,5 milj krooni), mistõttu nende ostuvajadus pidi olema majanduslikult väga hästi kaalutletud. Aastal 1997, kui laienes uute lääne kombainide pakkumine, tekkis koheselt põllumeestel infovajadus sobiva võimsusega, töökindla, Eesti oludele sobiva kombaini ostmisel. Küsimuse lahendamiseks alustati kombainide sobivusuuringutega. Samas jätkus ka kombainkoristuse tehnoloogiliste küsimuste selgitamine. Kombainituru pidev täienemine uute markidega nõuab ka põllumeelt kursisolekut, mida sobivusuuringud on senini pakkunud ja teeb seda võimaluste korral ka edaspidigi.

UURIMISTÖÖ EESMÄRGID:

- uute kombainide tootlikkuse, masinakulu, töökindluse jt näitajate selgitamine;
- koristustehnoloogia uurimine ja täiustamine kombaini tootlikkuse suurendamiseks, terakadude ja –vigastuste vähendamiseks;
- kombaini optimaalse koristuspinna suuruse selgitamine;

- teravilja koristusaegsete ilmade analüüs koristusvõimaluste (soodsad, ebasoodsad koristusperioodid) esinemise tõenäosuse hindamiseks;
- kombainide arvulise vajaduse ja investeeringunõudluse selgitamine;
- kombainipargi struktuur ja dünaamika Eestis;
- kombainide arengutrendid;
- põllumajandustöötajate nõustamine.

TEGEVUSED ja PÕHITULEMUSED

4.1. Kombainide sobivusuuring:

- kombainide sobivuse uurimiseks valiti ettevõtted, kus töötas(id) uued (1-3 a vanused) kombainid kogenud kombainijuhtidega ja kus masinate töö- ja kuluarvestus nõutaval tasemel. Kombainijuhtidel olid täitmiseks töövaatluse päevikud, kuhu kanti iga tööpäeva tulemused (tootlikkus, kütusekulu, rikked jpm). Töövaatlus haaras 61 kombaini, mis töötasid 9 maakonnas. Aastatel 2002-2003 selgitati kombainide töötulemusi ja sobivust kombainijuhtide küsitlemise, töövaatluste ja välisajakirjades avaldatud info põhjal. Siia lisandusid põldkatsed kombainide töö kvaliteedi hindamiseks. Töövaatlused aastate viisi jagunesid: 2002 aastal 16 kombaini, 2003 21, 2004 5, 2005 9 ja 2006. aastal 10 kombaini. Ülevaate 2004-2006 aastal vaatluse all olnud kombainide markidest, võimsusest ja vanusest annab alljärgnev tabel (3).

Kombaini mark	Võimsus kW/hj	Vl aasta	Heedri laius m	Kombaini mark	Võimsus kW/hj	Vl aasta	Heedri laius m
Case 2188	206/280	1997	5,8	JD 9640i	217/295	2005	6,7
Case 2388	223/304	2005	6,0	MF 7274	243/331	2003	6,7
Cl Lexion 460	235/320	2003	6,6	MF 7274	242/330	2003	6,7
Cl Lexion 560	250/339	2005	7,5	NH CX 860	245/333	2004	6,7
Don 1500B	173/235	2004	6,0	NH TX 66	191/260	2001	6,2
Don 1500B	176/240	2005	6,0	NH CX 860	245/333	2002	7,3
JD 9680	247/336	2004	7,6	NH CX 860	245/333	2005	7,3
JD 9780	241/328	2000	6,7	Sampo 3065	162/220	2003	5,8
JD 9780	263/358	2003	7,8				
				keskmine	224/304	2003	6,7

4.1.1. Kombainide tootlikkus:

- vaatlusperioodil töötasid kombainid hooajal keskmiselt 300-400 töötundi (mootori tunnilugeja järgi). Kombainide tunnitootlikkus oli keskmisena 2,5 ha ja 7,7 tonni teri, päevatootlikkus 18,7 ha. Hooaja keskmisena koristas kombain 645 hektarilt 1895 tonni teri (30). Kombainide tootlikkused aastate viisi olid järgmised (vt tabel).

Tootlikkus ha/t	2002	2003	2004	2005	2006	Keskmine
Tunnis	3,1/9,2	2,9/7,3	1,9/5,9	2,2/8,3	2,6/7,9	2,5/7,7
Päevas	24,1/69,5	18,0/47,0	13,4/43,1	18,0/69,0	19,9/59,3	18,7/57,6
Hooajal	704/1995	557/1635	602/1753	692/2172	669/1921	645/1895

- suuremad päevatootlikkused saadi 2002, 2005 ja 2006 aasta soodsate koristusilmade ja suurema saagikuse tõttu. Oli päevi, kui kombain koristas 180-200 tonni. Rapsi koristamisel oli päevatootlikkus ligikaudu 10-15% väiksem (3, infoleht 140/2005);
- suuretootlikkusega kombainidel on lisaks mootori tunnilugejale ka peksumasina tunnilugeja. Peksumasina tunnilugeja järgi on tootlikkus keskmiselt 29% (25-32%) suurem. Seega üks kolmandik koristamiseks sobivast tööajast kulub põllule ja põllult ärasõiduks, seisakutele rikete kõrvaldamiseks või mõneks muuks tegevuseks. Siin peitub reserv tootlikkuse suurendamiseks ja kütuse kokkuhoiuks;

- kombaini tootlikkust mõjutab koristatava vilja niiskus (keskmiselt 21%, sageli aga üle 30%), lamandunud ja umbrohtunud vili. See on ka peamine põhjus, miks kombaini tunnitootlikkused jäävad meil alla 10-15 tonni, olgugi, et suurevõimsusega kombainid suudavad tunnis koristada 25-30 tonni. Uue arengutrendi kohaselt plaanitakse kombaini tunnitootlikkuseks 50 tonnini.
- kombaini tootlikkust mõjutab põllu suurus ja kuju. Üle 10 ha suuruste põldude koristamisel, võrreldes väiksemate põldudega, on tootlikkus keskmiselt 13%, mõnedel kombainidel koguni 33% suurem. Üle 20 ha suuruste põldude koristamisel oli kombaini tunnitootlikkus keskmiselt 17, mõnel kombainil üle 30% suurem kui väikeste põldude koristamisel. Nelinurkse kujuga põllu koristamisel oli kombaini tootlikkus suurem kui samasuure ümara või ebakorrapärase kujuga põllu koristamisel;
- kombaini tootlikkus väheneb koristamisega hilinemisel. Nii oli tootlikkus augustis koristades 2,1 ha ja 6,4 t, septembris 1,8 ha ja 4,8 t ning oktoobris 1,8 ha ja 2,7 t. Tootlikkus vähenes oktoobris, võrreldes augustiga vastavalt 15 ja 58 protsenti;
- koristamisel oli kombainide töökiirus keskmiselt 6,5 km/h (saagikusel 6 t/ha, 6,7 m heeder). Saagikusel 2-3 t/ha oli kombaini kiiruseks 7-8 km/h;

4.1.2. Kütuse- ja hooldekulu:

- kombaini kütuse- ja hooldekulu suurus oleneb peamiselt koristustingimustest (lamandunud või püstine vili, pehme pinnas, tera- ja kõrreniiskus jm), põhupeenesti kasutamisest, vähem saagikusest. Kütuse- ja hooldekulude suurusest aastate viisi annab alljärgnev tabel.

Aastad	Kütusekulu			Hooldekulu			Varuosade kulu	
	l/ha	l/h	l/t	kr/ha	kr/h	kr/t	kr/ha	kr/h
2002	11,7	30,7	4,3	29,7		13,3		
2003	14,3	32,5	5,4	52,5		19,5		
2004	17,2	32,3	6,3	68,2	68,2	27,7	67,7	67,7
2005	14,6	30,2	4,0	26,9	55,2	7,8	15,7	31,5
2006	11,9	28,9	3,4	35,2	84,1	12,0	19,4	45,7
keskmine	13,9	30,9	4,7	42,5	69,1	16,1	34,2	48,3

- hilisel koristamisel mitte alati ei suurene hektari kütusekulu, küll aga suureneb kulu teratonna arvestuses saagikuse vähenemise tõttu. Seda kinnitab 2004. aasta ebasoodne koristusperiood, kui augustis oli vaid 194, septembris 75 koristamiseks sobivat tundi. Kaheksa kombaini keskmisena, mis koristasid 5031-lt hektarilt 12 818 tonni oli kütusekulu järgmine:

	l/ha	l/h	l/t
august	18,5	38,7	7,1
september	17,6	30,5	6,8
oktoober	16,5	30,9	13,1

- põllu suurus ja kuju kütusekulu usutavalt ei mõjutanud.

4.1.3. Rikked ja tööseisakud:

- kombainide seisakud olid põhjustatud enamasti pisiriketest elektroonikas, heedri ja peksumasina riketest. Keskmiselt seisid kombainid rikete tõttu 1,3 päeva, mis on suhteliselt vähe, samas kui ilma tõttu oli seisakuid 8,3 ja muudel põhjustel 9 päeva (enamasti koristusküpse vilja puudumine). Ülevaade seisakutest alljärgnevas tabelis.

Aastad	Kombainide tööseisakuid, päeva			
	rikked	ilm	muud põhjused	kokku
2002	0,6	0,7	13,2	14,5
2003	1,1	11,0	4,4	16,5
2004	2,0	18,5	3,5	24,0
2005	2,0	6,0	11,0	19,0
2006	0,7	5,1	13,2	19,0
keskmine	1,3	8,3	9,0	18,6

- tööseisakute peamiseks põhjuseks olid ebasoodsad ilmad. Keskmisest suurem rikete arv oli 2004. ja 2005. aastal. Erinevus rikete esinemise sageduses ja arvus eri firma kombainidel oli väike;
- rikked esines niiske ja lamandunud vilja koristamisel, mille tagajärjel purunesid vilja massi ja teri transportivad seadised. Niiske viljamass kleepus sõeltele ja puisturi klahvide põhjadele, suurendades terakadu. Probleeme oli ka terapunkri tühjendamisel.

4.1.4. Kombainidele antud hinnangud:

- nii kombaini tervikuna kui ka tööseadiseid hinnati suhteliselt kõrgelt. Hinnangud on subjektiivsed ja väljendavad hindaja töökogemust, oskust kasutada kombaini installeeritud võimsust, mugavusi ja heaperemehelikku suhtumist (vt tabel).

Aasta	Kombaini firma						keskmine
	Case	Claas	Don	JD	MF	NH	
2002	8,6		-	8,7	9,9	9,2	9,1
2003	8,3	9,4	-	8,6	8,5	8,6	8,6
2004	9,0	9,4	8,4	8,5	8,3	9,2	8,8
2005	8,3	9,5	7,8	8,9	9,2	9,9	8,9
2006	9,8	9,6	7,5	9,0		9,6	9,1
keskmine	8,8	9,5	7,9	8,7	8,9	9,3	8,9

- soodsatel koristusaastatel (2002, 2005 ja 2006) hinnati kombaini tööseadiseid kõrgemalt kui ebasoodsamatel aastatel. Kõrgemaid hindaid said mootorid, käiguosa ja hüdraulika, vähem peksumasin, elektroonika ja heeder. Kiideti paljusid töömugavusi nagu heedri montaaž ja demontaaž, peksumasina lihtsat reguleerimist, mugavat kabiini jt näitajaid. Firmapoolse teenindusega oli enamus rahul.

4.2. Koristustehnoloogialased uurimised

Põldlaboratoorsete katsetega selgitati kombainist põhjustatud terakadu, terade vigastamine ja puhtus. Uuriti erinevate kombainimarkide põhjusestite töö kvaliteeti:

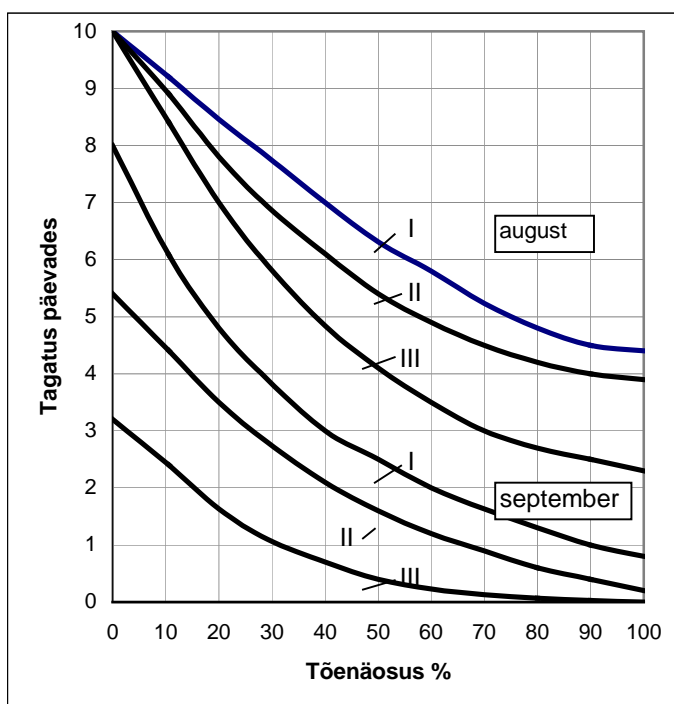
- soodsate koristustingimuste korral (püstine, umbrohupuhas, kui vili) ei ületa terakadu 1 protsenti;
- terade vigastamine kultuuride, sortide keskmisena, niiskusel 17,3% oli 1,1%, prahisus 0,9%. Teri ei vigastanud aksiaaltrumliga (rootor) kombain Case 2388. Vähem vigastas teri ka rootorpõhupuisturiga (JD 9780 CTS) ja Claas Lexion 460 (vigastatud teri 0,2-0,5%) (26);
- märkimisväärselt suureneb kombaini tootlikkus siis, kui terapunkrit tühjendatakse liikumisel (7-13%). Suurema saagikuse puhul on terapunkri tühjendamise viisil veelgi tuntavam mõju. Kui päevaga on plaanitud koristada näiteks 21 hektari ja terapunkrit tühjendatakse kombaini seismisel, jääb päevaplaanist siis 3 ha koristamata.

4.3. Koristusaegne ilm:

- teravili valmib ja koristatakse Eestis valdavalt augusti kuul. Hilisema valmimisega kultuuride koristamine kandub septembris, sageli ka oktoobrisse. 2006. aastal alustas suur osa ettevõtetest viljakoristamist juuli keskel, lõppes septembri lõpul;
- pikaajalised (1950-2006) koristusaegsed (august, september) ilmavaatluse andmed kinnitavad, et kombainkoristuseks sobivaid tunde on augustis 194, septembris 94 tundi. Samas on viimastel aastatel koristusvõimalused paranenud (29);

Aastad	August				September			
	I	II	III	Kokku	I	II	III	Kokku
2002	108	113	106	327	90	40	24	154
2003	99	74	31	204	68	57	44	169
2004	87	55	52	194	34	36	5	75
2005	68	66	85	219	85	47	56	188
2006	100	87	45	232	37	64	35	136
keskmine	92	79	64	235	63	48	33	144

- palju aastate ilmavaatluste põhjal võib väita, et soodsad koristusilmad on augustis tagatud dekaadide kaupa 50 protsendilise tõenäosusega vastavalt 6, 5 ja 4 päeva



4.4. Kombainipargi struktuur ja dünaamika:

- uute kombainide müük on aasta aastalt suurenenud. Tänu EL tõukefondidele on kombainipark noorenenud ja võimsust juurde saanud kiiremini, kui seda arvata osatigi. Kombainide müük, mis hoogustus 1997. aastal, on üldarvus jõudnud pea neljasajani (vt tabel).

Kombaini mark	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	kokku
Case	2	2	1	2	1	1	-	3	2	-	14
Claas	3	3	5	10	10	11	17	21	15	11	106
Don	-	-	-	-	-	-	3	9	23	5	40
D-F	-	1	-	-	-	-	2	-	-	-	3
Erntemeist	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2

Fendt	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	3
JD	-	3	-	5	4	10	19	20	22	4	87
Laverda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3
MF	-	-	-	1	1	-	7	-	-	-	9
NH	1	2	1	3	10	14	14	16	18	14	93
Sampo	10	4	1	2	3	3	4	7	1	3	38
kokku	18	15	8	23	29	39	66	76	82	42	398

Märkus: kombainide müüginumbrid on saadud müügifirmadelt

Enam on ostetud Claas ja New Hollandi firma kombine, kuna firmal on lai kombaini valik, mis rahuldab nii suur- kui väiketootjat. Viimastel aastatel on edu saanud Don kombine, soodsa hinna ja märkimisväärse väikese kütusekulu tõttu.

4.4.1. Kombainide vanus:

- kui 2001. aastal oli Eesti kombainipargis üle 15 aasta vanuste kombainide arv 83%, siis 2006. aasta lõpuks oli üle 10 aasta vanuste kombainide osatähtsus kahanenud 67,8 protsendini. Kombainide vanuseline struktuur %-des alljärgnevas tabelis.

Aasta	Kokku	kuni 2 a	3-5 a	6-10 a	üle 10 a
01.01.2002	962	3,0	4,0	10,0	83,0
01.01.2003	992	5,0	4,0	3,0	88,0
01.01.2004	1064	9,8	4,8	1,9	83,5
01.01.2005	1196	11,1	4,6	4,7	79,6
01.01.2006	1133	13,5	11,3	5,7	69,5
01.01.2007	1235	11,4	14,6	6,2	67,8

- kuni 10 aasta vanuste kombainide arv, mis 2006 aasta lõpul oli 838, on kogu kombainipargist 67,8 %. Kui arvestada kombaini tööeaks 12 aastat, tuleks esimesed, 1997 aastal ostetud lääne kombainid juba välja vahetada. See suurendab ka investeeringu vajadust.

4.4.2. Kombainide võimsus

- Eesti kombainipark on väikesevõimsuseline. Väikevõimsusega kombainide (kuni 170 hj) osatähtsus on suur 53,7%, kesk- ja suurevõimsusega kombainide osatähtsus väike (vt tabel).

Aasta	Kokku	Kuni 170/ 125 hj/kW	171/126- 250/184 kW/ hj	251/185- 293/215 kW/ hj	Üle 293/215/kW/ hj
01.01.2002	962				
01.01.2003	992	72,7	22,0	3,0	2,0
01.01.2004	1064	67,1	23,2	4,6	5,0
01.01.2005	1196	68,6	25,7	2,9	2,8
01.01.2006	1133	56,0	26,0	7,0	11,0
01.01.2007	1235	53,7	27,4	7,5	11,4

- viimasel kahel aastal moodustab suurevõimsusega kombainide ost napp neljandiku.

4.5. Kombainide arvuline vajadus ja investeeringu vajadus:

- teraviljakombainide arvulisel valikul tuleb arvestada koristatava teravilja pinna suurust, koristustingimusi (ilm, saagikus jm). Arvestades seniseid uurimistulemusi, võiks kombaini arvulise vajaduse arutamisel aluseks võtta järgmised tunni-, päeva- ja hooajatootlused:

kombaini võimsus, hj	tootlikkus, ha		
	tunnis	päevas	hooajal
kuni 170	1,0	9,0	200
171-250	1,5	15,0	300
251-290	2,0	16,0	400
üle 290	2,5	20,0	500

- väga soodsatel koristustingimustel võib tootlikkus olla kuni 40% suurem. Suuremate hooaja koristuspindade puhul makstakse lõivu suurematele koristuskadudele. On soovitatav, et koristamisel oleks ka varu variant (varu) kombaini näol. Kui koristada tuleb näiteks 500 hektarit, võiks võimsa kombaini kõrval reservis olla väiksem (ka pruugitud) kombain. Kui suur on sellest tulenev tulu, vajab uurimist;
- ettevõtete ja talude 2006. aasta teraviljapind oli ca 270 000 (2005 a ligikaudu 325 000 ha) ja liiklusregistris oli arvel 1235 töötavat kombaini. Selliselt pinnalt viljakoristamiseks mõistlike terakadudega (kuni 1,5%) läheks vaja ca 1400 kombaini. Üle 12 a vanused kombainid (neid on ligikaudu 700) tuleks kiiresti välja vahetada. Kombaini keskmise hinna (2,5 milj krooni) korral teeks see 1,75 miljardit krooni. Aasta paari pärast on ka esimesed ostetud lääne kombainid vanemad kui 12 aastat, mis samuti vajavad väljavahetamist. Kui vanade kombainide väljavahetus jaotada järgnevale viiele aastale, kuluks aastas ligikaudu 750 miljonit krooni. Kui kombainide ost jätkub samas tempos, siis vananeb kombainipark kiiremini kui uueneb.

4.5.1. Viljakoristamise masinakulu:

- kombaini kasutuskulu on võimalik igal asjasthuvitatul arvutada instituudi kodulehel www.eria.ee oleva Exceli tabelarvutusprogrammi järgi. Sobivusuuringutega täpsustatud mitmete näitajate (kütuse hind ja kulu, töötasu) tõttu oleks enam kasutatavate kombainide masinakulu järgmine. Koristuskulu on arvestatud 25% omafinantseerimise määraga ja 5 a laenu tähtajaga.

Nimetus	Ühik	1	2	3
Võimsus	kW/hj	184/250	213/290	250/340
Ostuhind	kr	1 500 000	2 000 000	2 500 000
Kombaini tootlikkus	ha/h	1,5	2,0	2,5
Aasta töötunde	tund	200	250	300
Püsikulud kokku	kr/h	843	887	917
Muutuvkulud kokku	kr/h	440	450	457
Kombainikulu omal tööil	kr/h	1283	1338	1374
	kr/ha	856	669	550
Kulud teenustööl (risk+KM)	kr/h	1369	1404	1429
	kr/ha	913	702	571
Koristuspind aastas	ha	300	500	750

4.6. Kombaini arengutrendid:

- kombaini edasiarendus on suunatud kombaini tootlikkuse suurendamisele (mootori võimsus 450 hj, heedri laius kuni 12 m), peksu puhtusele, terade väiksemale vigastusele aga ka terakao vähendamisele. Tootlikkuse suurendamiseks vähendatakse ajakulu kombaini hooldetöödele ja tehnoloogilistele reguleerimistele;
- suureneb rootorpõhupuisturiga kombainide tootmine;
- laieneb automaatjuhtimisega kombainide kasutus;
- ikka enam vaadeldakse kombaini kui kesket lüli koristussüsteemis. See süsteem peab vastama paljudele tingimustele, seejuures:

- põhu peenestamine ja laotusühtlikkus peab olema väga hea järgnevate põllutööde tegemiseks;
- terade põllult äraveotransport peab olema seotud kombaini tootlikkusega;
- tootmistehnoloogia optimeerimine, terade koristamine ja hoiustamine peab haarama ka aretustöid, taimekaitset;
- tulukus ja turul püsimine muudab veelgi aktiivsemaks põllumajandustehnika tootmise ja teenindamise.

Järeldused ja ettepanekud:

- uurimistulemuste tootmisse evitamine suurendaks kombainide tootlikkust, väheneksid koristuskadud, paraneks terade kvaliteet. Kombainide efektiivsem kasutamine vähendab masinakulu ja suurendab teravilja tootmise konkurentsivõimet;
- uurimistulemustega saadud kombaini tunnitootlikkus, mis viie aasta keskmisena oli 2,5 hektarit (7,7 t) on koristuskulu vähendamiseks vähevõitu. Vaatluse all olnud kombainid suudavad tunnis koristada 20-25 tonni teri (edasine trend on viia tunnitootlikkus kuni 50 t). Suurendada tuleks tunnitootlikkust;
- kombaini tootlikkust aitab suurendada terapunkri tühjendamine liikumisel (kuni 13%);
- väike tunnitootlikkus ja kombaini kohta tulev suur koristuspind ei võimalda koristada optimaalsel ajal. Suuremat tunnitootlikkust takistab sageli ebasoodsad koristustingimused (niiskus, viljade lamandumine, tagasihoidlik saagikus jm);
- kombainide kütuse- ja hooldekulud, mis oluliselt sõltuvad koristustingimustest (soodsad, ebasoodsad aastad on suhteliselt väikesed. Keskmise kütusekulu hektari kohta oli 13,9 liitrit ja hooldekulu 42,5 krooni);
- koristada tuleks sama kiiresti kui külvatakse. Kui vilja koristatakse täisküpsuse faasis, mis kestab 3-7 päeva, on koristuskadu väike. Koristamisel pärast täisküpsust suureneb koristuskadu ligikaudu 0,4-1% päevas. Ühe vilja liigi (resp sort) sordi koristamisel nädala paariga võiks kombaini kohta tulev koristuspind soodsatel koristustingimustel olla ka suurem soovitatust. Sellest lähtuvalt tuleks kujundada ka kombainipargi võimsus;
- teravilja kombainikoristamiseks sobib Eesti keskmisena augustis 194, septembris 94 tundi. Viiekümne protsendilise tõenäosusega on Eesti keskmisena viljakoristamiseks tagatud sobivaid päevi 15, septembris 5. Keskmisest rohkem on neid Kagu- ja Lõuna-Eestis, vähem merega piirnevatel aladel;
- kombaini(pargi) võimsus peaks olema mõnevõrra suurem vajaminevast, et kompenseerida ebasoodsate koristusaastate väiksem tootlikkus;
- uue kombaini ostul tuleks arvestada ka kombaini sobivust seemne- või söödavilja koristamisel, aga ka põhu kasutamise seisukohast. Kombaini peksumasina ehituses on mõningad erinevused nimetatud tööde tegemisel;
- uue kombaini ostul tuleks selgitada, kas soovitud kombaini müüakse hästi, kas firma ostujärgne teenindus on tasemel;
- uurimistöö tulemuste kohta aastatel 2002-2006 on avaldatud 44 artiklit ja infolehte. Infot kombainidest (riketest, sobivusest jpm) ja koristustehnoloogiast on jagatud põllumeestele paljudel vestlustel.

5. Teraviljakuivatite sobivusuuringud (direktor Arvi Kallas)

TAUST:

- kuivateid on vähe, mistõttu teravilja ja rapsi koristamine kestab soovitud kauem, alaneb vilja ja rapsi kvaliteet;
- suhteliselt palju kuivatatakse vilja ja rapsi veel ebaökonomsetes vene kuivatites;

- kuivatid, seemnepuhastid jt kuivatiseadmed on suhteliselt kallid, nende tööaeg aastas on 1...2 kuud. Seepärast kuivatite valik ja kasutamine peab olema optimaalne;
- tihti kuivatatakse vilja ja rapsi moodsates kuivatites ebaõigesti (pidevtoimelistes kuivatites kuivatatakse vilja portsjonviisiliselt, ei kuivatata optimaalsete kuivatustemperatuuridega jms);
- uute viljakuivatite, -puhastite jms seadmete valik on suur. Eesti põllumajandusettevõtted saavad osta 6 riigi 16 kuivatifirma mitusada erinevat tüüpi ja marki ning tootlikkusega kuni 70 t h^{-1} (kui vilja niiskust vähendatakse 4% võrra) kuivateid, viljapuhasteid, ventileerpunkte jms seadmeid. Põllumehi huvitab, kuidas ehitada ja moderniseerida kuivatilaid kiiresti ja odavalt ja kas Eesti oludes sobib kuivatiseadmeid paigaldada õue (väljaspool hoonet).

UURIMISTÖÖ EESMÄRGID:

- kuivatiseadmete ja –ehitiste terminoloogia täiustamine ja levitamine;
- kuivatiseadmete arengusuundade teavitamine;
- uute viljakuivatite tegelike töomaduste selgitamine;
- teraviljakuivatite ja –kuivatlate erimaksumuste selgitamine;
- teraviljakuivatite jms seadmete valiku aluste täiustamine;
- energia kokkuhoiuvõimaluste uurimine teravilja koristusjärgsel töötlemisel ja hoiustamisel;
- uute viljakuivatlate tehnoloogiaskeemide ja seadmete paigutuskeemide analüüs;
- kohalike taastuvate kütuseliikide kasutusvõimalused ja -kogemused ning tasuvus;
- info kogumine niiske söödavilja kiletunnelisse konservimise kohta;
- vilja seemnete kuivatus-, konservimis-, puhastus-sorteerimis- ja puhtimiskulude arvutamise algoritmide koostamine ja täiustamine;
- kuivatuskulude analüüs seoses kuivatikütuste hindade järsu tõusuga;
- kuivatite lisaseadmete mõju kuivatuskuludele selgitamine;
- teraviljakuivatite jms seadmete valiku aluste täiustamine;
- teraviljakuivatite arvuliste vajaduste ja investeeringunõudluste selgitamine;
- SAPARD-i rahaabi analüüs kuivatiseadmete soetamisel;
- kuivatiseadmete maaletöövate firmade andmebaas koostamine;
- seemnevilja ja peenseemnete sorteerlate tehnoloogiaskeemide ja seadmete paigutuskeemide koostamine;
- ajaloolise ülevaate koostamine teraviljakuivatite arengust Eestis raamatusse “Eesti põllumajanduse XX sajandi ajalugu”;
- põllumajandustootjate nõustamine.

TEGEVUSED JA PÕHITULEMUSED

5.1. Teravilja ja seemnete koristusjärgse töötlemise ja säilitamise (hoiustamise) masinate ja seadmete ning ehitiste terminoloogia täiustamine. Täiustatud terminoloogia avaldati ajakirjas MAAMAJANDUS [180] ja EMVI infolehes nr 76/2005 [202].

5.2. Teraviljakuivatite arengusuunad:

- valmistatakse järjest suuremaid pidevtoimelisi kuivateid;
- täiustatakse kuivatite automatikaseadmeid – suur töö- ja lollikindlus, kuivataja töö lihtsustub: näiteks uued kuivatid kuivatavad vilja automaatselt sellise niiskuseni nagu kuivataja selle ette määrab;
- energia erikulude vähendamine, mille kindlustavad täiusliku ehitusega kuivatuskambrid ja kuivatiahjud (seejuures on kuivatatusagensiks kas puhas soe õhk või koldegaaside ja õhu segu);

- valmistatakse järjest enam välitingimustes (õues) töötavaid kuivateid;
- valmistatakse rändkuivatid – need ei vaja ehitusprojekte, nende asendamine suuremate kuivatitega ja edasimüümine teistele tootjatele on lihtne.

5.3. Uute kuivatite tegelike tööomaduste selgitamine. Kuivatlaseadmeid maaletoovald firmasid on Eestis 13 tk, kelle abil saab osta 16 tuntud firma erineva tootlikkusega kuivatlaseadmeid. Töövaatlustega ja küsitlustega selgitati 36 teraviljakuivati tegelikud tööomadused (tegelikud tootlikkused, energia-, töö- ja korrashoiukulud, eelised ja puudused jms). Lühikokkuvõtte: kõigi lääne kuivatite töökindlus on suur (ühe firma 2 šahtkuivati ahjude põlemiskambri läbipõlemised olid põhjustatud ahju valesti kokkumonteerimisest), uued kuivatid sobivad ka väga niiske (niiskus üle 30%) vilja ja rapsiseemne kuivatamiseks, vedelkütuse erikulu kõikides lääne kuivatites on 1,3...1,5 korda väiksem Vene kuivatites, kuid lääne kuivatite tegelikud tootlikkused on keskmiselt 1,25...2 korda väiksemad kui kuivatifirmade reklaamprospektides näidatud näidud. Kuivatite passitootlikkused antakse reeglina ühtlase algniiskuse ja küpsusega vilja kuivatamisel. Eesti oludes on aga vili peaaegu alati ebaühtlaselt valminud (ka küps vili sisaldab tihti rohekaid, väga niiskeid teri), mis põhjustabki kuivatite tegeliku tootlikkuse languse. Uued lääne kuivatid ventileerpunktid ja terasest viljatornid töötavad edukalt ka Eestis välitingimustes (so hooneta).

5.4. Teraviljakuivatite ja –kuivatlate erimaksumuste selgitamine. Viljakuivatite ja –kuivatlate erimaksumused selgitati põllumajandustootjate küsitluste teel ja ajakirjanduses (sh Soomes) avaldatud artiklites avaldatud info põhjal. Kui nõukogude ajal olid põllutöömehed (sh kuivatitel) kindlad nn preiskuranthinnad ja ka kuivatlate eelarved tehti ehitusnormides SNIP-des olevate hinnete alusel. Antud juhul olid ehitiste maksumused hästi võrreldavad. Tänapäeval sõltuvad nii kuivatite jt masinate-seadmete maksumused põllumehe ja masinaid maaletoovald firmade omavahelistest suhetest (näiteks firma pakub, et müüme Sulle kuivati odavamalt, kui ostad meilt ka traktori...). Sama lugu on ka kuivatlate ehitusmaksumustega: põllumajandustootjad teevad 3-le ehitusfirmale pakkumised ja valivad nende hulgast kõige soodsama pakkumise, mis teatud põhjustel ei ole alati kõige väiksema maksumusega.

Tsükliliste viljakuivatite ja nende baasil ehitatud kuivatlate maksumused ja erimaksumused

Kuivati maht, m ³	13	16	20	25	30	35	40	50	60
Kuivatla maksumus kokku, tuh kr	687	722	828	876	907	934	1090	1246	1405
sh ehituslik osa, tuh kr	286	291	312	324	336	340	348	356	368
seadmed	401	431	516	552	571	594	742	890	1037
Elektrimootorite võimsus, kW	10	13	15	18	20	25	28	30	36

Pidevkuivatite ja nende baasil ehitatud kuivatlate maksumused ja erimaksumused

Kuivatla passitootlikkus, t/h	5	10	16	20	25	30	35	40
Kuivatla erimaksumus, kr/t/h	270	228	206	174	155	154	148	139
Kuivatla maksumus, tuh kr	1350	2280	3296	3480	3875	4620	5180	5560
Seadmete erihind, tuh kr/t/h	180	163	147	124	120	118	114	107
Seadmete maksumus, tuh kr	900	1630	2352	2480	3000	3540	3990	4280
Ehitusliku osa erimaks, tuh kr/t/h	90	65	59	50	35	36	34	32
Ehitusliku osa maksumus, tuh kr	450	650	944	1000	875	1080	1190	1280
Elektrimootorite võimsus, kW	12	25	30	45	50	60	70	80

Märkus: Tabelites esitatud kuivatiseadmete ja kuivatlate erihindasid ei saa võtta aluseks konkreetselt firmalt konkreetsete kuivatite valikul ja kuivatihinna tingimiseks. Kuivatite tegelik hind sõltub ikkagi eelkõige kuivati kompleksusest (mitu koppelevaatorit, millised automaatikaseadmed jms) ja firma nn lahkusest, kes võib konkurentsitingimustes teha konkreetsele põllumajandustootjale teatud hinnaalandusi.

Eelpuhastite (sõelad + õhk) maksumused

Eelpuhast passitootlikkus, t/h	10	15	20	25	50	75
Eelpuhasti hind, tuh kr/t/h	90	120	150	200	350	450

5.5. Teraviljakuivatite jms seadmete valiku aluste täiustamine. Instituudis väljatöötatud viljakuivatite jms seadmete ning kuivatlate tehnoloogiliste protsesside skeemide valiku soovitusel on avaldatud EMVI kodulehel ja järgmistes publikatsioonides [181], [204] ja [229].

5.6. Energia kokkuhoiuvõimaluste uurimine teravilja koristusjärgsel töötlemisel ja hoiustamisel.

- Selgitati soojusenergia erikulu viljast 1 kg vee eemaldamiseks (kcal/kJ)

Kuivati	Soojusenergia erikulu, kui vilja niiskus väheneb		
	20 – 14 = 6%	25 – 14 = 11%	30 - 14 = 16%
Pidevtoimeline šahtkuivati	1300/5447	1250/5238	1200/5028
Tsükliline šahtkuivati	1325/5552	1275/5342	1225/5133

- Kasulik on kuivatada kuivemat vilja, mida selgitab alljärgnev tabel (näide: pidevtoimeline kuivati, vedelkütuse hind 8 kr/l, elektrienergia 1,15 kr/l)

Passi- tootlik- kus, t /h (4%)	Kuivatuskulu ja kuivati aastatootlus, kui vilja niiskus väheneb					
	20 – 14 = 6%		25 – 14 = 11%		30 - 14 = 16%	
	Tootlus, t	Kulu, kr/t	Tootlus, t	Kulu, kr/t	Tootlus, t	Kulu, kr/t
Kuivati tööaeg aastas on 200 h						
5	720	245,5	468	395,7	342	547,4
20	2880	184,2	1872	302,5	1368	418,1
Kuivati tööaeg aastas on 250 h						
5	900	200,2	585	327,2	428	452,0
20	3600	165,9	2340	274,4	1710	379,7
Kuivati tööaeg aastas on 300						
5	1080	184,7	702	303,3	513	419,2
20	4720	153,7	2808	255,7	2052	354,0

- Analüüsiti vedela kuivatikütuse kulu ja maksumusi sõltuvalt vilja algniiskusest

Vilja niiskuse vähenemine	20 – 14 = 6%	25 – 14 = 11%	30 – 14 = 16%
Vedelkütuse kulu kuivatamisel, l/ t	10,7	18,8	26,3
Vedelkütuse hind, EEK l ⁻¹	8		
Vedelkütuse maksumus kuivatuskuludes, kr/ t	85,6	150,4	210,4
Sama EEK ha ⁻¹ , kui vilja saagikus on 3 t/ha	256,8	451,2	631,2
Sama EEK ha ⁻¹ , kui vilja saagikus on 5 t/ha	428,0	752,0	1052,0

5.7. Uute viljakuivatlate tehnoloogiaskeemide ja seadmete paigutusskeemide analüüs. Uute kuivatlate projekteerimisel on kasutatud kuivatus-puhastus-säilitustehnoloogia ja kuivatiseadmete paigaldusskeemide 2 põhivarianti: 1) vili teisaldatakse ainult koppelevaatorite ja valgtorudega (elevaatorite alumised pead asuvad põhiliselt süvendites); 2) vili teisaldatakse koppelevaatorite ning lint-, tigu- ja kraapkonveierite ning valgtorudega (elevaatorid asuvad põrandal kõrgusega ±0,0m). Tehnoloogia valiku üldreegel – mida rohkem konveiereid, seda

väiksem on vooluliini töökindlus. Täiendavat uurimist vajab transportseadmete mõju seemnete vigastamistele (seda saab EMVI-s teha 2004.a. soetatud fotoaparaadiga varustatud mikroskoobi abil);

5.8. Kohalike taastuvate kütuseliikide kasutusvõimalused ja -kogemused ning tasuvus. vilja kuivatuskulude analüüs erinevate tahkekütustega (halu- ja hakkepuut, põhk, halvakvaliteediline teravili, teravilja ja heinaseemne puhastusjäätmel) kuivatamisel. Biokütustega vilja kuivatamise vastu tunnevad huvi mitu väikese ja keskmise suurusega talu. AS Adavere Agro kuivatas 2005.a. vilja ventileerpunkrite K 878 baasil ehitatud punkerkuivatis, kus kuivatusõhku soojendati põhurullidega köetava konteinerkatla abil (mahutab 3 põhurulli, ööpäevas põletati ära 21 rulli). Soome ja Rootsi kogemustel tasub konteinerkatlamaja kasutamine end vilja kuivatamisel ära, kui sellega toodetakse soojusenergiat sügis-talvel ka elamutele ja teistele tootmishoonetele. Koguti lähteandmeid erinevate tahkekütustega köetavate katelde ja kuivatiahjude koos etteandeseadmetega koht. Vastavaid majandusanalüüs ei jõutud 01. aprilliks lõpetada.

5.9. Info kogumine niiske söödavilja kiletunnelisse konservimise kohta. 2005.a. konserviti Eestis kole viljamuljur-pakendiga kiletunnelitesse kokku 11 113 tonni konservvilja, sh Estonia OÜ-s 2440 t, Torma POÜ-s 1500 t, Vändra OÜ-s 900 t. 2005.a. oli selle tehnoloogia kasutamiseks ebasoodne, sest tänu soodsatele ilmastikutingimustele valmisid viljad kiiresti ja üsna üheaegselt, mistõttu konserviti tunnelitesse enamasti liiga kuiva vilja. Selle tõttu oli muljurite tegelikud tootlikkused passitootlikkustest kuni 3 korda väiksemad ja ka muljurid kulusid oodatust kiiremini ja vajavad enne järgmist hooaega olulisi remonttöid. Küsitluste alusel võib väita, et konservvilja kvaliteet on hea. Niiskusega üle 30% vilja konservimiskulud (arvestamata korrashoiukulud) olid üle 1,5 korra väiksemad kui nii niiske vilja kuivatuskulud.

5.10. Vilja ja seemnete kuivatus-, konservimis-, puhastus-sorteerimis- ja puhtimiskulude arvutamise algoritmide koostamine ja täiustamine. EMVI kodulehel on algoritmid kuivatuskulude (tsüklilistes ja pidevtoimelistes kuivatites ning külmõhkuivatites – selle abil saab arvutada kuiva vilja säilituskulusid), niiske söödavilja konservimiskulude ning seemnete puhastus-sorteerimis- ja puhtimiskulude arvutamiseks;

5.11. Kuivatuskulude kalkuleerimine ja analüüs uutes suurtes kuivatites. SAPARD-i abiga (põllumehed said kuivatid jt kuivati-seadmed osta 50%-lise hinnaga) soetatud suure tootlikkusega moodsates kuivatites tuleb kuivatuskulud arvutada lähtudes kuivatite tegelikest maksumustest (taastushindadest). Kui viljakuivatla (kuivati, eelpuhasti, ventileerpunkrid ja kuiva vilja tornhoidla) maksab kokku 5... 10 milj krooni tekib tahtmatult küsimus, kui palju maksab selles kuivatlas ühe tonni vilja kuivatamine ja kuivati töötund. Esitame näitena vilja kuivatuskulud passitootlikkusega (vilja algniiskus 22% ja lõppniiskus 13%) 15 t/h šahtkuivati baasil ehitatud kuivatlas

Töötunde aastas	100	150	200	250	300	350	400
Viljakogus aastas, t	800	1200	1600	2000	2400	2800	3200
Kuivatuskulud, kr/t	441	325	268	233	210	193	181
Kuivatuskulud, kr/h	3528	2602	2140	1862	1677	1544	1445
Kuivatuskulud, kr/ha	1324	977	803	699	629	580	542

Soovitused: kuivatiomanikud kuivatage võimaluse korral peale oma vilja võimalikult palju ka naabrite vilja: kui näiteks lääne kuivati passitootlikkusega 15 t/h töötab aastas 200 h, siis töömaht aastas on 1600 t ja kuivatuskulud 268 kr/t. Kui aga selle kuivati tööaeg aastas on 350 h, siis töömaht aastas on 2800 t ja kuivatuskulud on 193 kr/t.

5.12. Kuivatuskulude analüüs seoses kuivatikütuste hindade järsu tõusuga. Kuivatuskulud pidevtoimelistes šahtkuivatites (passitootlikkus 15 t/h, vilja algniiskus 22% ja lõppniiskus 13%)

Töötunde aastas	100	150	200	225	250	300	350
Kütuse hind, kr/ltr	5						
Kuivatuskulud, kr/t	280,4	217,0	185,4	174,8	166,4	153,7	144,7
Kuivatuskulud, kr/h	2801,0	2168,2	1851,9	1746,4	1622,1	1535,5	1445,1
Kütuse hind, kr/ltr	8						
Kuivatuskulud, kr/t	326,0	262,7	231,0	220,5	212,0	199,3	190,3
Kuivatuskulud, kr/h	3256,9	2624,2	2307,8	2202,4	2118,0	1991,4	1901,1
Suurenemine, korda	1,16	1,21	1,25	1,26	1,27	1,30	1,32

Vedelkütuse erikulu šahtkuivatites kuivatamisel (kütuse kulu 15,2 ltr/t)

Saagikus, t/ha	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
Kütust, ltr/ha	30,4	38,0	45,6	53,2	60,9	68,4	76,1
Kütust, kr/ha (hind 5 kr/ltr)	152,1	190,2	228,2	266,2	304,3	342,0	380,3
Kütust, kr/ha (hind 8 kr/ltr)	243,4	304,3	365,1	426,0	486,8	547,2	608,8
Suurenemine, korda	1,6						

5.13. Kuivatite lisaseadmete mõju kuivatuskuludele selgitamine. Kahe tehnoloogiavariandi võrdlus (1 variant - koppelevaatori + valgtorud ja 2 variant – sama + tigu-, lint- ja kraapkonveierid): lisakonveierite 5...10%-line lisamaksumus suurendab vilja kuivatus-kulusid 1,5...3%. Kuivatitele paigaldatavad lisaseadmed (mürasummuti ja tolmufilter-ventilaator) tõstavad küll kuivatuskulusid 1...2%, kuid need parandavad oluliselt viljakuivataja töötingimusi ja praktiliselt väldivad tolmu ja müra levimise ümbritsevasse keskkonda (see on eriti tähtis, kui viljakuivatla asub elurajoonis);

5.14. Teraviljakuivatite arvuliste vajaduste ja investeeringunõudluste selgitamine. Eesti põllumajandusettevõtetes on viljakuivateid veel vähe. Kuivatite vähesus venitab veel väga paljudes ettevõtetes teravilja ja rapsi koristustöid. Palju kasutatakse veel vanu ebaökonomseid Vene firmade kuivateid. Kui teravilja kasvupind Eestis on 330 ja rapsiseemnel 60 tuh ha, siis on teravilja ja rapsi keskmiste saagikuste, vastavalt 2,5...3,5 ja 1,4...2,2 t/ha korral vajalik soetada uusi kuivateid vastavalt kogutootlikkusega (niiskusega 18% vilja kuivatamisel niiskuseni 14%) 3841...6849 t/h (investeeringunõudlus 576...1027 milj krooni). Info arvutuskäigud kuivatite vajaduste ja investeeringunõudluste arutamise kohta on esitatud EMVI kodulehel.

5.15. SAPARD-i rahaabi analüüs kuivatiseadmete soetamisel. Alates 2003.a., kui hakati SAPARD-i rahadega toetama ka kuivatiseadmete soetamisi hoogustus uute nüüdisaegsete viljakuivatlate ehitamine. Eksperthinangul investeeriti 2003-2005.a. uutesse kuivatiseadmetesse kokku ca 220 milj kr, mis on aga 21,4...38,2% investeeringuvajadusest. Seega on kuivatite alal arenguruumi veel küllalt.

5.16. Kuivatiseadmete maaletöövate firmade andmebaas koostamine. Eestis kuivatiseadmete maaletöövate firmade andmebaas on avaldatud EMVI infolehes nr 177/205 [203] ja EMVI kodulehel.

5.17. Seemnevilja ja peenseemnete sorteerlate tehnoloogiaskeemide ja seadmete paigutus-skeemide koostamine. AS-le Tartu Agrole koostati heinaseemnekeskuse laiendamise ja heinaseemne sorteerla tehnoloogiaskeem koos masinate ja seadmete paigutus-skeemidega. Sama koostati ka J. Läänemetsa Uuetoa talule uue seemnevilja sorteerla ehitamise jaoks;

5.18. Ajaloolise koostamine teraviljakuivatite arengust Eestis (4 lk koos kuivatite ehitus- ja tehnoloogiaskeemidega) raamatusse “Eesti põllumajanduse XX sajandi ajalugu”.

5.19. Põllumajandustootjate nõustamine. Aruandeaastal anti 36 põllumehele teravilja ja peenseemnete koristusjärgse töötlemise tehnoloogia üle 50 individuaalkonsultatsiooni. Põhilised teemad: sobiva viljakuivati jm kuivatiseadmete valik, viljakuivati optimaalsed paigutuskeemid olemasolevasse kuivatlasse, kuivatla tehnoloogilise protsessi sobiv skeem, olemasoleva kuivatla moderniseerimine jms

Järeldused ja ettepanekud

Eesti põllumajandusettevõtetest kogutud ja analüüsitud info alusel on soovitatav viljakuivatite valikul lähtuda järgmistest soovistest:

- kõikides uutes lääne kuivatites on rakendatud nüüdisaegne kuivatustehnoloogia. On aga rida näitajaid, mida kuivati valikul võiks silmas pidada;
- lääne kuivatite tegelikud tootlikkused on 1,25...2 korda väiksemad, kui on kuivatite reklaamprospektides esitatud. Kuivatite passitootlikkused antakse reeglina ühtlase algniiskuse ja küpsusega vilja kuivatamisel. Eesti oludes on aga vilja peaaegu alati ebahühtlaselt valminud (ka küps vilja sisaldab tihti rohkeid, väga niiskeid teri), mis põhjustabki kuivatite tegeliku tootlikkuste languse. Kui vilja kuivatatakse kuivatuse õhu temperatuuriga alla 80°C, siis on ka tegelik tootlikkus vähemalt tabelis 1 esitatud koefitsientide võrra väiksem;
- kuivati ost on majanduslikult tasuv, kui pidevtoimelistes šahtkuivatites kuivatatakse aastas passitootlikkuse 1 t/h (vilja niiskuse vähendamisel 4% võrra) kohta vähemalt 180...200 t vilja ja tsüklilistes šahtkuivatites kuivatatakse vähemalt 50 kuivatitait vilja aastas. Eelsoojendades vilja enne kuivatisse laadimist ja jahutades selle pärast kuivatamist ventileerpunkris on tsüklilises šahtkuivatis aastas kuivatatud koguni 160 kuivatitait vilja ja rapsiseemet;
- lääne puhta sooja õhuga töötavates šahtkuivatites kulub niiskest viljast 1 kg vee eemaldamiseks soojusenergiat 1200...1350 kcal. Kuivatuse õhu retsirkulatsioonsüsteemiga šahtkuivatites on aga soojusenergia erikulu kõigest ca 1000 kcal. Mida niiskemat vilja kuivatatakse, seda väiksem on soojusenergia erikulu vilja kuivatamisel (tabel 4);
- šahtkuivatite kuivatuskambrite ja kuivatuse õhu torustiku katmine soojus-isolatsioonikihiga (klaas- või kivivill, penoplast) vähendab soojusenergia erikulu vilja kuivatamisel 10–20%, kuid augustikuu lõpu ja septembrikuu jahedatel öödel kuni 2 korda (Soome andmed);
- nüüdisaegsed vedelikütusepõletid ja kuivatisahjud võimaldavad kvaliteetse vedela või gaasilise kuivatikutuse korral kuivatada vilja ka koldegaaside ja õhu seguga. Soojusenergia kokkuvõtte koldegaaside ja õhu seguga töötavates kuivatites on keskmiselt 15%;
- lääne kuivatite korrashoiukulud on kuni 7 aasta vanuste šahtkuivatite juures väga väikesed – kõigest kuni 1% kuivati hinnast;
- teraviljakuivati on soovitatav osta alati teatud varuga, sest “aastad ei ole vennad” ja Eestis on iga 10 aastase perioodi sees 2–3 väga halva koristusilmastikuga aastat, kus tuleb kuivatada tavalise kuni 22%-lise niiskusega vilja asemel kuni 35%-lise niiskusega vilja;
- lääne kuivatifirmad valmistavad üha enam õues töötamiseks ettenähtud viljakuivateid. Kasutuskogemused näitavad, et need töötavad edukalt õues ka Eesti kliimatingimustes;
- viljakuivatlates kasutatakse vilja teisaldamiseks 2 tehnoloogiavarianti:
 - 1) koppelevaatorite+valgtorudega ja
 - 2) koppelevaatorite+valgtorude+rõht- või kaldkonveieritega. Lisakonveierite 5–10%-line lisamaksumus tõstab vilja kuivatuskulusid 2,5–4,5%;

- kuivatid levitavad tolmu ja nende ventilaatorid tekitavad palju müra. Mitu kuivatifirmat pakuvad nende pahede vältimiseks summuteid ja tolmufilter-ventilaatoreid. Kui palju need seadmed tõstavad kuivatuskulusid:
 - 1) kui summuti tõstab kuivatihinda 2,5–3%, siis kuivatuskulud suurenevad kõigest keskmiselt 1% võrra;
 - 2) kui tolmufilter-ventilaator tõstab kuivatihinda kuni 5%, siis kuivatuskulud suurenevad keskmiselt 2% võrra;
- õues olevate šahtkuivatite ülaossa on soovitatav paigaldada ventilaator, mis tõmbab seal pidevalt ära tolmu ja muud kerged lisandid, mis muidu jahedate ilmade korral tekkiva kondensvee tõttu settivad nii kuivatuskambri ja koppelevaatori ülaosa kui ka valgtorude siseseinte külge;
- lääne ventileerpunktid vajaksid niiske vilja õhustamiseks suuremaid ventilaatoreid;
- mida suurema tootlikkusega töötavad koppelevaatorid jt konveierid, seda vähem vigastavad need viljateri: mida suurem koppelevaator, seda suurem on portsjonkuivati tootlikkus;
- väga pikad ja suure kadenurga alla paigutatud valgtorud vigastavad viljateri;
- kuivatiomanikel on kasulik teha teenustööd: kui näiteks kuivati tootlikkusega 20 t/h töötab aastas 200 h, siis niiskusega 25% vilja kuivatamisel on aastatootlus on 1872 kuivatuskulud 302,5 kr/t. Kui aga selle kuivati tööaeg aastas on 400 h, siis on potentsiaalne aastatootlus 3744 t ja kuivatuskulud 232,2 kr/t (rahavõit 70,3 kr/t);
- mõned levinumad vead vilja kuivatamisel:
 - 1) pidevtoimelised šahtkuivatid töötavad tsükliliste kuivatitena. Kui vilja niiskus on alla 25% saab nendes kuivatites edukalt ühe läbilaskega vilja kuivatada niiskuseni 13...14%;
 - 2) ei usaldata vilja lõppniiskuse automaatikaseadmeid. Paljudelt viljakuivatajatelt saadud info järgi on uutel kuivatitel need seadmed täiesti usaldusväärsed ja töökindlad;
 - 3) söödavilja kuivatatakse liiga madala temperatuuriga, tihti seemnevilja kuivatustemperatuuriga (terade temperatuur 40...45°C. Uurimused on näidanud, et isegi terade temperatuuriga 80°C kuivatatud viljast tehtud jahu söönud sigade massi-iive ei olnud väiksem kui temperatuuriga 40°C kuivatatud viljast tehtud lahuga. Soovitatav on söödavilja kuivatada teratemperatuuri 60...65°C, mille puhul on kuivati tootlikkus 2,5 korda suurem kui seemnevilja kuivatustemperatuuriga kuivatamisel.

6. Rohusöödamasinate sobivusuuringud (*vanemteadur Jüri Haabpiht*)

TAUST

Eesti põllumajandusettevõtete ja talude põhiline aastaringne sissetulek saadakse piimast. Piima tootmiskuludes moodustab sööt umbes 50%. Milliste kuludega on toodetud sööt, sellest sõltub suurel määral ka piimatootmise tulukus. Määravaks on siin põhisööda, s.o rohusööda tootmiskulud. Rohusööda parima tootmisviisi leidmiseks tuleb teha ulatuslikku uurimistööd, et rohusöödaliikide ning viljelemistehnoloogiate ja koristustehnoloogiate paljususe juures leida sõltuvalt tootmise mastaabist kõige optimaalsemad lahendused.

TÖÖ EESMÄRGIKS oli selgitada rohusööda tootmise erinevate masintehnoloogiate ja masinate kasutamise majanduslikkust, tehnilisi parameetreid, tööomadusi ja sobivust Eesti tingimustes, masinatöökulusid ja kulude struktuuri ning vahendada välisriikide kogemusi selles valdkonnas. Viie aasta jooksul teostatud uuringute tulemused pidevalt muutuvate lähteandmete (masinate hinnad, uued koristusmasinad ja koristustehnoloogiad, diislikütuse hinnatõus jt) on aruandeperioodi lõpuaastal 2006 võimalik kokku võtta uute teadmistena järgmiselt.

6.1. Rohusilo tootmise nüüdisaegsed masinaketid ja masinatöökulu

Rohusöötade koristusmasinate masinatöökulude, koos tehnoloogiliste tarvikutega, objektiivseks võrdlemiseks on sobilik jagada nad tinglikult 3 rühma: suured masinad tunnitootlikkusega 3-5 ha/h, aastase töömahuga 400 masinatöötundi, keskmise tunnitootlikkusega 1,5-2 ha/h ja 200 töötundi aastas ja väikesed masinad tootlikkusega 1-1,2 ha/h, töömaht 100 tundi aastas (tabelid 1-3).

Arvutuste lähteandmed:

- töömaht kahe niitega suure tootlikkusega masinatel 400, keskmistel 200 ja väikestel 100 töötundi aastas;
- haljasmassi saak: 1. niide 16 t/ha, 2. niide 12 t/ha, veokaugus 2,5 km;
- valmis närbsilo (30% KA): 1. niitest 13 t/ha, 2. niitest 10 t/ha, keskmiselt 11,5 t/ha, kuivainet keskmiselt 3,5 tKA/ha;
- kulud kilele: hoidlasilo – 140, rullisilo – 800, tuubrullisilo ja tunnelsilo – 400 kr/ha;
- masinakettide maksumused uute masinate hindades käibemaksuta, intressimäär 10%;
- kütuse hind 9 kr/l, määrdeõlide hind 20 kr/kg;
- korrashoiukulud traktoritel 3-4%, töömasinatel 5% maksumusest;
- masinajuhi töötasu 35 kr/h + 10% hooldustasu.

Tabel 1. Suure tootlikkusega rohusöödakoristid				
Masin	Liikurhekseldi	Kogurhekseldi	Haagiskogur	Kiletunnelpress
Võimsus, kW/hj	325/440	169/230	169/230 44/72 m ³	147/200
Töömaht, h/aastas	400	400	400	400
Tootlikkus:				
- ha/h	5,0	4,0	3,0	5,0
- ha/hooajal	2000	1600	1200	2000
- 1. niide, ha	1000	800	600	1000
- t/hooajal	23 000	18 400	13 800	23 000
Masinaketi maksumus, mln EEK	7,7	7,0	4,1	7,5
Töökulu, h/ha	3,4	2,5	1,6	1,7
Masinatöökulu koos tehnotarvik., kr/kgKA	0.34	0.28	0.25	0.41
+ kindlustuslisandid	0.44	0.38	0.35	-
Tabel 2. Keskmise tootlikkusega rohusöödakoristid				
Masin	Liikurhekseldi (nn E-liikurid)	Kogurhekseldi	Haagiskogur	Rullpress-pallimähkur
Võimsus, kW/hj	132/180	60/82	120/165 30,5/48 m ³	78/106
Töömaht, h/aastas	200	200	200	200
Tootlikkus:				
- ha/h	2,0	1,7	1,8	1,5
- ha/hooajal	400	340	360	300
- 1. niide, ha	200	170	180	150
- t/hooajal	4 600	3 910	4 140	3 450
Masinaketi maksumus, mln EEK	3,6	3,2	2,1	1,9
Töökulu, h/ha	3,0	3,3	1,6	1,2
Masinatöökulu koos tehnotarvik., kr/kgKA	0.48	0.39	0.29	0.50
+ kindlustuslisandid	0.58	0.49	0.39	-

Tabel 3.Väikese tootlikkusega rohusöödakoristid				
Masin	Rullpress, 4-masina tehnol.	Rullpress, min. arv masinaid	Kilesukkpress	Haagiskogur (väike)
Võimsus, kW/hj	60/82	66/90	60/82	81/108 23/36 m ³
Töömaht, h/aastas	100	100	100	100
Tootlikkus:				
- ha/h	1,0	1,0	1,2	1,2
- ha/hooajal	100	100	120	120
- 1. niide, ha	50	50	60	60
- t/hooajal	1150	1150	1380	1380
Masinaketi maksumus, mln EEK	1,7	1,1	1,9	1,0
Töökulu, h/ha	4,0	2,0	3,3	2,2
Masinatöökulu koos tehnotarvik., kr/kgKA + kindlustuslisandid	0.79	0.64	0.66	0.41 0.51

- Sotsiaalmaks 20% + ravikindlustus 13% töötasust.
- Kindlustuslisandite kulu 0.10 kr/kgKA (odavamate lisandite kasutamisel).

6.1.1. Rohusilo valmistamine suure tootlikkusega masinakettidega

Vaatluse all on nelja erineva põhikoristusmasina tüübi (liikurhekseldi, kogurhekseldi, haagiskoguri, kiletunnelpressi) kasutamise seonduvad masinaketid:

- tänapäeva suure tootlikkuse ja võimsusega (5,0 ha/h, 440 hj) liikurhekselditega koos kasutatud masinakett. Siin käsitletud variandis kasutatakse rohumassi vaalu niitmiseks 2 muljurniidukit, vajaliku түsedusega (arvestades liikurhekseldi võimsust) vaalu moodustamiseks 2 vaalutit, massi äraveoks 7 10-tonnise traktorihagist ja hoidlas kahte tallamistraktorit, kokku 12 töömasinat ja 13 traktorit - masinatöökulud koos tehnotarvikute kuluga 0.34 ja koos kindlustuslisanditega 0.44 kr/kgKA;
- suure tootlikkuse ja võimsusega (4,0 ha/h, 230 hj) kogurhekseldi kasutamisel on masinaketis suure töölaieuga ja võimsustarbiga (5 m, 180 HJ) muljurniiduk ja ka vaaluti. 10-tonnise traktorihagiste vajadus on 5 ja hoidlas tallamiseks 2 ratastraktorit, kokku 8 töömasinat ja 10 traktorit. Masinatöökulud koos tehnotarvikutega 0.28 ja koos kindlustuslisanditega 0.38 kr/kgKA;
- **suure mahutavusega ja tootlikkusega (44/72 m³, 3,0 ha/h) haagiskoguri** kasutamisel vajatakse suure tootlikkusega muljurniidukit ja vajaliku түsedusega vaalu moodustamiseks veel ka suure haardelaiusega vaalurkaarutit, kokku 3 töömasinat ja 4 traktorit, sealhulgas üks tallamistraktor. Masinatöökulud koos tehnotarvikute kuluga tooteühikule 0.25 ja koos kindlustuslisandite kuluga 0.35 kr/kgKA;
- **suure tootlikkusega kiletunnelpressiga** kaasnevasse masinaketti kuulub ketasniidukitest koosnev liitagregaat 6,0 m (esiniiduk 3,0 m ja külgniiduk 3,0 m), vaaluti 12 m, kaks haagiskogurit 31,5/50 m³, masinaketis kokku 5 traktorit ja 5 töömasinat. Masinatöökulud koos kiletunneli maksumusega 0.41 kr/kgKA. Kuna kõrreliste ja kõrreliste ja liblikõieliste segudega (liblikõielisi <50%) peetakse võimalikuks saada kvaliteetne ja stabiilne silo ka kindlustuslisandeid kasutamata, siis on see ka lõplik maksumus.

6.1.2. Rohusilo valmistamine keskmise tootlikkusega masinakettidega

Vaatluse all on nelja erineva põhikoristusmasina tüübi (liikurhekseldi, kogurhekseldi, haagiskoguri, põimmasina press-pallimähkuri) kasutamise seonduvad masinaketid:

- **E-margi all tuntud ehk senini pikka aega kasutusel olnud endises Saksa Demokraatlikus Vabariigis toodetud liikurhekseldi E-280 (E-281 jt modifikatsioonid) ja liikurniiduki E-301 (E-302 jt) või nende analoogide kasutamise** seonduv silovalmistamise masinakett, tunnitootlikkusega 2 ha/h (võimsused vastavalt hekseldil 180 ja

niidukil 75 hj). Siia lisanduvad peenestatud rohumassi äraveoks 3 10-tonnise kandejõuga traktorihagist koos traktoritega ja üks ratastraktor rohumassi hoidlas tallamiseks/tihendamiseks, kokku 2 liikurmasinat, 3 töömasinat ja 4 traktorit - masinatöökulud 0.48 ja koos kindlustuslisanditega 0.58 kr/kgKA. Need on hoidlasilo valmistamise masinakettide võrdluses kõige suuremad, kuna masinaketis on kaks liikurmasinat ja masinaketi tootlus, võrreldes küllalt suure investeeringunõudlusega, on suhteliselt väike;

- **keskmise tootlikkuse ja võimsusega (1,7 ha/h, 82 hj) kogurhekseldiga** koos töötavas masinaketis on üks muljurniiduk ja 3 10-tonnise traktorihagist ja üks tallamistraktor. Vaalurkaaruti ei kasutata, kuna kaasaegsed muljurniidukid võimaldava niita kokku kahte vaalu ja seda sobivalt laialt, vastavalt kogurhekseldi koguri laiusele. Masinaketis kokku 5 töömasinat ja 6 traktorit; kulud tasemel 0.39 ja koos kindlustuslisanditega 0.49 kr/kgKA;
- **keskmise mahutavusega ja tootlikkusega haagiskoguri** masinaketis on keskmise tootlikkusega muljurniiduk, millele lisandub 1 vaalurkaaruti. Nendega töötamiseks vajatakse väikse võimsusega (25 või 40 hj) traktoreid. Koos tallamistraktoriga on masinaketis 4 traktorit ja 3 töömasinat ja kulud tooteühikule madalad – masinatöökulud koos tehnotarvikute kuluga 0.29 ja täiendavalt kindlustuslisanditega 0.39 kr/kgKA;
- **keskmise tootlikkusega põimmasina** press-pallimähkuri kasutamisel toimub vaalu niidetud rohu haljasmassi pressimine ja kiletamine ühes kambris ja kiletatud rullide koondamine-paigaldamine põllu äärde haarats-tüüpi paigaldiga agregateeritud traktoriga. Masinatöökulud koos kuludega võrgule ja kilele on 0.50 kr/kgKA, mis ületab eelmiste variantide kulusid, kuid kuna rullisilo valmistatakse reeglina kindlustuslisandeid kasutamata, siis kolme kuluelemendi kokkuvõttes on kulud suhteliselt väikesed, jäädes alla ainult haagiskogurite kasutamisele. Masinaketis kokku 3 töömasinat ja 3 traktorit.

6.1.3. Rohusilo valmistamine väikese tootlikkusega masinakettidega

Vaatluse all on nelja erineva koristustehnoloogia (rullisilo tootmise 4-masina tehnoloogia, rullisilo tootmine minimaalse arvu masinatega, rullisilo kilesukkitehnoloogia, väikese haagiskoguri), kasutamisega seonduvad masinaketid:

- **4-masina tehnoloogia** korral on iga tööoperatsiooni (niitmine, pressimine, rullide kiletamine, paigaldamine) jaoks üks töömasin ja traktor. Tänu suurele masinate ja traktorite ja nende juhtide arvule (4 töömasinat + 4 traktorit) on kulud tooteühiku kohta, väikese tootlikkusega masinate võrdluses, suured – 0.79 kr/kgKA;
- **minimaalse arvu masinatega rullsilotehnoloogia rakendamisel** toimub rohu haljasmassi otsekoristus märgsiloks liitagregaadiga eesniiduk-traktor-rullpress. Teine traktor töötab pallimähkuriga, millega toimub ka rullide koondamine põllu äärde, kokku 3 töömasinat ja 2 traktorit. Probleemiks on vähese kuivainesisaldusega märgsilo läbikülmumine suuremate külmade korral. Tänu masinaketi moodustamise väikesele investeeringunõudlusele on kulud tooteühiku kohta, võrreldes 4-masina tehnoloogiaga, suhteliselt väikesed – 0.64 kr/kgKA;
- **kilesukkpress-tehnoloogia kasutamisel ehk nn tuubsilo valmistamisel** toimub (pärast rohu haljasmassi vaalu niitmist ja kogumist-pressimist) põllule lastud rullide koondamine haaratstüüpi rullipaigaldiga põllu servas oleva kilesukkpressi juurde, millega surutakse võrguga seotud rullid pikka nn “kilesukka”. Vaatamata sellele, et antud tehnoloogia korral on kulud kilele kaks korda väiksemad, võrreldes teiste rullsilotehnoloogiatega, on tänu küllalt suurele kilesukkpressi maksumusele (>300 000 kr) ja kilesukkpressi tehnilise tootlikkuse ärakasutamise probleemidele (võimeline korruga teenindama 5 rullpressi, mida meie praktikas ei esine), kulud toodanguühikule eelmise variandi tasemel – 0.66 kr/kgKA. Masinaketis kokku 4 töömasinat ja 3 traktorit;
- **väikese mahutavuse ja tootlikkusega haagiskoguri** (25/41 m³, 1,2 ha/h) kasutamisel on peale haagiskoguri masinaketis 1 muljurniiduk ja 1 tallamistraktor, kokku 2 töömasinat ja 3 traktorit. Tänu masinate väikese arvule ja masinaketi väikese maksumusele on ka

masinatöökulud tooteühikule madalad – 0.41 kr/kgKA, kuid kuna valmistatakse hoidlasilo, siis lisades kulud kindlustuslisanditele, on kulud kahe eelmise variandi tasemel – 0.51 kr/kgKA.

Kokkuvõte ja järeldused

Lähtudes tõsiasiast, et majanduslikult on suure tootlikkusega masinate kasutamine põhjendatud suurete võtte tingimustes ehk suurte töömahtude korral, keskmise tootlikkusega masinate kasutamine keskmise suurusega ja väikese tootlikkusega masinate kasutamine väikeste töömahtude korral, on ka kokkuvõtte ja järeldused eraldi:

1) suure tootlikkusega rohusöödakoristite kasutamisel võrdse töömahu (400 h) korral jäävad masinatöökulud koos tehnotarvikute kuludega vahemikku 0.25-0.41 kr/kgKA, kusjuures madalamad on kulud kogurhekseldite ja haagiskogurite kasutamisel, nendest suuremad liikurhekseldite kasutamisel ja kõige suuremad kiletunnelpressi kasutamisel. Arvestades juurde ka kulud kindlustuslisanditele on kulud vahemikus 0.35-0.44 kr/kgKA ehk erinevus väiksem - 20% piirides. Kuna selles grupis on küllalt suur erinevus tunnitootlikkuses, siis on mõeldav kulude lähenemine selle kaudu, et loogiliselt võiks võtta haagiskogurite arvestuslikuks töömahuks 300 h ja liikurhekselditel 500 h. Sel juhul oleksid liikurhekseldi masinatöökulud tasemel 0.32 kr/kgKA ja suurel haagiskoguril 0.30 kr/kgKA. Kokkuvõttes tähendab see seda, et kulusid saab optimeerida selle kaudu, et valida sõltuvalt töömahust enim sobiva tootlikkusega koristusmasin või kui selle tootlikkus ületab vajadust, siis otsida võimalust suurendada aasta töömahtu (näiteks teha naabritele teenustööd). Samas tuleb tõdeda, et absoluutne töömahu ja masina tunnitootlikkuse sobitamine ei ole reaalne ja tegelikus tootmises toimub masinapargi uuendamine ja kujundamine ideaalile lähenemise suunas. Pidades esmatähtsaks rohusaagi koristamist tema energeetilise väärtuse ja muude kvaliteedinäitajate seisukohalt kõige optimaalsemal ajal on igati põhjendatud ka teatud võimsusvaru (näiteks vajalikust 20% suurema tootlikkusega masinakett) ettenägemine;

2) keskmise tootlikkusega rohusöödakoristite kasutamisel võrdsel töömahul (200 h) on kolme hoidlasilo valmistamise tehnoloogia kõrval ka rullsilotehnoloogia variant. Masinatöökulud koos tehnotarvikute kuludega jäävad vahemikku 0.29-0.50 kr/kgKA. Kõige väiksemad kulud on haagiskoguri kasutamisel ja suuremad põimmasin rullpress-pallimähkuri kasutamisel, seda tänu suurtele kuludele tehnotarvikutele (võrk, kile). Lisades ka kulud kindlustuslisanditele on ka siin, nagu eelnevas kokkuvõttes, märgatav kulude taseme ühtlustumine tasemel 0.39-0.58 kr/kgKA. Võib täheldada, et nn E-tüüpi masinatel põhineva hoidlasilo valmistamise tehnoloogia kasutamine ei ole enam majanduslikult põhjendatud ja jäämas ajalukku, sest tänapäeval on võimalik leida tunduvalt ratsionaalsemaid silovalmistamise tehnoloogiaid, millised on ka tabelis 2. esindatud. Samas kehtib ka siin eespoolkirjeldatud (töömahu kaudu) masinatöökulude optimeerimise võimalus, mille tulemusel võib kulude määr tehnoloogiavariantide võrdluses tunduvalt ühtlustuda;

3) väikese tootlikkusega rohusöödakoristite kasutamisel võrdsel väikesel töömahul (100 h) on kolme rullsilotehnoloogia ja ühe hoidlasilotehnoloogia võrdluses masinatöökulud koos tehnotarvikute kuluga tasemel 0.41-0.79 kr/kgKA, seda peaaegselt tingituna väikesest töömahust ja rullsilode puhul suurest kulust tehnotarvikutele (võrk, kile). Samas aga on selgelt teistest odavam hoidla/virnsilo valmistamine haagiskoguritega, kus reeglina kasutatakse kindlustuslisandeid ja kulud vaatamata lisandite kasutamisele kokku tasemel 0.51 kr/kgKA, mis oluliselt ei erine suurte ja keskmise suurusega rohusöödakoristite kasutamise kuludest töömahtudel 400 ja 200 töötundi.

Samas on selgelt ebaratsionaalne kasutada rullsilotehnoloogiat variandis 4-masina töö. See tehnoloogia oli kasutusel rullsilo Eestisse jõudmise algaastatel ja selle kasutamine jäänud põhjendatult ajalukku. Eesti tingimustes ei ole põhjendatud ka kilesukkpresse kasutamine, kuna olemasolevad masinad on võimelised oma tootlikkuselt teenindama viit harilikku rullpressi.

Samas on Eestis põhiline orientatsioon hoidla või virnsilo valmistamisele ja rullisilo tuleb peaaesjalikult arvesse põimmasinate rullpress-pallimähkurite kasutamisega keskmistel töömahtudel.

Masintehnoloogiatega ei ole võimalik rohumaade bioloogilist saaki suurendada, küll aga koristada see kas väiksemate või suuremate kadude ja kuludega. Peale selle saab rohusööta odavalt toota ainult korralikult rajatud ja küllaldase saagipotentsiaaliga rohumaadelt. Tuleb arvestada, et kui koristame rohttaimiku hilinemisega arengufaasis, kus selle energeetiline väärtus on madal (<8 MJ ME/kgKA), siis on masinatöökulud sööda energiaühiku kohta 20% suuremad kui optimaalsel ajal koristatud kõrgeväärtusliku saagi koristamisel (>10 MJ ME/kgKA). Masinakett ja selle tootlikkus olgu kooskõlas töömahuga nii, et see võimaldaks rohusaagi koristada optimaalsel ajaperioodil. Samas aga tuleb vältida ka nn “ülemehhaniseerimist”, kus koristusmasinate võimalused ületavad oluliselt vajaliku. Siintoodud arvestuste tulemused on saadud lähtuvalt uute masinate hindadest. Kui masinaketi moodustamisel on ostetud osaliselt kulunud masinaid, mille hinnad on väiksemad uute masinate hindadest, siis on ka masinatöö maksumus tooteühiku kohta väiksem.

Kokkuvõttes ei ole ühegi tehnoloogiavariandi kasutamine, lähtuvalt silo tootmise kuludest, välistatud. Põhikriteeriumiks jääb töömahu ja masinaketi maksumuse ja tootlikkuse kooskõla tingimusel, et rohusööt saaks koristatud rohttaimiku arengufaasis, kus selle energeetiline väärtus ja muud kvaliteedinäitajad on kõige paremad.

Tendentsid rohusilo tootmise tehnoloogiate valikul nüüdisajal on järgmised:

- suurte lüpsikarjadega suurettevõtetes eelistatakse hoidlasilo valmistamist suure tootlikkusega liikurhekselditega, kus valdavalt 3-niitelise koristuse korral kulutatakse ühe niite koristamiseks 7-10 päeva, mis tähendab energeetiliselt ja kvaliteedilt hea silo tootmist.
 - eriti hoogsalt on hakatud ostma ja kasutama haagiskogureid, milliseid pakutakse maaletoojate poolt igale maitsele (haagise mahutavused 23-53 m³), millede hulgast leiavad endale sobiva nii väikese, keskmise ja suure töömahuga (koristuspinna) tootmisettevõtteid.

6.2. Masinatöökulude struktuur ja erikulud

Masinatöö kulude struktuur ja erikulud rohusilo valmistamisel 4 põhikoristusmasina tüübi (liikurhekseldi, kogurhekseldi, haagiskogur ja rullpress) näitel. Kulude struktuuri uurimise eesmärgiks oli selgitada masinatöö kulude suurust enim mõjutavaid faktoreid. Tundes kulude struktuuri on lihtsam teha ratsionaalseid investeerimisotsuseid rohusööda tootmise masinakettide kujundamisel.

6.2.1. Kulude struktuur

Üksikute kuluelementide osakaal kulude struktuuris sõltub nende absoluutväärtusest ja suhtest teiste kuluelementidega. Kõigi vaadeldud tehnoloogiavariantide võrdluses on silmnähtavalt esikohal kulum ja kulud kütusele, mahtudes vastavalt vahemikku 22...28% ja 34...45%. Nendele kuludele järgnevad kulud töötasule 8...12% ja masinate korrashoiuga seotud kulud on 8...13%. Koos sotsiaal- ja ravikindlustusega on töötasuga seotud kulud 11...16%. Aastas makstavad laenuintressid on piirides 4...5,5%. Kulud kindlustusele on 2...2,6% ja määrdeainetele 1,4...2,0%. Masinate hoiukulud jäävad 1,5...2,0% piiridesse. Püsikulude osakaal on 29...38% ja muutuvkuludel 62...71%.

Tabel 4. Masinatöö kulude struktuur rohusilo valmistamisel erinevate põhikoristusmasinate ja masinakettidega								
Näitajad	Liikurhekseldi		Kogurhekseldi		Haagiskogur 40,3/66 m ³		Press- pallimähkur	
Kuluelemendid	Kulud masinatöö tunni kohta ja kulude osakaal							
	kr/h	%	kr/h	%	kr/h	%	kr/h	%
Kulum	1043	23,7	724	21,9	525	28,4	266	27,3
Intress	198	4,5	126	3,8	99	5,4	49	5,0
Hoiukulu	81	1,8	45	1,4	28	1,5	20	2,0
Kindlustus	88	2,0	65	1,9	48	2,6	25	2,6
Püsikulud kokku	1410	32,0	960	29,0	700	37,9	360	36,9
Kütuse maksumus	1850	42,2	1484	45,0	674	36,4	330	33,6
Määrdeõli maksumus	82	1,9	66	2,0	30	1,6	14	1,4
Korrashoiukulud	328	7,5	276	8,4	240	13,0	120	12,2
Masinajuhi töötasu	540	12,3	385	11,7	154	8,3	117	11,9
Sotsiaalmaks ja ravikindlustus	180	4,1	129	3,9	52	2,8	39	4,0
Muutuvkulud kokku	2980	68,0	2340	71,0	1150	62,1	620	63,1
Kulud omal töö, kokku	4390	100	3300	100	1850	100	980	100

Nelja vaadeldava tehnoloogiavariandi keskmise järgi on rohusilo valmistamise masinatöö kulude struktuur järgmine, kusjuures on sihilikult toodud kahe aasta 2004 ja 2005 arvestustes saadud tulemused, mil toimus järsk diislikütuse hinnatõus, et näha selle mõju kulude struktuurile (tabel 5):

Tabel 5. Rohusilo valmistamise masinatöökulude keskmine struktuur, %-s (2004/2005)										
Püsikulud					Muutuvkulud					
kulum	int-ress	hoiu-kulud	kind-lustus	kokku	kütus	määr-dained	korras-hoid	töö-tasu	sotsiaal-ja ravik.	kokku
30/25	6/5	2/2	3/2	41/34	27/39	2/2	12/10	14/11	4/4	59/66

6.2.2. Masinatöö erikulu

Kui jagada erinevate masinakettide erinevate masinate masinatöö tunnikulud nende tootlikkusega saame masinatööde erikulud kr/ha. Masinaketi rakendamise masinatööde erikulu kujunemisel on otsustav tähtsus masinaketi üksikute masinate tunnitootlikkusel, milliste kulude summast see moodustub. Siit tulenevalt võib öelda, et kui meie ei rakenda kõiki abinõusid selleks, et saaks realiseeritud iga koristusmasina tehniline tootlikkus, siis me oleme teinud põhjendamatu investeerimiskulutusi. See tähendab, et kui meil on ebatasane rohumaa, mis vähendab liikumiskiirust töö-eel, kui niiduk niidab ülekasvanud väikese energeetilise väärtusega ja kvaliteediga rohumassi või see on hõre, kogurhekseldid ei ole varustatud piisava arvu haagistega rohumassi hoidlasse veoks sõltuvalt veokaugusest, kui vaalu 1 m haljasmassi kogus ei vasta masina kogumis-peenestamisvõimsusele või hoidlas ei ole piisavalt ruumi ja tallamis/tihendamisevõimsust, mis pidurdab ülejäänud masinaketi tööd, siis väheneb masinaketi tunnitootlikkus ja suureneb masinaketi masinatöö erikulu.

6.2.3. Investeeringute erikulu

Investeeringute erikulude (krooni ha/h kohta) võrdlemisel tuleb rõhutada tunnitootlikkuse tähtsust, sest me teeme investeeringuid ikka teatud tootmisvõimsuse saavutamiseks. Seejuures on eriti oluline vältida nn "ülemehhaniseerimist", kus masinapargi tootlikkus ja selle kujundamisega seotud kulud ei ole kooskõlas vajadusega. Suure tootlikkusega töömasinad on kallid ja nad nõuavad suurema võimsusega traktoreid, mis on samuti oluliselt kallimad ja nende kasutamisega kaasnevad suuremad muutuvkulud, kusjuures sageli masinaketi tootlikkus ei kasva proportsionaalselt tehtavate kulutustega. Investeering on parim, kui masinaketi maksumus

tunnitootlikkuse ühiku (ha/h) kohta on kõige väiksem. Samas tuleb aga silmas pidada, et me ei kujunda reeglina masinaparki ümber täies ulatuses, vaid ikka osade kaupa, arvestades olemasoleva masinapargiga ja liikudes optimaalse lahenduse suunas

Tabelites 1.-3. toodud tootlikkused põhinevad viimaste aastate vaatluste tulemustel erinevates tootmisettevõtetes (talud, osaihingud jt). Tuleb silmas pidada, et siin toodud suurused võivad erineda, sõltuvalt mõne konkreetse tootmisettevõtte töötingimustest ja masinate potentsiaalset tootlikkust mõjutavatest teguritest.

Eelöeldust hoolimata võime üldistatult öelda, et kaasaegsete suure tootlikkusega liikur- ja kogurhekseldite puhul on masinakehi maksumus tunnitootlikkuse ha/h kohta 1500...1800, haagiskoguritel 1400 ja kiletunnelsilo tootmise kaasaegsete masinate rakendamise korral 1500 krooni. Keskmise suurusega haagiskoguritel on see 1200, rullpress-pallimähkuritel 1300 ning väiksemate haagiskogurite kasutamisel 830 krooni ehk suuremate ja keskmistega võrreldes väiksemad.

6.2.4. Töökulu

Töökulu inimitundi ha kohta on seotud masinakehi jõumasinate arvu ja masinate tunnitootlikkusega. Suhteliselt suur (2,5...3,4 h/ha) on töökulu suure tootlikkusega liikur- ja kogurhekseldite kasutamisel, kus rohu haljasmassi hoidlasse veoks on vaja suurt arvu traktorihaagiseid, vastavalt ka masinajuhte. Suur on see rullisilo valmistamisel 4-masina tehnoloogiaga – 4 h/ha. Märkimisväärselt väiksemad on aga rullisilo valmistamise töökulud põimmasina press-pallimähkuri kasutamisel – 1,2 h/ha ja erineva suurusega haagiskoguritega hoidlasilo valmistamisel – 1,6...2,2 h/ha.

Kokkuvõte

Masinatöö kulude struktuuris on püsikuludes esikohal kulum, mis moodustab 25% kulude summast ja koos intressikuludega, mis on seotud nagu kulumgi masinakehi maksumusega, kokku 30%. Muutuvkuludest on seoses kütuse hinna tõusuga kõige suuremad kulud kütusele – 39%. Arvestades asjaolu, et kütuse osakaal kuludes on 39%, siis see rõhutab vajadust kujundada põllumajandusliku tootmisüksuse traktori- ja liikurmasinate park võimalikult vastavalt töömasinate võimsustarbele, mis omakorda peavad vastama olemasolevale töömahule ning võimalusele teha töö agrotehniliselt sobivaimal ajal.

6.3. Aastase töömahu mõju masinatöö erikulule

Allpool tutvustatakse nelja erineva rohusilo valmistamise põhimasinatüübiga (liikurhekseldi, kogurhekseldi, rullpress, haagiskogur) ja nende juurde kuuluvate erinevate masinakettidega rohusilo valmistamise tehnoloogiate masinatöökulusid sõltuvalt aastasest töömahust. Selleks, nagu juba eespool märgitud, et kulud oleksid sisuliselt võrreldavad, on masinatöökuludele liidetud ka tehnoloogiliste tarvikute (kile, võrk, nõör) kulud. Võrdluse aluseks on kulud kaheniitelise koristamise töömahtude alusel, millede arvrida töötundide järgi on 100, 200, 300, 400 ja 500 tundi. Siin ja edaspidi on masinatöökulud, koos kuludega tehnoloogilistele tarvikutele, taandatud rohusilo kuivaine kilogrammile (kgKA).

Kahe niite töömaht ja võimalikud tööpäevade arvud ning tööpäevade pikkused on:

100 h	(5	tööpäeva x 10 tundi x 2 niidet = 100)
200 h	(10	tööpäeva x 10 tundi x 2 niidet = 200)
300 h	(10	tööpäeva x 15 tundi x 2 niidet = 300)
400 h	(12,5	tööpäeva x 16 tundi x 2 niidet = 400)
500 h	(14	tööpäeva x 18 tundi x 2 niidet = 500)

Väiksemate koristuspindade korral on võimalik enamvähem optimaalsel koristusperioodil, milleks on 10 päeva, koristada rohusaak väiksema arvu päevade (5...10) ja lühema tööpäevaga

(näiteks 10 tundi). Suuremate koristuspindade korral aga tuleb pikendada tööpäeva, ja kui sellest ei piisa, siis ka koristuspäevade arvu. Sellega koos on vaja kujundada ka erineval ajal koristusküpsiks saavatest rohuliikidest konveier, et oleks võimalik koristada rohttaimik energeetilise väärtuse poolest parimas arengufaasis.

Samas tuleb märkida, et ka uute masinate hindade arvestuses saadud tulemused tulenevad teatud masinaketi valikust, mistõttu ei ole õige eelpooltoodud arvandmeid käsitleda kui lõplikke, vaid käsitleda neid kui ühte võimalust paljude hulgast.

6.3.1. Liikur- ja kogurhekselditega rohusilo valmistamise masinatöökulud sõltuvalt aasta töötundidest

Masinatöökulude sõltuvus aastast töömahust on esitatud graafiliselt. Vaadates graafikut (joonis 1) näeme, et masinatöökulud vähenevad oluliselt töötundide kasvades. Kõige kiiremini alanevad töökulud töötundide kasvades 100-lt 300-le, erinevates variantides 1,5...2 korda. Edaspidi alanevad kulud juba alanevas tempos. Töömahul 500 ha on kulude erinevus juba võrdlemise väike – jäädes erinevate variantide võrdluses piiridesse 7...27%. Samas võime näha, et kogurhekseldite 200 tunnise töömahu korral on kulude tase võrreldav liikurhekseldite kasutamise kulude tasemega koormusel 500 tundi. See viitab võimalusele valida võrdse kulude tasemega masintehnoloogiate hulgast, vastavalt töömahule, enamsobiv variant. 100 ja 500 töötunni võrdluses on kulud tooteühikule 500 töötunni korral 1,7...2,7 korda väiksemad.

6.3.2. Haagiskogurite ja rullpresside kasutamise masinatöökulud sõltuvalt aasta töötundidest

Haagiskogurite ja rullpresside kasutamise masinatöökulude ühisest graafikust (joonis 2) selgub, et nagu liikurhekseldite ja kogurhekseldite kasutamiselgi, töötundide kasvades, on kulude alanemise tempo kõige kiirem vahemikus 100...300 töötundi, kus kulud alanevad 1,4...1,7 korda. Edaspidi on see märgatavalt aeglasem. 100 ja 500 töötunni võrdluses on alanemine 1,6...2,1 korda.

Vaadates graafiku andmeid võib öelda, et rullisilo valmistamise masinatöökulud on enamvähem vastuvõetaval tasemel alates masinate kasutamise 300 töötunnist, arvestades ka asjaolu, et rullsilotehnoloogias ei lisandu hoidlakulusid ja käesolevas käsitluses ka kulusid säilituslisanditele. Võrreldes aga kgKA tootmise masinatöökulusid haagiskogurite kasutamisel kujunevate kuludega, siis on kulud natuke vähem kui 2 korda suuremad, seda peaaesjalikult seetõttu, et rullsilotehnoloogias on suured kulud kilematerjalile. Samas lisanduvad haagiskoguritega hoidlasilo valmistamisel masinatöökuludele veel kulud säilituslisanditele ja hoidlakulud.

Kokkuvõtteks võib öelda, et töömahul on suur tähtsus masinatöökulude tooteühiku kohta alandamisel, seda masinatöökuludes püsikulude osatähtsuse vähenemise kaudu. Samas aga on suuremate töömahtude korral suurema tootlikkuse ja kallimate masinakettide kasutamine paratamatu, et rohusaak saaks koristatud rohttaimede arengufaasis, millal selle energeetiline väärtus on kõige suurem ja kvaliteet kõige parem.

6.4. Diislikütuse hinnatõusu mõjust rohusilo tootmise masinatöökuludele

Kuigi ei ole teada, kuidas diislikütuse hind lähitulevikus muutub, on siiski huvitav teada, kuidas kütuse hinnatõus mõjutab rohusilo tootmise kulusid 2004/2005 aasta jooksul toimunud kiire hinnatõusu näitel.

Diislikütuse hinnatõus mõjutab rohusilo tootmises kasutatavate traktorite ja liikurmasinate töötunni maksumust alljärgnevalt: 5-lt 7-le kroonile traktoritel 12-16%, liikurmasinatel 5-7%; 5-

lt 9-le kroonile traktoritel 24-32%, liikurmasinatel 10-14%. Siit tulenevalt kallineb ka rohusööda tooteühiku kgKA maksumus erinevate rohusilo tootmisviiside lõikes alljärgnevalt:

- hoidlasilo valmistamisel kütuse hinnatõusul 5-lt 7-le kroonile tõusevad masinatöökulud (koos tehnoloogiliste tarvikute kuluga) 8-11% ja 5-lt 9-le kroonile 15-21%;
- rullisilo valmistamisel 5-lt 7-le ja 5-lt 9-le kroonile on kütuse hinnatõusu mõju väiksem – vastavalt 4-6 ja 7-11% (rullisilo tootmisel on tehnoloogiliste tarvikute kile/võrk osakaal tootmiskuludes suur ~ 50%, siit tuleneval kütuse kulu osakaal väiksem ja kütuse hinnatõusu mõju ka väiksem).

Arvestades asjaolu, et diislikütuse kulu osakaal masinatöö kuludes tõusis vaadeldaval ajaperioodil 27-lt 39-le protsendile, on järeldus ühene, et majanduslikult on tulevikku nendel tehnoloogiatel, mis on teistega võrreldes väiksema energiatarbega.

Samas tuleb märkida, et kuna kõik eelpool esitatud arvestuste tulemused on saadud masinate uute hindade baasil ja lähtuvalt sel ajaperioodil konkreetsetes majandites kasutatud masinakettide näitel, siis on alati võimalus leida kirjeldatuist optimaalsemaid lahendusi, mis võimaldab toota rohusilo väiksemate kulutustega.

6.5. Masinate vajalik arv ja investeeringunõudlus

Rohusöötade koristusmasinate aastane asendusvajadus ja selle maksumus on ümmardatult 160 mln krooni. Jätkuvalt on tendents rohumaade siloks koristamisel rullpresside ja pallimähkurite soetamise kulutuste vähenemisele ja samavõrra tehakse suuremaid kulutusi liikurhekseldite ja eriti haagiskogur-hekseldite ostmiseks. Rohusöötade koristusmasinate pargi uuendamise üldiseks suundumuseks on suurema tootlikkusega ja kallimate masinate soetamine, mis tähendab seda, et masinate vajalik arv väheneb (püsiva töömahu korral) ja summaarne investeeringuvajadus ei muutu.

6.6. Rakendusuuringute tulemuste kasutamise võimalustest

Turumajanduse tingimustes ei toimu uute masinate ja tehnoloogiate tootmisse juurutamine käsukorras. Valik tehakse kogutud informatsiooni alusel. Teaduse osa selles protsessis seisneb võimalikult laiaulatuslikumalt ja erapooletult väga suure arvu uute masinate ja tehnoloogiate hulgast, nende kasutamise või rakendamise agrotehniliste eeliste ja puuduste väljaselgitamises, selle kohta informatsiooni edastamises tootjatele. Kõige kokkuvõtlikumalt antakse hinnang kasutusesolevatele ja uutele tehnoloogiatele masinatöökulude ja tehnotarvikute kulu summa võrdluse kaudu ja vastavasisulise info levitamise kaudu internetis või paberikandjatel. Mida teadlikum on otsustaja, seda optimaalsemad ja ratsionaalsemad on tema valikud. Sellele kaasaaitamine on olnud ka käesoleva uurimisteema käsitlemise ja selle kohta info levitamise peäülesandeks.

Kahjuks puudub metoodika ja muu võimalus saadud põllumajandusliku ja majandusliku efekti kirjeldamiseks, nagu nõuab seda projekti lõpparuande täitmise juhend.

7. Kartulimasinate sobivusuuringud (asedirektor, põllumajandustehnika katselabori juhataja Jaanus Siim)

UURIMISTÖÖ EESMÄRGID

- koostada ülevaade tärklisetootmise taaskäivitamise võimalustest Eestis (koostöös MTÜ-ga “Eesti Kartul”), prognoosida tärklikskartuli tootmiskulusid;
- uurida kartulitootmise tasuvust;
- selgitada kartulimasinate vajadust ja investeeringute mahtusid;

- katsetada uusi kartulikasvatusemasinaid ja -tehnoloogiaid;
- selgitada kartulimugulate vigastumispõhjuseid ja nende vältimisvõimalusi;
- uurida teistes riikides tehtud uurimis-katsetööde ja tehnoloogia saavutusi ning aidata kaasa sobivate siirdamisele Eestisse.

TEGEVUSED ja PÕHITULEMUSED

- 7.1. Koostati ülevaade kartulitärklise tootmisest ja selle korraldusest EL liikmesriikides ning Eestis ja Lätis. Kartulitärklise tootmine on EL-s rangelt reglementeeritud mitmete direktiividega ja toimub kvootide alusel. Kartulikasvatajatele on kehtestatud kompensatsioon iga tärklisetööstusesse viidud tärklisetonni kohta. Igaks majandusaastaks sõlmitakse tärklisetootja ja kartulikasvataja vahel külvieelne konkreetsetele nõuetele vastav leping. Tärklisesisaldus mugulates ei tohi olla alla 13 %, halva ilmastiku korral alla 12,8 %. Kui tärklisetehasele tarnitavas kartulipartiis on alla 28 mm suurusi peenmugulaid 25 % ja enam, vähendatakse tärklisetootja poolt makstava miinimumhinda.
- 7.2. Uuriti Eesti tärklisetööstuste olukorda, selgus, et tärklisetootmine on praktiliselt seiskunud. 2002. a oli jäänud mingil määral tegutsema vaid üks - AS Nurga tärklisetehas Pajusis, kuid tärklis toodeti tühistes kogustes - vaid mõnisada tonni aastas. Ilmselt oli probleemiks tooraine – korraliku kartuli saamine väga madala hinna tõttu. Põhiliselt töödeldi peenkartulit lähiümbruskonnast. Seadmed olid töökorras, kuid tehnoloogia vajas renoveerimist. Vaatuse jooksul suudeti töödelda ca 10 tonni kartulit.
- 7.3. Koostati üldised eeldused tärklise tootmise taaskäivitamiseks Eestis. Tärklisetehase aastajõudlus peaks olema minimaalselt 10 000 tonni, alla selle ei ole majanduslikult otstarbekas ei tehase rajamine ega tärklise tootmine. Sellise koguse tärklise tootmiseks on vaja ligi 60 000 tonni 17 % tärklisesisaldusega kartulit. Kartuli saagikusel 30 t/ha (alla selle on kartulikasvatuse majanduslikkus küsitav) on seega vajalik kartulikasvatuspind 2000 ha. Kartulikasvatuseks, eriti aga kombainkoristuseks sobivaid vähekiviseid kerge ja keskmise löimisega muldadega põlde peaks viljavaheldust arvestades olema seega vähemalt 8000 ha, mis peaksid asuma tehastest ca 50 km raadiuses.
- 7.4. Prognoositi tärklisekartuli tootmiskulud. Tärklisekartuli tootmiskulud saagikusel 30 t/ha kokku olid 2002. a prognoosi kohaselt 23 460...24 460 kr/ha ehk keskmiselt 0,80 kr/kg. Lisades sellele 10 % üldkuluid ja eeldades 10 %-list kasumit, oleks tootjahind olnud ligikaudu 0,96 kr/kg.
- 7.5. Prognoositi investeeringute vajadus tärklisekartuli kasvatamiseks vajalike masinate soetamiseks. Eeldusel et muud üldkasutatavad masinad - traktorid, mullaharimisvæetusmasinad ja taimekaitsepritsid on olemas, on tärklisekartuli kasvatamiseks kaasaegsel tehnoloogilisel tasemel uute kartulimasinade soetamiseks vaja ca 40 miljonit krooni, sellest 4 miljonit kartulipanurite, 1 miljon vahelharimisriistade ja 35 miljonit koristusmasinate ostuks. Garanteeritud saagikuse tagamiseks on vaja vihmutus, mis nõuab täiendavaid investeeringuid. Tärklisekartuli kasvatamisel langeb ära investeeringute vajadus hoidlate ehitamiseks/renoveerimiseks ja hoidlaseadmete (va. laadur-mullaeraldid) soetamiseks.
- 7.6. Koostati ja pandi EMVI kodulehele välja nõuanded masinate ja tehnoloogiate valikuks kartulikasvatuse mehhaniseerimisel. Lähtudes sellest, et kartulit kasvatatakse väga erineva suurusega pindadel, on nõuanded masinate valikuks koostatud eraldi 1, 3, 5, 10 ja üle 20 ha kasvupinna kohta. Vastavalt sellele toodi välja mahapaneku, hooldus-, koristus- ja sorteerimismasinade orienteerivad tootlikkused, aastased töömahud, masinate orienteeriv hind ning investeeringute vajadus ja töö maksumus kahel palgatasemel. Koondina toodi välja tootmiskulud sõltuvalt tehnoloogiast ja saagikusest ning kasum/kahjum sõltuvalt tehnoloogiast, saagikusest ja realiseerimishinnast.
- 7.7. Uuriti kartulikasvatuse tasuvust MTZ-tüüpi ja lääne päritolu traktorite kasutamisel. Tootmiskulud hektari kohta 40 t/ha saagi kasvatamisel ulatuvad MTZ-tüüpi traktorite kasutamisel 50 ja lääne traktorite korral 60 tuhande kroonini. Võrreldes 2001.aataga on

kartulikasvatuse tasuvus vähenenud 16 %. Võrreldes MTZ-tüüpi ja lääne päritolu traktoritega kartulikasvatuse tasuvusi selgub, et viimaste puhul on sõltuvalt masinatesüsteemist tasuvus 17...50 % väiksem, erinevus on suurem väikekasvatajate poolt kasutatavate masinate korral. Lääne traktorite kasutamine õigustab end vaid siis, kui kvaliteetkartuli realiseerimishind on 2,5 kr/kg ja saagikus vähemalt 30 t/ha.

- 7.8. Üldistati šoti tehnoloogia kasutuskogemused ja uurimise senised tulemused, viidi läbi uus tasuvusanalüüs, kokkuvõtlikult on need avaldatud EMVI infolehes nr. 131/2004;
- 7.9. Koostati meetodika ja algoritm, mille abil saab eksperthinnanguna prognoosida kartulikasvatusemasinate arvulist vajadust ning investeringunõudlust lähtudes masinate hindadest, kartuli külvipinna suurusgruppide ja masinaliikidest. Kui kartuli kasvupind oleks näiteks 20 tuh. ha, siis oleks orienteeriv investeringute vajadus kartulikasvatusemasinate soetamiseks 630 milj. krooni, sellest 110 milj. panurite, 55 milj. hooldusriistade, 175 milj. koristusmasinate, 120 milj. sorteeride ja 170 milj. krooni hoidlaseadmete ostuks. Koostatud algoritm võimaldab lihtsalt prognoosida investeringute vajadust ka teise suurusega kasvupinna korral.
- 7.10. Viidi läbi järgmiste kartulimasinate (kokku 20) töövaatlused: vaoader Kverneland UN3800, freesid REEKIE RDR SB2, Grimme GF 90-4 ja HR 3003, kiviseparaatorid Pearson Megastar ja Grimme CS 1700 Combi Star, panurid Kverneland UN 3000+Grimme puhusti, Grimme GL 32B, Grimme GL 34ZS ja 90 cm vaolaiusega Kverneland UN3200, ökoäke "Sine-023E", täiustatud vaheltharimissahk (EMVI väljatöötus), kartulikombainid Grimme SE 75-30 SB, Grimme SE 75-30 UB, Grimme SE 150-60 USB ja 2-realise iseliikuv Dewulf R3000 Mega ning EMVE (Rootsi) võrklinttüüpi kartulisorteerkomplekt (5 fraktsioneerimismoodulit, dosaatorpunker, rullnoppelaud, automaatkaal). Töövaatlustel hinnati eelkõige töö kvaliteeti ja sobivust Eesti oludele. Kartulikombainide juures määrati ka mugulate vigastatust.
- 7.11. Uuriti kartulimugulate vigastumist koristamisel erinevate kombainidega erinevates tingimustes. Soodsates, kivivabades tingimustes, näiteks šoti tehnoloogia korral on võimalik täiusliku kombainiga koristada kartul ilma et mugulad raskelt vigastuksid, kuid kivistel (ca 100 t/ha kombaini tulnud kive) muldadel ulatus raskelt (üle 5 mm sügavuselt) vigastatud mugulate osatähtsus 13 %-ni. Oluliselt võib mugulaid vigastada ümberlaadimistel. Kartuli laadimisel kombainist veokil olevatesse konteineritesse oli põhjakihi mugulatest 9 % raskete vigastustega, pealmises kihis seevastu raskelt vigastatud mugulaid ei olnud. Hoidlasse laadimisel on senini kasutusel vanad jaotur-laadurid TZK-30, mis vigastavad aga ohtralt mugulaid – uurimustest selgus, et raskelt vigastatud mugulaid lisandus kuni 8%. Uute sortide vigastatuse uurimisel selgusid kuni kolmekordsed sortidevahelised erinevused.
- 7.12. Uuriti kartulipõldude mulla kõvadust, selgus, et sügavkobestatud põllul on kartuli juurekava arenguks sobiva kõvadusega (alla 200 N/cm²) mullakihi tusedus vähemalt 40 cm, sügavkobestamata põllul kuni 15 cm ning pöörderibal alla 10 cm; pöörderiba kobestamine kahvelfreesiga ei andnud loodetud tulemust.
- 7.13. Uuriti puutevao laiuse kõrvalekallet kartulipanekul agregaaadi juhtimisel DGPS abil AutoTrac süsteemiga (autopiloodiga) - see jäi 10 cm piiresse, käsitsijuhtimisel ulatusid hälbed aga 15...20 cm-ni. Seega oli autopiloot võrreldes käsitsijuhtimisega vähemalt 5 cm täpsem; autopiloodiga agregaaadi juhtimine on traktoristile oluliselt mugavam.
- 7.14. Valmistati šoti tehnoloogiat tutvustav 10 minuti pikkune video ja EMVI-s välja töötatud vaheltharimisahaga kartulikultivaatori ning Eestis toodetava ökoäkke tööd tutvustavad lühivideod.

Järeldused ja ettepanekud:

- tärglikkartuli kalkulaatiivne tootjahind 2002.aastal saagikusel 30 t/ha oli 0,96 kr/kg. EÜ-ga liitumisel ja kvoodi olemasolul oleks tärglikesisaldusel 17 % miinimumhind ja 100 %-line toetus kokku olnud 0,904 kr/kg ja 25 %-lise toetuse korral 0,64 kr/kg, mis oli tollal

väiksem tärklikekartuli tootjahinnast. Seega ei oleks tärklikekartuli kasvatamine antud konkreetsetel seadusandlikel tingimustel olnud majanduslikult tulutoov ja tärklietootmise taasalustamine seega otstarbekas;

- toidukartuli kasvatus tasuvus sõltub saagikusest ja toodangu realiseerimishindadest. Madalal saagikusel - 20 t/ha - võib kasumit loota vaid kõrgema realiseerimishinna – vähemalt 3 kr/kg - korral ja sedagi põhiliselt MTZ traktorite kasutamisel. Saagikusel 30 t/ha on olukord parem, kuid realiseerimishind 2 kr/kg ei anna lääne traktorite kasutamisel kasumit. Ka saagikusel 40 t/ha ei anna realiseerimishind 2 kr/kg lääne traktorite kasutamisel kasumit. Lääne traktorite tasuvuslävi kartulikasvatuses algab orienteerivalt saagikusest 30 t/ha ja realiseerimishinnast 2,5 kr/kg;
- kartulitootmise kogukuludest moodustab materjalide – seemnekartuli, väetiste ja taimekaitsevahendite maksumus 31...45 %, nende osatähtsus on suurem kõrgema saagikuse ja MTZ traktorite kasutamisel. Ülejäänud kulud on masinatöö maksumus. Tehnoloogiavariantide kulud (kr/ha) erinevad oluliselt: suuremad on need väiksemate – alla 3 ha - tootmismahude ehk siis vähemmehhaniseeritud tootmise korral. Kulud (kr/ha) mullaharimisele, kartuli mahapanekule ja kasvuaegsele vaheltharimisele on ligikaudu ühesuurused nii madala kui kõrge saagi korral. Suuremad kulud kõrgema saagi saamiseks on materjalide suurema maksumuse kõrval tingitud veel koristusest ja koristusjärgsetest töödest;
- kartulimasinade valik on suur ja kasvatajail on võimalik soetada oma tootmistingimustele ja võimalustele hästi sobivad masinad. Töövaatluste põhjal võib aga teha järelduse, et masinate tehniliste ja tehnoloogiliste omaduste kõrval on olulisemad masinakasutaja oskused/teadmised ja see, kuidas masinaid tegelikus töös kasutatakse;
- kartulipõldude hooldamiseks sobivad hästi Eestis toodetav nn ökoäke “Sine-023E” ja EMVI-s välja töötatud vaheltharimissahk. Viimasega on võimalik kartuli vaheltharimisel saada piisavalt mahukas vagu, mis on oluline kõrgete saakide saamisel ja vähendab ühtlasi rohelineks muutunud mugulate osatähtsust. Ökoäkke oskuslik kasutamine kartulipõllu hooldamisel koos EMVI vaheltharimisahaga komplekteeritud vaheltharimiskultivaatoriga võimaldab loobuda pestitsiidide kasutamisest või vähendada seda oluliselt;
- mugulate vigastatuse uurimisel on selgunud, et erinevate sortide mugulate mehhaanilised tugevused erinevad kordades, mistõttu erinevad ka mugulate vigastatused. Nii sordiomanikud kui riiklik sordikatsetus ei anna kartulikasvatajaile sellekohaseid andmeid, mistõttu kartulikasvatajad võivad uue, kuid õrnade mugulate sordid kasvatamisel kanda suuri kahjusid. Vajalik on riiklikel sordikatsetel taastada uute sortide mugulate vigastatavuse hindamine.

KOOSTÖÖ

Koostööleping MTÜ-ga “Eesti Kartul” Põllumajandusministeeriumi poolt tellitud töö “Kartulitöötlemise tööstuse rajamise otstarbekuse väljaselgitamine” täitmiseks.

8. Põllumajandustehnika andmebaas (*teadur Raivo Vettik*)

Uurimistöe eesmärgiks oli koostada põllumajandustehnika andmebaas, mis annaks ülevaate mitmesuguste põllumajandusmasinate ja -seadmete tehnilistest ning kasutamist iseloomustavatest näitajatest. Lisaks võimaldaks sisestatud andmete alusel teostada töötunni maksumuse ja tootluse prognoosimise arvutusi.

Andmebaasi põhilised võimalused:

- andmebaas annab ülevaate nii põllu- kui ka farmitehnikast;

- andmebaasi sisestatud masina kasutamist iseloomustavate näitajate alusel saab leida töötunni maksumuse sõltuvalt aastasest töökoormusest;
- masina tehniliste näitajate alusel saab prognoosida arvutuslikku tootlust erineva põllu kuju, maapinna kalde, kivisuse ja mullagrupi korral;
- andmebaasist on võimalik trükkida paberile põllumajandustehnikat iseloomustavaid tehnilisi ja kasutamist iseloomustavaid näitajaid.

Põhilised tegevused ja tulemused:

- andmebaasi esimest tööversiooni on võimalik alates 01.04.2006 vabalt Internetist aadressilt <http://mail.eria.ee/~info/tsetup.exe> alla laadida;
- koostatud on pdf-formaadis Põllumajandustehnika Andmebaasi kasutusjuhend, milles on esitatud lühiülevaade programmi ülesehitusest ja selgitatud menüüvalikutega seotud põhilisi tegevusi. Kasutusjuhend on vabalt Internetist aadressilt http://www.eria.ee/public/files/PMT_abi.pdf alla laaditav;
- põhjalikum ülevaade Põllumajandustehnika Andmebaasist, töötunni maksumuse ja tootluse prognoosimisel kasutatavatest seostst on avaldatud EMVI Teadustööde Kogumikus LXXI;
- pärast esimese tööversiooni avaldamist EMVI kodulehel on täiendatud ja täpsustatud tootluse prognoosimise algoritmi;
- põllumajandusmasinate/ -seadmete liigituses on hetkel 175 nimetust (vajaduse tekkimisel võib see arv muutuda) ja andmeid on sisestatud 822 masina/seadme kohta (kõige enam on sissekandeid mullaharimismasinate kohta - 278).

Järeldused ja ettepanekud:

Põllumajandustehnika Andmebaas-i programm on kasutatav ja töötab stabiilselt, kuigi vajab veel täiendamist, sest:

- seoses Microsofti operatsioonisüsteemi Vista valmimisega peaks andmebaasi programmi testima ka Vista keskkonnas;
- puudub algoritm osade põllumajandusmasinate tootluse prognoosimiseks ja seetõttu peaks jätkama vastavate algoritmide väljatöötamist;
- osade põllumajandusmasinate/ -seadmete kohta puuduvad sissekanded ja seetõttu peaks tegelema vastavate andmete otsimise ja andmebaasi sisestamisega;
- juba sisestatud põllumajandusmasinate/ -seadmete andmed tuleb üle vaadata ja puuduvaid andmeid sisestada.

9. Projekti raames trükkis avaldatud publikatsioonid

2002

Artiklid ja konverentside ettekannete tekstid rahvusvahelise levikuga retsenseeritavates ajakirjades ja kogumikes:

1. **Bogun, G.** Ocena jakosciova pracymasztn do nawozenia I mozlisovosc zowania plonu (Performance quality criteria of fertilizing machines and their effect upon crop yield and environment), IX International Symposion Ecological Aspects of Mechanization of Plant Production. Institute for Buildings. Mechanisation and Electrification of Agriculture in Warsaw (IBMER). Warsaw September 19-20 , 2002. 21-29.

2. **Богун, Г.** Машины для внесения удобрений и окружающая среда (Fertilizer Spreaders and Environment) Ecology and Agricultural Machinery/Proceeding of 3-th Scientific and Practical Conference Agricultural Application of Electrical Technologies? Mobile Power Units and Machines, Saint- Petersburg, 2002. 231-239.
3. **Bogun, G.** 3. Dealing with the Environmental Impacts of Livestock manure. In books Manure Management Treatment Strategies for Sustainable Agriculture. Second Edition. Silsoe Research Institute, 2002, p 3/1-14.
4. **Nugis, E.,** Loogus, H., **Viil, P.** The change of cellular fluid pH of plant depending on soil compaction/ Proceedings of International Conference on Current Trends in the Research of Soil Environment (Ed. B. Badalikova), ISTRO – Czech Republic, 2-5 October, 2002 (ISBN 80-902436-7-3).- Brno: GRAFEX, 133-138.
5. **Siim, J.** Potato production costs depending on the technology in Estonia. – Abstracts of Papers and Posters 15th Triennial Conference of the EAPR “Potato Today and Tomorrow”, Hamburg, 2002, 54.
6. **Tamm, K.** *Optimisation of cereal growing farm’s machinery operating time/* Proceedings of the 30. International symposium on agricultural engineering: *Actual Tasks On Agricultural Engineering.* –Opatija, Croatia: 2002. -Lk. 67...76.
7. **Viil, P., Nugis, E.** Some aspects of differentiation of soil tillage/ Proceedings of the 3rd Scientific and Practical Conference on Ecology and Agricultural Machinery, June, 5-6, 2002, in three volumes (ISBN 5-88890-018-4), Volume 2.- S.-Petersburg: N-WRIAEE, 2002 , 66-72 (in Russian).

Muud välismaistes väljaannetes avaldatud artiklid ja ettekannete tekstid:

Eesti väljaannetes avaldatud artiklid ja ettekannete tekstid:

8. **Haabpiht, J.** Rohusööda koristamise masinad sõltuvalt masintehnoloogiast. - Raamat “Rohumaaviljelus” – üle antud ja vastu võetud käsikiri, loodetav ilmumisaeg 2003.a., 13 lk.
9. **Haabpiht, J.** Rohusööda tootmise kaasaegsete tehnoloogiate masinatöökulud ja investeringunõudlus. - Raamat “Rohumaaviljelus” – üle antud ja vastu võetud käsikiri, loodetav ilmumisaeg 2003.a., 14 lk.
10. **Haabpiht, J.** Rohusööda tootmise maksumus ja seda mõjutavad tegurid. - Raamat “Rohumaaviljelus” – üle antud ja vastu võetud käsikiri, loodetav ilmumisaeg 2003.a., 11 lk.
11. **Kallas, A.** Kas täppisviljelus on Eestis tasuv? – Maamajandus, 1, 2002, 28-30.
12. **Kallas, A.** Vajame tasemel põllumajandusteadust. - Maamajandus, 5, 2002, 17-18.
13. **Kallas, A.** Põllumajanduse mehhaniseerimise arengustrateegiast. – AASTAVAKK’2003, Kirilille Kirjastus, 2002, 54-55.
14. **Kallas, A.** Maailm: ebaühtliku arenguga põllumajandus. - AASTAVAKK’2003, Kirilille Kirjastus, 2002, 37-38.
15. **Kallas, A.** Eesti Maaviljeluse Instituut teenib põllumehi. - AASTAVAKK’2003, Kirilille Kirjastus, 2002, 114-117.
16. **Kallas, A.** Rapsiseemne kuivatamine. Rapsiseemne käsiraamat (esitatud avaldamiseks).
17. **Karjane, I.** Heinaseemne kombainkoristus. Käsikiri 13 lk A. Benderi koostatavale raamatule "Rohumaaviljelus".
18. **Koik, E.** Huvitu masina tööressursist ehk ära osta põrsast kotis. - AASTAVAKK’2003, Kirilille Kirjastus, 2002, 58-59.
19. **Siim, J.** Kartulipanurid. – Kartulikasvatus (käsiraamat), Tartu, 2002, 242-246.
20. **Siim, J.** Vaheltharimisriistad. - Kartulikasvatus (käsiraamat), Tartu, 2002, 289-292.
21. **Siim, J.** Kartuli koristamine. - Kartulikasvatus (käsiraamat), Tartu, 2002, 292-309.
22. **Siim, J.** Erinevate kartulikasvatustehnoloogiate võrdlev analüüs. - Kartulikasvatus (käsiraamat), Tartu, 2002, 310-314.

23. **Siim, J.** Kartulitootmise mehhaniseerimise võimalused ja nende ökonoomiline analüüs. - Kartulikasvatus (käsiraamat), Tartu, 2002, 325...346.
24. **Siim, J.** Säilitamisviisid. - Kartulikasvatus (käsiraamat), Tartu, 2002, 490-497.
25. **Siim, J.** Hoidlad, nende sisseseade. - Kartulikasvatus (käsiraamat), Tartu, 2002, 498-506.
26. **Viil, P.** Kas adraga või adrata. Aastavakk 2002. lk. 71 -72.
27. **Viil, P.** Kas loobuda kündmisest. Maamajandus. 2002, 01, 23 -24.

Populaarteaduslikud ja ajaleheartiklid:

28. **Haabpiht, J.** Rohusööda tootmiskulud ja nende struktuur. Ajakirja "DLZ Agrarmagazin Sonderheft 12, 2000" refereering. - Hüva Nõu nr. 1, jaanuar 2002, lk 3-4.
29. **Haabpiht, J.** Rohusilo tootmise masinatöökulud ja neid mõjutavad tegurid. - Hüva Nõu nr. 5, mai 2002, lk 5-10.
30. **Haabpiht, J.** Firmade rohaniidukite võrdlus. – Avaldamise ootel nõuandelehes Hüva Nõu, 8 lk.
31. **Karjane, I.** Traktoriostul on oluline eelnev info. - Talu Leht, 2002, nr. 2, 3 ja 4, lk 2,3 ja 4.
32. **Karjane, I.** Tosin soovitus kütusekulu vähendamiseks. - Hüva Nõu, 2002, 3, lk 3.
33. **Karjane, I.** Traktoriostu õnnestumisel on määrav hea info. - Hüva Nõu, 2002, 4, lk 8-10.
34. **Karjane, I.** Müüdid ja tegelikkus diiselmootori tühikäigust. - Talu Leht, 2002, 5, lk 2.
35. **Karjane, I.** Kas rehivist sõltub traktori kütusekulu ja tootlikkus. - Talu Leht, 2002, 5, lk 2.
36. **Karjane, I.** Turbolaadur, mis see on? - Talu Leht, 2002, 6, lk 2.
37. **Karjane, I.** Mida arvestada pruugitud traktori ostul. - Hüva Nõu, 2002, 6, lk 5.
38. **Karjane, I.** Mis kasu on traktori turbolaadurist? - Hüva Nõu, 2002, 11, lk 5-6.
39. **Karjane, I.** Eesti künnimehed maailma paremate hulgas. - Talu Leht, 2002, 10, lk 15.
40. **Karjane, I.** Oludele sobiv rehvi tagab edu. - Hüva Nõu, 2002, 12, lk 8.
41. **Karjane, I.** Kas uus või kasutatud traktor, pikk või lühike kasutusiga. - Talu Leht, 2002, 12, lk 3.
42. **Karjane, I.** Kombainiturg täieneb uute mudelitega. - Talu Leht, 2002, 6, lk 2, 1. osa.
43. **Karjane, I.** Herne koristuskao vähendamise tehnoloogilisi võtteid. - Hüva Nõu, 2002, 6, lk 3-4.
44. **Karjane, I.** Esmatähtis on suurendada kombaini tootlikkust. - Talu Leht, 2002, 7, lk 1.
45. **Karjane, I.** Kombainiturg täieneb uute mudelitega. - Talu Leht, 2002, 7, lk 10, 2. osa.
46. **Karjane, I.** Koristuskulu vähendamine: esmatähtis on kombaini tootlikkuse suurendamine. - Hüva Nõu, 2002, 7, lk 1-2.
47. **Karjane, I.** Teravilja koristuskulule enam tähelepanu. - Hüva Nõu, 2002, 7, lk 2 ja 8.
48. **Karjane, I.** Peenestatud põhu laotusühtlikkus vajab suuremat tähelepanu. - Hüva Nõu, 2002, 7, lk 4-5.
49. **Karjane, I.** Kuidas vähendada saagikadu põuakahjustustega vilja koristamisel. - Talu Leht, 2002, 8, lk 6.
50. **Karjane, I.** Lamandunud vilja koristuskulu on suur. - Talu Leht, 2002, 8, lk 11.
51. **Karjane, I.** Kombainiturg täieneb uute mudelitega. - Talu Leht, 2002, 8, lk 11, 3. osa.
52. **Karjane, I.** Järelvõrsed teevad viljakoristamise keerukaks. - Talu Leht, 2002, 9, lk 12.
53. **Karjane, I.** Kombainide tootlikkus suureneb, arv väheneb. - Talu Leht, 2002, 9.
54. **Karjane, I.** Veel kombainidest. - Hüva Nõu, 2002, 9, lk 5.
55. **Karjane, I.** Eesti künnimehed maailma parimate hulgas. - Talu Leht, 2002, 10.
56. **Koik, E.** Kui palju maksab traktori hooldustöö. Hüva Nõu, nr. 12/2001.
57. **Koik, E.** Traktori töötunni maksumus. Hüva Nõu, nr. 4/2002.
58. **Tamm, K.** Infoleht "I-Taimekaitse" ETKL väljaande Hüva Nõu nr. 3, 2002 lisa.
59. **Viil, P.** Teravilja kasvataja kevadtöödest põllul. - Hüva Nõu, 2002, 3(25), 2.
60. **Viil, P.** Taliteraviljade agrotehnikast. - Hüva Nõu, 2002, 7(29), 5.
61. **Viil, P.** September – tööd põllul. - Hüva Nõu, 2002, 1-2.
62. **Viil, P.** Oktoober – tööd põllul. - Hüva Nõu, 2002, 9(31), 1-2.

Eestis avaldatud kogumikud ja brošüürid:

Muud publikatsioonid: kataloogid, infolehed jm:

63. **Haabpiht, J.** Rohusilo 1 kgKA maksumus söödasõimes. EMVI infoleht nr. 64/2002. - Saku, EMVI, 2002, 14 lk.
64. **Haabpiht, J.** Rohusilo tootmise masintehnoloogiate kapitalimahukuse võrdlemine. EMVI infoleht nr. 66/2002. - Saku, EMVI, 2002, 8 lk.
65. **Haabpiht, J.** Firmade rohaniidukite võrdlus. EMVI infoleht nr. 70/2002. - Saku, EMVI, 2002, 8 lk.
66. **Kallas, A.** Teraviljakuivatite seis, vajadus ja investeeringunõudlus. EMVI infoleht nr 76/2002. – Saku: EMVI, 2002, 4 lk.
67. **Kallas, A.** Teraviljakuivatlad ventileerpunkrite S-50V67 ja shahtkuivatite baasil. EMVI infoleht nr 77/2002. – Saku: EMVI, 2002, 8 lk.
68. **Karjane, I.** Traktoriostul on määrav hea info. EMVI infoleht nr 65/2002. - Saku: EMVI, 2002, 12 lk.
69. **Karjane, I.** Teraviljakombainide areng kulgeb töötötlikkuse ja kombainijuhi töömugavuste suurendamise suunas. EMVI infoleht nr 68/2002. - Saku: EMVI, 2002, 20 lk.
70. **Reintam, A.** Tüükülvitehnika: milline külvimasin? (kommenteeritud tõlge ajakirja "Profi" 2002.a. 8. numbris ilmunud artiklist). EMVI Infoleht nr. 72/2002.

2003

Artiklid ja konverentside ettekannete tekstid rahvusvahelise levikuga retsenseeritavates ajakirjades ja kogumikes:

71. **Bogun, G.,** C.H. Burton, R. Böhl, J. Martinez, H. Menzi, O. Pahl, W. Romanjuk F. Sangiorgi ja teised (2003) 3. Dealing with the environmental impacts of livestock manure. Monograafias C. Burton, C. Turner MANURE MANAGEMENT Treatment strategies for sustainable agriculture, Silsoe Research Institute, Wrest Park, Silsoe, Bedford, UK, 57-97.
72. **Bogun, G.,** C.H. Burton, R. Böhl, J. Martinez, H. Menzi, O. Pahl, W. Romanjuk F. Sangiorgi ja teised (2003) 8. Other treatment methods for manures. Monograafias C. Burton, C. Turner MANURE MANAGEMENT Treatment strategies for sustainable agriculture, Silsoe Research Institute, Wrest Park, Silsoe, Bedford, UK, 321-337.
73. **Bogun, G.,** C.H. Burton, R. Böhl, J. Martinez, H. Menzi, O. Pahl, W. Romanjuk F. Sangiorgi ja teised (2003) 10.1 Emerging strategies in farm waste management. Monograafias C. Burton, C. Turner MANURE MANAGEMENT Treatment strategies for sustainable agriculture, Silsoe Research Institute, Wrest Park, Silsoe, Bedford, UK, 404-410.
74. **Bogun, G.** (2003) Technology for Using Organic Fertilizers and Environmental Protection. Poster abstracts. Preliminary Programme for the International Conference "Greenhouse Gas Emissions from Agriculture - Mitigation Options and Strategies", Institut für Energetik und Umwelt gGmbH (käsikiri).
75. **Kallas, A.** Strategies of Plant Production Mechanization Development for Estonia Becoming a Member of the European Union. – Proceedings of 3rd Research and Development Conference of Central- and Eastern Institutes of Agricultural Engineering, Gödöllő (Hungary), 2003, 15-18.
76. **Nugis, E.,** Kuht, J., **Viil, P.,** Loogus, H. Controlled Traffic Crop Production in Estonia. International Soil Tillage Research Organisation 16 th Triennial Conference Soil Management for Sustainability. 14-18 July 2003 Brisbane, Australia. p. 102.

77. **Nugis, E., Viil, P., Kadaja, J., Müüripeal, M., Võsa, T.** Satellite Navigation Based Precision Farming and Prognostics of Agroecological Consequences. International Soil Tillage Research Organisation 16 th Triennial Conference Soil Management for Sustainability. 14-18 July 2003. Brisbane, Australia. p. 103.

Muud välismaistes väljaannetes avaldatud artiklid ja ettekannete tekstid:

Eesti väljaannetes avaldatud artiklid ja ettekannete tekstid:

78. **Haabpiht, J.** Rohusööda koristamise masinad sõltuvalt masintehnoloogiast. - Raamat "Rohumaaviljelus" – üle antud ja vastu võetud käsikiri, loodetav ilmumisaeg 2004.a., 13 lk.
79. **Haabpiht, J.** Rohusööda tootmise kaasaegsete tehnoloogiate masinatöökulud ja investeringunõudlus. - Raamat "Rohumaaviljelus" – üle antud ja vastu võetud käsikiri, loodetav ilmumisaeg 2004.a., 14 lk.
80. **Haabpiht, J.** Rohusööda tootmise maksumus ja seda mõjutavad tegurid. - Raamat "Rohumaaviljelus" – üle antud ja vastu võetud käsikiri, loodetav ilmumisaeg 2004.a., 11 lk.
81. **Haabpiht, J.** Rohusööda koristusmasinate aastane asendusvajadus Eestis ning müük-ost Soomes aastatel 1999-2001. – Antud avaldamiseks Maamajanduses, 4 lk.
82. **Vesselova, S., Kadaja, J.** 2003. Hinnang Eesti ilmasteenistuse temperatuuri-prognoosidele. Uurimusi Eesti kliimast. Toim. Jaak Jaagus. Publicationes Instituti Geographici Universitatis Tartuensis, 93, 178-194.
83. **Kallas, A.** Eesti taimekasvatus Euroliidus. – AASTAVAKK'2004, 2003, lk 76-78.
84. **Kallas, A.** Rapsiseemne kuivatamine. – Õlikultuuride kasvataja käsiraamat. – Saku, 2003, 91-93.
85. **Kallas, A.** Rapsiseemne tootmiskulud ja omahind. – Õlikultuuride kasvataja käsiraamat. - Saku, 2003, 94-97.
86. **Kallas, A.** Biodiislikütuse tootmistehnoloogia ja omahind. – Õlikultuuride kasvataja käsiraamat. Saku, 2003, 105-115.
87. **Karjane, I.** Traktorite ja teraviljakombainide ost. – Aastavakk'2004, 2003, lk 54-56.
88. **Viil, P.** Teraviljasaagi lootus on hea. - Maamajandus, 2003, 8, 24.
89. **Viil, P.** Söödagaleega uurimistööst Kuusikul. - Maamajandus, 2003, 8, 41.
90. **Viil, P.** Haljasväetist kasutatakse vähe. - Maamajandus, 2003, 10, 26-28.
91. **Viil, P.** Liblikõielised kattevilja alla - Maamajandus, 2003, 11, lk 30-31.
92. **Viil, P.** Vedelsõnnik üllatas. Aastavakk'2004, 2003, lk 82-83.

Populaarteaduslikud ja ajaleheartiklid:

93. **Haabpiht, J.** Toodang võrdluseks! - Hüva Nõu, 2003, 1, lk 6-7. (täiendus artiklile - Hüva Nõu, 2003, 3, lk 7).
94. **Haabpiht, J.** Ketasniidukid niidavad ikka paremini. – Hüva Nõu, 2003, 11, lk 3-6.
95. **Kallas, A.** Põllutöomasinad küsivad miljard krooni. – Messileht, põllumajandus- ja aiandusnäitused 2003, 2003, lk 23.
96. **Karjane, I.** Mõningaid näpunäiteid traktori ja põllutöomasina ostmisel. - Talu Leht, 2003, 3, lk 11.
97. **Karjane, I.** Põllumeeste vananenud traktoripark vajab kiiret uuendamist. - Talu Leht, 2003, 4, lk 13.
98. **Karjane, I.** Mõningaid näpunäiteid traktori, põllutöomasina ostmiseks.- Hüva Nõu, 2003, 5, lk 4-5.
99. **Karjane, I.** Automaatkäigukastiga traktori eelistest ja puudustest. - Talu Leht, 2003, 5, lk 7.
100. **Karjane, I.** Traktorite TOP 10. - Talu Leht, 2003, 6, lk 6.
101. **Karjane, I.** Traktorituru prognoos. - Talu Leht, 2003, 6, lk 6.

102. **Karjane, I.** Veel astmevaba jõuülekanega traktoreist. - Talu Leht, 2003, 7, lk 8.
103. **Karjane, I.** Kas automaat- või manuaalkäigukastiga traktor.- Hüva Nõu, 2003, 6, lk 6.
104. **Karjane, I.** Kombaini tööst sõltub viljakoristuse edukus. - Hüva Nõu, 2003, 7, lk 1-2.
105. **Karjane, I.** Mullused soodsad sügisilmad soosisid viljakoristajat. - Hüva Nõu, 2003, 7, lk 3-4.
106. **Karjane, I.** Vananenud traktoripark vajab uuendamist. - Hüva Nõu, 2003, 7, lk 7.
107. **Karjane, I.** Mullused koristusilmad olid soodsad. - Talu Leht, 2003, 8, lk 11.
108. **Karjane, I.** Kas kasutatud traktori pidamine end õigustab? - Hüva Nõu, 2003, 8, lk 6.
109. **Karjane, I.** Mulda saab vähem tallata. – Talu Leht, 10, lk 7.
110. **Karjane, I.** Ülevaade kombainiturust meil ja mujal. – Talu Leht, 2003, 11, lk 7.
111. **Karjane, I.** Mulla tallamisest vilja koristamisel. – Hüva Nõu, 2003, 11, lk 7.
112. **Viil, P.** Suviteraviljade külvielsest mullaharimisest. - Hüva Nõu, 2003, 3, lk 4.
113. **Viil, P.** Sügisestest mullaharimistöedest. - Hüva Nõu, 2003, 9, lk 5.

Eestis (ka kodulehel) avaldatud kogumikud ja brošüürid:

114. **Karjane, I.** Traktor 2003. EMVI – Saku, 2003, 21 lk.
115. **Karjane, I.** Traktor 21. sajandi künnisel. - Saku, 2003, 110 lk.
116. **Reintam, A.** Mulla pindharimise masinad. – Saku Rebellis, 2003, 109 lk.
117. **Reintam, A.** 4-keelne põllumajandustehnika alane sõnaraamat. – Saku: EMVI, 2003.

Muud publikatsioonid: kataloogid, infolehed jm:

118. **Haabpiht, J.** Hoidlasilo tootmise tehnoloogiate võrdlus ja võimalikud valikud tootjatele. - EMVI infoleht nr 80/2003 - Saku: EMVI, 2003, 10 lk.
119. **Haabpiht, J.** Kas liikurhekseldi või haagiskogur? - EMVI infoleht nr 81/2003 - Saku: EMVI, 2003, 4 lk.
120. **Haabpiht, J.** Rullsiltootmise tehnoloogiate võrdlus - valik tootjatele. - EMVI infoleht nr 84/2003 - Saku: EMVI, 2003, 4 lk.
121. **Haabpiht, J.** Ketasniidukid niidavad ikka paremini. - EMVI infoleht nr 86/2003 - Saku: EMVI, 2003, 10 lk.
122. **Karjane, I.** Traktori maailma lähiaja suundumustest. - EMVI infoleht nr 78/2003 - Saku: EMVI, 2003, 16 lk.
123. **Karjane, I.** Teraviljakombaini peksuaparaadi osast koristuskvaliteedile. - EMVI infoleht nr 95/2003 - Saku: EMVI, 2003, 20 lk.
124. **Koik, E.** Põllumajanduses kasutatavad esi- ja teleskooplaadurid. - EMVI infoleht nr 79/2003 - Saku: EMVI, 2003.
125. **Niinepuu, E.** Künnita taimekasvatus vajab erilist taimekaitset. - EMVI infoleht nr 89/2003 - Saku: EMVI, 2003, 8 lk.
126. **Reintam, A.** Missugune rull sobib kõige paremini? - EMVI infoleht nr 85/2003 - Saku: EMVI, 2003, 11 lk.
127. **Reintam, A.** Viie rippadra võrdlus. - EMVI infoleht nr 87/2003 - Saku: EMVI, 2003, 6 lk.
128. **Reintam, A.** Vedelsõnnik on väärtuslik "jõumahl". - EMVI infoleht nr 88/2003 - Saku: EMVI, 2003, 8 lk.
129. **Reintam, A.** Hüdrauliliste kivikaitseseediste võrdlus. - EMVI infoleht nr 90/2003 - Saku: EMVI, 2003, 4 lk.
130. **Reintam, A.** Tüüpõllu rullrandaal. - EMVI infoleht nr 92/2003 - Saku: EMVI, 2003, 8 lk.

Artiklid ja konverentside ettekannete tekstid rahvusvahelise levikuga retsenseeritavates ajakirjades ja kogumikes:

131. **Kadaja, J.** Tooming, H. Potato production model based on principle of maximum plant productivity. *Agricultural and Forest Meteorology* 127 (1-2), 17-33.
132. **Kadaja, J.**, 2004. Influence of fertilisation on potato growth functions. *Agronomy Research*, 2 (1), 49-55.
133. **Kadaja, J.**, 2004. Kartuli produktsiooniprotsessi dünaamiline mudel ja selle rakendused. *Agraarteadus*, 15 (2), 74-89.
134. **Nugis, E.**, Kuht, J., Viil, P., Müüripeal, M. 2004. Kuidas vältida tootlike masintehnoloogiate negatiivset tallamismõju mullale? (ISBN 9949-10-852-7). Saku: SCA Ecofiller® & Estonian Branch of ISTRO, 165.

Muud välismaistes väljaannetes avaldatud artiklid ja ettekannete tekstid:

135. **Kadaja, J.**, 2004. Water sub-model of a dynamic agroecosystem model and an empirical equation for evapotranspiration. In: H. J. Isemer (Ed.) Fourth Study Conference on BALTEX, Conference proceedings. International BALTEX Secretariat, Pub. No. 29, 184-185.

Eesti väljaannetes avaldatud artiklid ja ettekannete tekstid:

136. **Haabpiht, J.** Põllutöomasinate park on vananenud. - *Maamajandus*, 2004, 3, lk 27-29.
137. **Kadaja, J.** Väetamise mõju hilise kartuli "Anti" kasvufunktsioonidele. – *Agronoomia* 2004. Teadustööde kogumik nr. 219, Tartu, 2004, lk. 73–75.
138. **Kallas, A.** Luua oma tehnoloogiad või arendada tehnoloogiasiret? - *AASTAVAKK'2005*, 2004, lk 70-73
139. **Karjane, I.** Sügis nõokis viljakoristajat. - *Maamajandus*, 2004, 1, 24.
140. **Karjane, I.** Põllumehe traktoripark uueneb. - *Maamajandus*, 2004, 5, 23-24.
141. 4, lk 74-79.
142. **Viil, P.** Kuis teravili tänavu kasvanud on. - *Maamajandus*, 2004, 8, lk 22-23.
143. **Viil, P., Võsa, T.** Kuidas ikkagi maad harida. - *Maamajandus*, 2004, 3, lk 33-34.
144. **Viil, P., Võsa, T.** Teraviljakasvatuse tehnoloogiate agronoomilisi aspekte. – *Agronoomia* 2004. Teadustööde kogumik nr. 219, Tartu, 2004, lk. 31–33.
145. **Viil, P.** Teraviljasaak kasvas hea. - *Maamajandus*, 2004, 11, lk 29-31.
146. **Viil, P.** Põimkülvikute ACCORD T-S ja MSC töö agronoomiline hinnang. - *AASTAVAKK'2005*, 2004, lk 105.

Populaarteaduslikud ja ajaleheartiklid:

147. **Karjane, I.** Teraviljakoristus oma kombainiga või ostetud teenusena. - *Eesti Talu*, 2004, 2, lk 4-5.
148. **Karjane, I.** Viljakoristust alusta õigel ajal. - *Eesti Talu*, 2004, 3, lk 4-5.
149. **Karjane, I.** Huvi rootorkombainide vastu suureneb. – *Talu Leht*, 2004, 1, lk 8.
150. **Karjane, I.** Traktori kütusehinna kallinemine tõstab tunnihinda. – *Talu Leht*, 2004, 2, lk 6.
151. **Karjane, I.** 140 hobujõuline traktor sobib põllutöödeks. – *Talu Leht*, 2004, 2, lk 7.
152. **Karjane, I.** Uute traktorite sobivusuuringud 2003. aastal. – *Talu Leht*, 2004, 4, lk 7.
153. **Karjane, I.** Ülevaade Eesti traktoriturust mullu. – *Talu Leht*, 2004, 4, lk 8.
154. **Karjane, I.** Väiketootjale sobib väike traktor. – *Talu Leht*, 2004, 5, lk 7.
155. **Karjane, I.** Traktori areng kulgeb töömugavuste suurendamise suunas. – *Talu Leht*, 2004, 5, lk 7.
156. **Karjane, I.** "Traktorite imago hinnangud" - *Talu leht*, 2004, 5, lk 7.

Eestis (ka kodulehel) avaldatud kogumikud ja brošüürid:

157. **Nugis, E., Kuht, J., Viil, P., Müüripeal, M.** Kuidas vältida tootlike masinatehnoloogiate negatiivset tallamismõju mullale? - Saku, AS Rebellis, 2004, 165 lk. (*rahastaja sihtasutus Eesti Teadusfond*)

Muud publikatsioonid: kataloogid, infolehed jm:

158. **Haabpiht, J.** Närvutatud rohust silo valmistamise masinaketid Soomes. - EMVI infoleht nr 100/2004, 7 lk.
159. **Haabpiht, J.** Rohu haljasmassi üheaegne niitmine, pressimine, kiletamine - tootlik rohusilo valmistamise viis. - EMVI infoleht nr 98/2004 - Saku: EMVI, 2004, 2 lk.
160. **Haabpiht, J.** Rohusilo tootmise masinate valik. - EMVI infoleht nr 103/2004 - Saku: EMVI, 2004, 11 lk.
161. **Haabpiht, J.** Vilise- ja rohusilo valmistamise masintehnoloogiad Soomes. - EMVI infoleht nr 106/2004 - Saku: EMVI, 2004, 4 lk.
162. **Karjane, I.** Traktoriturg 2004. - EMVI infoleht nr 99/2004, 17 lk.
163. **Karjane, I.** 300 hobujõuliste traktorite võrdluskatsed. - EMVI infoleht nr 107/2004, 10 lk.
164. **Karjane, I.** 90 hobujõuliste traktorite võrdluskatsed. - EMVI infoleht nr 108/2004, 8 lk.
165. **Karjane, I.** Traktorite *Massey Ferguson 4355, 6255, John Deere 6920 S ja Case IH MX 255 Magnum* hinnangud. - EMVI infoleht nr 129/2004, 11 lk.
166. **Reintam, A.** Mullaharimine tüükülviks (1. osa). Üksteist käppkultivaatorit Saksamaa põllumajandusseltsis katsetustel. - EMVI infoleht nr 97/2004 - Saku: EMVI, 2004, 11 lk.
167. **Reintam, A.** Mullaharimine tüükülviks (2. osa). Sügavam mullaharimine - EMVI infoleht nr 105/2004 - Saku: EMVI, 2004, 8 lk.
168. **Reintam, A.** Kas tüüharimisel kasutada käppkultivaatorit või randaali? - EMVI infoleht nr 112/2004 - Saku: EMVI, 2004, 12 lk.
169. **Reintam, A., Siim, J.** Kõrrekoorimine lühirandaaliga ja ladusalt. - EMVI infoleht nr 127/2004, 10 lk.
170. **Siim, J., Viil, P.** Kartulikasvatuse šoti tehnoloogia. - EMVI infoleht nr. 131/2004, 12 lk.

2005

Artiklid ja konverentside ettekannete tekstid rahvusvahelise levikuga retsenseeritavates ajakirjades ja kogumikes:

171. **Bogun, G.** 2005. Reduction of ammonia emission by new slurry application techniques and environment. – Основные итоги и приоритеты научного обеспечения АПК Северо-Востока. Том II. Киров, pp. 147-153 (ISSBN 5-88890-033-8).
172. **Bogun, G.** 2005. Investigation of spreading quality, the losses of fertilizers and environment. – Ecological aspects of mechanization of plant production. XI International Symposium. Warsaw, pp. 50-57 (ISSBN 83-7244-662-8).
173. **Bogun, G., Viil, P.** 2005. Slurry spreading technology and environment protection. – Экология и сельскохозяйственная техника. Том II. Санкт-Петербург, pp. 128-133 (ISSBN 5-88890-035-4).
174. **Saue, T., Kadaja, J.** 2005. Talirukki arengufaasid ja temperatuurisummad. Agraarteadus, XVI-1, lk 44-52.
175. **Siim, J., Viil, P.**, 2005. Economical aspects of stone windrowing technology in Estonia. 16th Triennial Conference of the EAPR European Association for Potato Research EAPR-2005, July 17 to 22 2005, Bilbao, Spain. Abstracts of papers and posters II. P. 556-558.
176. **Siim, J., Viil, P.**, 2005. Evaluation of stone windrowing technology in potato production. Proceedings of the International Conference “New technological processes and investigation methods for agricultural engineering No.10, 2005. p. 51-56.

177. **Vettik, R.**, Möller, H., Asi, M. Consumption Of Direct Labour And Machine Hours With Different Pig Farming Technologies. Proceedings 32. International Symposium on Agricultural Engineering. – Actual tasks on agricultural engineering: Croatia, Opatija, 2005, 483...488.
178. **Viil, P., Võsa, T.**, 2005. Soil loosening depths influence on soil properties and crop yield. Proceedings of the International Conference “New technological processes and investigation methods for agricultural engineering” No.10, 2005. p.25-31.

Muud välismaistes väljaannetes avaldatud artiklid ja ettekannete tekstid:

Eesti väljaannetes avaldatud artiklid ja ettekannete tekstid:

179. **Kadaja, J.** Kartuli lehtede pindtihedus ja selle sõltuvus väetamise tasemest. - Teadustööde kogumik nr 220, Agronoomia 2005, lk 81-83.
180. **Kallas, A.** Veidi terminoloogiat. - Maamajandus 2005, 6, lk 39.
181. **Kallas, A.** Õige kuivati leidmise teejuht. - AASTAVAKK'2006, 2005, lk 106-110.
182. **Karjane, I.** Teraviljakombainide töövaatlused 2004. aastal. - Teraviljafoorum 2005, lk 25-27.
183. **Saue, T., Kadaja, J.**, 2005. Growth Stages of Winter Rye and Accumulated Temperatures. Baltic Horizons, EuroUniversity Series Environment Protection & Ecology, No4 (103), lk 63-78.
184. **Saue, T., Kadaja, J., Järvenoja, S.**, 2005. Comparison of HIRLAM Predicted Soil Moisture with Observed Data in Estonia. Baltic Horizons, EuroUniversity Series Environment Protection & Ecology, No4 (103), lk 79-88.
185. **Viil, P.** Teravilja otsekülv Eestis. - Teraviljafoorum 2005, lk 9-11.
186. **Viil, P.** Kas on mõtet künda? - Maamajandus 2005, 4, 36-38.
187. **Viil, P.** Teraviljade kasvuolud ja saagilootus. - Maamajandus 2005, 8, 17-18.
188. **Viil, P.** Tagasivaade teravilja-aastale. - Maamajandus 2005, 11, 8-9.
189. **Viil, P.** Jätksuutliku viljelustehnoloogia valik. - AASTAVAKK'2006, 2005, lk 104-105.
190. **Viil, P., Võsa, T.** Mullaharimise intensiivsuse mõju mulla seisundile ja monokultuurse odra saagile. - Teadustööde kogumik nr 220, Agronoomia 2005, lk 15-17.
191. **Viil, P.** 2005. Mulla tallamise agrotehnoloogilised aspektid. “Kuidas vältida tootlike masintehnoloogiate negatiivset tallamismõju mullale”. Sihtasutuse Eesti Teadusfond väljaanne, Saku, 2004. lk.80-110.
192. **Viil, P.** 2005. Teravilja otsekülv Eestis. EPKK väljaanne. lk.9-11.

Populaarteaduslikud ja ajaleheartiklid:

193. **Kallas, A.** Eesti Maaviljeluse Instituut on põllumeeste teenistuses. - Eesti Põllumees nr 3-4/6-7 aprill/mai 2005, lk 18-19.
194. **Karjane, I.** Traktoriost õnnestub mitmekülgse teabe toel. - Eesti Põllumees nr 2/5, märts 2005, lk 14-15.
195. **Karjane, I.** Eesti traktoripark: võimsust liiga vähe, vanust jälle liiga palju. Maaleht, nr 15, Messileht, 2005, lk 6-7.
196. **Karjane, I.** Terade vigastamist koristamisel saab vähendada. Eesti Talu nr 2, 2005, lk 7.
197. **Karjane, I.** Kui palju maksab kombaini töötund. Eesti Talu nr 3, 2005, lk 6-7.

Eestis (ka kodulehel) avaldatud kogumikud ja brošüürid:

198. **Bogun, G., Jõgeva, V.** Soovitused vedel- ja tahesõnniku kasutamiseks majandis, tagamaks keskkonnakaitsenõuete täitmise. - Saku 2005.

Muud publikatsioonid: kataloogid, infolehed jm:

199. **Haabpiht, J.** Söötade ja liitri piima tootmiskulud Soomes. - EMVI infoleht 145/2005.
200. **Haabpiht, J.** Erinevate masinakettidega rohusilo valmistamise masinatöökulude analüüs. - EMVI infoleht nr 142/2005.
201. **Haabpiht, J.** Rohusilo tootmise masinatöökulude struktuur ja erikulud. - EMVI infoleht nr 139/2005.
202. **Kallas, A.** Teravilja ja seemnete koristusjärgse töötlemise ja säilitamise (hoiustamise) masinate ja seadmete terminoloogia. - EMVI infoleht nr 176/2005.
203. **Kallas, A.** Kust saab osta kuivatiseadmeid? - EMVI infoleht nr 177/2005.
204. **Kallas, A.** Vali õige kuivati. - EMVI infoleht nr 178/2005.
205. **Karjane, I.** Ülevaade viie teraviljakombaini tööst 2004. aastal. - EMVI infoleht nr 140/2005.
206. **Karjane, I.** Ülevaade viie traktori tööst 2004. aastal. - EMVI infoleht nr 141/2005.
207. **Karjane, I.** Viie astmevaba jõuülekandega traktori võrdluskatsed. - EMVI infoleht nr 143/2005.
208. **Karjane, I.** Traktori kütusekulu väärrib suuremat tähelepanu. - EMVI infoleht nr 147/2005.
209. **Karjane, I.** Rootorpõhupuisturiga kombaini katsetulemustest. - EMVI infoleht nr 150/2005.
210. **Karjane, I.** Teraviljakombaini Massey Ferguson 7274 Cerea katsetulemustest. - EMVI infoleht nr 153/2005.
211. **Karjane, I.** Rootorpõhupuisturiga kombaini John Deere 9780i katsetusest. - EMVI infoleht 154/2005.
212. **Karjane, I.** Traktoriturg 2005. - EMVI infoleht 160/2005.
213. **Karjane, I.** Kuidas kontrollida viljakoristuskadu. - EMVI infoleht 161/2005.
214. **Reintam, A.** 14 vihjet vedelsõnnikulaoturi ostul. - EMVI infoleht nr 151/2005.
215. **Reintam, A.** Põllumajandustehnika verstepostid. - EMVI infoleht nr 152/2005.
216. **Reintam, A., Siim, J.** Annustamine ja ketasseemendid - tehnika ja töö kvaliteet. - EMVI infoleht nr 162/2005.
217. **Reintam, A., Siim, J.** Traktorirehvidest. - EMVI infoleht nr 169/2005.
218. **Reintam, A., Siim, J.** Mispärast rullid jälle moes on. - EMVI infoleht nr 171/2005.
219. **Reintam, A., Siim, J.** Elektronpuhtimine on kasutatav ka mahetootmises. - EMVI infoleht nr 172/2005.
220. **Reintam, A., Siim, J.** Kõrrekoorimisest Saksamaal. - EMVI infoleht nr 179/2005.
221. **Viil, P., Võsa, T.** Liblikõielised haljasväetised. - EMVI infoleht nr 148/2005.

2006**Artiklid ja konverentside ettekannete tekstid rahvusvahelise levikuga retsenseeritavates ajakirjades ja kogumikes:**

222. **Bogun, G.** (2006) *Okružajušaja sreda i tehnišeskie sredstva židkih organišeskih udobrenii*. Warsaw Agricultural University, Faculty of Production Engineering XII International Symposium "Ecological aspects of mechanization of plant production", Warszawa, p. 59-63 (ISBN 83-7244-765-9).
223. **Bogun, G., Viil, P.** (2006) Technology for Using Organic Fertilizer and Environmental Protection. Warsaw University of Technology. Institut of Mechanical Engineering in Plock. The X International Symposium. Problems of Construction and Exploitation of Agricultural Machinery and Equipment, Plock, Poland, p. 41-42 (ISBN 83-924500-0-0).
224. **Kadaja, J.** 2006. Reaction of potato yield to possible climate change in Estonia. – In: Book of proceedings. Part I.: IX ESA Congress 4-7 September 2006 Warszawa, Poland. (Eds.:

- M. Fotyma, B. Kaminska). Pulawy–Warszawa: European Society for Agronomy - Polish Society for Agronomy, Bibliotheca Fragmenta Agronomica, 11, 297 - 298.
225. **Kadaja, J.** 2006. Dependence of growth functions and leaf area parameters on fertilization of potato crop.– In: Book of proceedings. Part I.: IX ESA Congress 4-7 September 2006 Warszawa, Poland. (Eds.: M. Fotyma, B. Kaminska). Pulawy–Warszawa: European Society for Agronomy - Polish Society for Agronomy, Bibliotheca Fragmenta Agronomica, 11, 131 - 132.

Muud välismaistes väljaannetes avaldatud artiklid ja ettekannete tekstid:

Eesti väljaannetes avaldatud artiklid ja ettekannete tekstid:

226. **Bogun, G., Jõgeva, V.** 2006. Keskkonnasobilike väetusmasinate väljatöötamine Eesti Maaviljeluse Instituudis. – EMVI teadustööde kogumik nr 71 *Taimikasvatus*, Saku, lk 71-84.
227. **Kadaja, J.** 2006. Kartuli mudeli parameetrid erinevatel väetatuse tasemetel. – EMVI teadustööde kogumik nr 71 *Taimikasvatus*, Saku, lk 137-152.
228. **Kallas, A.** 2006. Eesti Maaviljeluse Instituudi tegevus aastail 2002–2006. – EMVI teadustööde kogumik nr 71 *Taimikasvatus*, Saku, lk 7-30.
229. **Kallas, A.** 2006. Viljakuivati valiku alused. – EMVI teadustööde kogumik nr 71 *Taimikasvatus*, Saku, lk 153-162.
230. **Kallas, A.** 60 aastat uurimistööd - Maamajandus 2006, 11, lk. 46-47.
231. **Karjane, I.** 2006. Teravilja kombainkoristusalasest uurimistööst Eestis. – EMVI teadustööde kogumik nr 71 *Taimikasvatus*, Saku, lk 163-168.
232. **Koik, E.** Kuidas tootmiskulusid ja tasuvust arvatati. - Maamajandus 2006, 11, lk. 5-6.
233. **Saue, T., Kadaja, J.** 2006. Percomeetri abil saadud tulemusi mulla niiskuse ja koostise määramisel. – EMVI teadustööde kogumik nr 71 *Taimikasvatus*, Saku, lk 247-256.
234. **Saue, T., Kadaja, J., Nugis, E.** 2006. Mulla dielektrilise läbitavuse mõõtmisel saadud tulemusi. *Publicationes Geophysicales Universitatis Tartuensis*, 50. (Toim. M. Kaasik & P. Post). Tartu Ülikooli ilmade observatooriumi 140. juubeli konverentsi ettekanded (ISSN 1736-4159; ISBN 9949-11-328-8). Tartu: TÜ Kirjastus, 155-160.
235. **Siim, J.** 2006. Kartulikasvatuse tasuvus. – EMVI teadustööde kogumik nr 71 *Taimikasvatus*, Saku, lk 257-262.
236. **Siim, J.** (koostaja) 2006. Põllundusmasinate ja -seadmete maaletoojad ja valmistajad. - *Uuenduslikud võimalused teraviljakasvatuses*. Saku, lk 70-87.
237. **Tamm, K., Vettik, R.** 2006. Põllumajandustehnika andmebaas. – EMVI teadustööde kogumik nr 71 *Taimikasvatus*, Saku, lk 271-274.
238. **Viil, P.** Adrata viljeluse mõju saagile. - Maamajandus 2006, 4, lk. 10-12.
239. **Viil, P., Võsa, T.** 2006. Diferentseeritud põhimullaharimise mõju põllukultuuride saagile. – EMVI teadustööde kogumik nr 71 *Taimikasvatus*, Saku, lk 315-326.
240. **Viil, P.** 2006. Põimagraatidega mullaharimise mõju talivilja saagile. - *Uuenduslikud võimalused teraviljakasvatuses*. Saku, lk 47-56.
241. **Viil, P.** Viljelusvõistlus annab häid kogemusi. - Maamajandus 2006, 10, lk 10-12.
242. **Viil, P., Võsa, T.** 2006. Põimagraatidega mullaharimise mõju odra saagile. - *Uuenduslikud võimalused teraviljakasvatuses*. Saku, lk 57-65.
243. **Võsa, T.** 2006. Mullaharimismasinate tehnilised andmed. - *Uuenduslikud võimalused teraviljakasvatuses*. Saku, lk 7-11.

Populaarteaduslikud ja ajaleheartiklid:

244. **Kallas, A.** 60 aastat taimekasvatuse uurimusi Eesti Maaviljeluse Instituudis. - Eesti Põllumees nr 19/22, november 2006, lk 12-13.

245. **Siim, J.** Taimekaitsepretside tehniline kontroll - kas ainult seaduse pärast? - Eesti Põllumees nr 12/15, veebruar 2006, lk 16.

Eestis (ka kodulehel) avaldatud kogumikud ja brošüürid:

246. EMVI teadustööde kogumik LXXI (71). TAIMEKASVATUS. - Saku, 2006.
247. **Kallas, A.** (koostaja). Eesti Maaviljeluse Instituut 1946 - 2006. - Saku, 2006.
248. Tooming, H., **Kadaja, J.** (Koostajad) 2006. Eesti lumikatte teatmik – Handbook of Estonian snow cover. – Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituut & Eesti Maaviljeluse Instituut, Tallinn-Saku, 504 lk.
249. **Viil, P., Võsa, T., Siim, J., Koik, E.** Uuenduslikud võimalused teraviljakasvatases. - Saku, 2006.

Muud publikatsioonid: kataloogid, infolehed jm:

250. **Haabpiht, J.** Veelkord rohusilo tootmise masinatöökulude struktuurist ja erikuludest. - EMVI infoleht nr 180/2006.
251. **Haabpiht, J.** Rohusöötade koristustehnika arengu trendid. - EMVI infoleht nr 181/2006.
252. **Karjane, I.** Traktoriturg 2006. - EMVI infoleht nr 182/2006.