

MUSTIKA VILJELEMISTEHNOLÓGIA FREESTURBAVÄLJADELE RAJATUD ISTANDIKES

Lemmik Käis

Eesti Maaülikool

Abstract. *The lowbush bilberry growing technology on the beds in exhausted milled peatfields. Application of a modern machine cultivation technology in founded plantations. A given characteristics of technology to forming relief of plantation surfaces to beds and technotracks. Development of machine cultivation technology in established and used bilberry plantations. Analyze bases to the comparative method of appraisal for manually and with berry harvester. Applied plant cultivation technology in use on the rejuvenation plants, pruning, fertilization, crop protection and harvesting berries. To determine operating costs of machines are use solution methods by authors (Linnas, Möller etc.) and a personal, and berry farmstead farmer experiences.*

Keywords: *bilberry machine cultivation technology, bed of bilberry, technotrack, rejuvenation, fertilization, plant protection, berry harvester*

Sissejuhatus

Uurimustöö eesmärk on töötada välja mustika masinviljelustehnoloogia, mille rakendamine aitab vähendada tööde ajakulu ja saagikusele tehtavaid kulusi, freesturbaväljade rajatud istandikes.

Ammendunud freesturbaväljade rekultiveerimine rabakultuuride mustika- ja jõhvikakasvatustandusteks on praegu Eestis aktuaalne. Mustika masinviljelustehnoloogial põhinev uudne taimeviljelemistehnoloogia on kaasaegne mehhaniseeritud tehnoloogiline protsess, mida Eestis varem rakendatud ei ole.

Ammendatud turbaväljad on tekkinud aladele, kus tööstuslik turbatootmine on lõpetatud. Uute turba-maardlate kasutusele võtmisel rajati turbapinnase kihtidega kaetud aladele liigniiskuse ärajuhtimiseks kuivenduskraavide võrgustik ja turbavaalude õhustamiseks, kuivendamiseks tehnoloogilised vesivaod (avatud drenid). Varem tööstuslikul tootmisel kasutusel olnud turbatootmistehnoloogiad ei näinud ette jääkturba kihtidest kujundatavaid, vajalikke pinnavorme võimalike rabakultuurmarjade kasvatamiseks. Masinviljelustehnoloogia olulisest seisukohast lähtuvalt on jäetud tasan-damata freesturba kihid, mis kujundavad planeeritud pinnareljeefi peenardeks. Johtuvalt nendest puudustest on masinviljelustehnoloogia ehk mehhaniseeritud töö-protsesside rakendamine raskendatud ning komplekselt vajab lahendust maa- ja masinate otstarbekas kasutus.

Vee- ja tuuleerosioon ning taime enda kasvamiseks turbapinnasest võetud toitainete kogused tingivad turba kulumise, mille tagajärjel tekkivad mustikataimedele juurmättad. Viimaste tekkimine on vältimatu looduslik protsess, millega kaasnevad pinnareljeefi muutused ja mis omakorda raskendavad masinviljelustehnoloogial põhinevaid tööoperatsioone.

Masinviljelustehnoloogia käigus võivad tekkida taimevarte, lehistiku, marjade muljumised ja nende vältimisel tuleb hoolikalt valida liikur- ja töömasinad. Raskusjõu mõjul vajuvad kasutatavad masinad ratastega pinnasesse, mis väljenduvad pinnase reljeefi häiringu-tena. Vältimaks ulatuslikke taimede ja pinnase kahjustusi, mida võivad masinad tekitada, on vaja optimeerida peenarde laius, tehnoradade arv, liikur- ja töömasinad ning nende liikumisskeemid. Lähtudes masinviljelustehnoloogia optimeerimise valiku tulemustest, tuleb valida hinda ja kvaliteeti arvestav väiketehnika.

Metoodika

1. Istandiku masinkoristuseks ettevalmistamine ja tehnoloogilised variandid

1.1. Kolme tehnorajaga variandi puhul võiks peenarde laiused olla $B_1 = 2,0$ m ja $B_2 = 4,0$ m (joonis 1 – VARIANT I); sellisel juhul istutatakse taimed maha sammuga $1,0 \times 1,0$ m; tehnoradade laius $B_t = 2,0$ m; pealtväetamine (liikumisskeem 1) toimub $B_1 = 2,0$ m laiusel peenral ühe töökäiguga ja $B_2 = 4,0$ m laiusel peenral kahe töökäiguga; vedelväetise andmiseks ja taimekaitseks (liikumisskeem 2 – ülekatega liikumine) kasutatakse pritsi töölaieuga $6,0$ m, mis liigub tehnorajal; saagi koristamiseks (liikumisskeem 3) võib valida masina haardelaiusega $B_m = 1,0$ m ja mis liigub süstikuliselt, alustades tehnoraja poolsest servast, koristamise ajal liigub tehnorajal marjakaste koguv masin, näiteks rabaliikur.

1.2. Kahe tehnorajaga variandi puhul võiks peenarde laiused olla $B_1 = 3,6$ m ja $B_2 = 7,2$ m (joonis 2 – VARIANT II); sellisel juhul taimed istutatakse maha skeemiga $0,9 \times 0,9$ m; tehnoradade laius on $B_t = 1,8$ m; pealtväetamine (liikumisskeem 1) toimub $3,6$ m laiusel peenral ühe ja $7,2$ m laiusel peenral kahe töökäiguga; vedelväetise andmiseks ja taimekaitseks (liikumisskeem 2) kasutatakse pritsi töölaieuga $9,0$ m, mis liigub tehnorajal; saagi koristamiseks (liikumisskeem 3) võib valida masina haardelaiusega $B_m = 0,6$ või $0,9$ m, mis

liiguvad süstikuliselt, alustades tehnoraja poolsest servast, koristamise ajal liigub tehnorajal marjakaste koondav masin, näiteks rabaliikur.

1.3. Kahe või kolme virtuaalse tehnorajaga variandis teostatakse (joonis 1 ja 2) kõik agrotehnoloogilised põlluharimistööd ja peenra geomeetriselised tunnussuured samamoodi kui kahe esimese variandi korral. Taimestikute muldaistutamise samm varieerub reas $a = 0,9 - 1,0$ meetrit ja ridadevaheline kaugus $b = 0,9 - 1,0$ meetri vahel.

Mustikataimedele esimesel 6–7 aastal teostatakse pritsimis-, väetamis-, rohimis- ja harvendustööd enamjaolt käsitsi või võimalusel ATV-ga. Saak koristatakse motoplokk-marjakoristiga või käsitsi ja rabaliikuri abil. Eeldades, et ATV-tüüpi mootorsõidukite ratastevaheline laius ja kliirens võimaldavad nimetatud töodel kasutada taimedevahelisi reavahesid, kahjustamata oluliselt mustikataimi ja marju.

Sellisel mustika taimeviljelemistehnoloogia kohaselt tehakse 8–9 aastal harvendustööd, kui põõsad on enamvähem kokku kasvanud ja moodustanud ühtlane „taimevaip“. Varakevadel märtsis-aprillis niidetakse

mustikataimedel maapealsed varred juurealgeteni maha käsitrimmeri, rootorniiduki või purustiga. Seejärel koristatakse käsitrimmeri või rootorniidukiga niidetud taimevarred peenardelt. Niitmisele järgneval 2–3 aastal rajatakse marjapõllu peenardele mustika masinviljelustehnoloogia juurutamiseks vajalikud virtuaalsed tehnorajad. Virtuaalsete tehnoradade rajamise põhieesmärk on suunatud masinate kasutajatele orienteerumisel marjapõllul märgitud sihile. Siht märgitakse peenardele lipukestega, kasutades selle asukohta määramisel mõõdulinti või põllumehe mõõtesirkli. Lipukestega märgitud tehnoradadelt niidetakse marjavarred vastavalt valitud variantidele I või II (joonis 1 ja 2).

Kõrgemate mätaste tasandamisel on ainuke käsitsi teostatav protsess, mis seisneb põõsa labidaga ümberingi lahti lõikamisel, liigse pinnase eemaldamisel ja seejärel tihendamisel. Taolise tööprotsessi tulemusel on suhteliselt väike võimalus vigastada mustikataime juurekava. Taoline tehnoloogia abil on võimalik oluliselt madaldada ja tasandada kõrgemaid taimemättaid.

Tehnoloogiavariantide andmete võrdlused on esitatud tabelis 1.

Tabel 1. Tehnoloogiavariantide andmete võrdlus masin- ja käsikoristusel
Table 1. Comparison of machine harvesting and handpicking

Objekti tunnussuurus	VARIANT I	VARIANT II	VARIANT III
Tehnoradade arv	3	2	2 või 3
Kuivenduskraavide samm B, m	20,0	20,0	20,0
Tehnoraja laius B _t , m	2,0	1,8	1,8 või 2,0
Mustikapeenra laius B ₁ , m	2,0	3,6	2,0 või 3,6
Mustikapeenra laius B ₂ , m	4,0	7,2	4,0 või 7,2
Kaitsesooni laius B ₀ , m	0,5	0,5	0,5
Tehnoraja sügavus h ₂ , m	0–0,3	0–0,3	–
Mustikapeenra pikkus L, m	280	280	280

Tulemused ja arutelu ning järeldused

1) Masinapargi komplekteerimine mustika masinviljeluseks algab tehnoloogilise skeemi valikust, millesse kuuluvad:

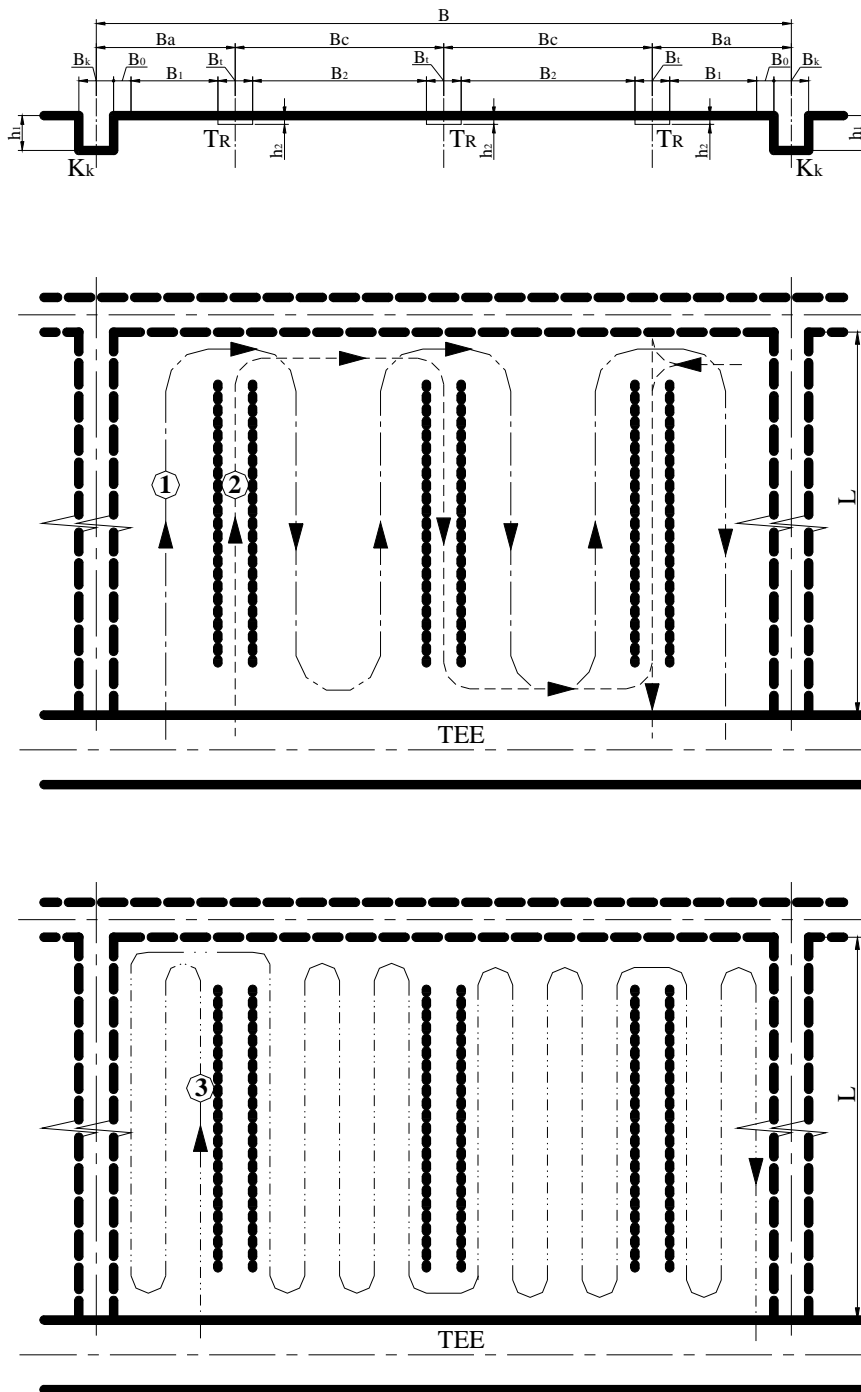
- mustikapeenra profiili valik;
- mustikapeenra laiuse valik;
- teeninduskäikude ehk tehnoradade olemasolu ja arv;
- liikumisviisi valik;
- masinate valik tootlikkuse järgi.

2) Virtuaalsete tehnoradadega tehnoloogiline variant erineb kahe või kolme tehnorajaga tehnoloogia korral:

- peenardevahelistele aladele ei rajata peenardest madalamaid tehnoradasid;
- virtuaalsetel tehnoradadel liiguvad masinad toetuvad mustikajuuredest läbipõimunud pinnasele, mis on oluliselt suurema pinnase kõvadusega;

- virtuaalsed tehnorajad on tolmuvabad, samuti on võimalik muuta tehnoradade arvu ja asukohta;
 - marjapõllu kasvupinna parem kasutus, mis samuti võimaldab kasutusele võtta varem rajatud mustikaistandused.
- 3) Töömasinate valik toimub järgmise skeemi järgi:
- valida sobiv töölaius (sõltub põllu parameetritest ja konfiguratsioonist),
 - valida sobiv materjali mahuti (veepaak, väetise punker, külvisekast jne – sõltub masina töölaiusest ja ee pikkusest);
 - valida sobiv tööorgan (pihusti, pump, korjeorgan jms – sõltub materjali normist pinnauhikule, kinemaatikast ja masina liikumise kiirusest);
 - kontrollmõõteriistad;
 - juhtimisseadmed;
 - hooldusseadmed;
 - keskkonnaohutus.

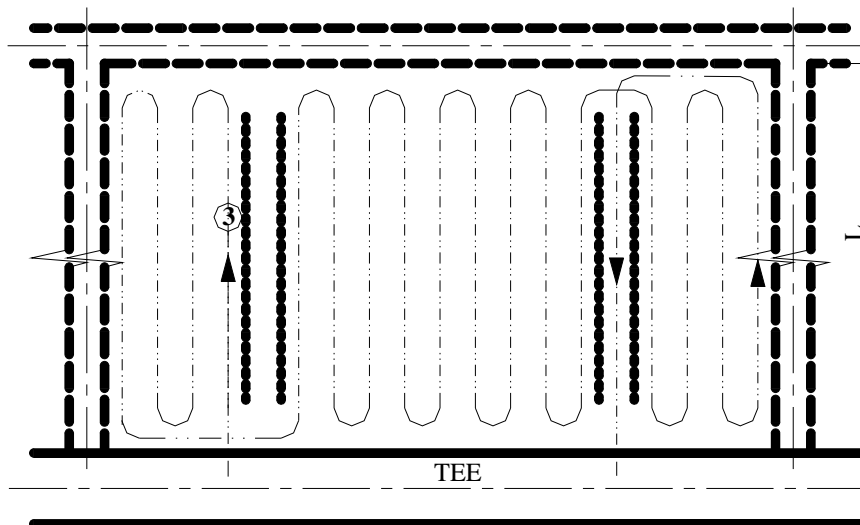
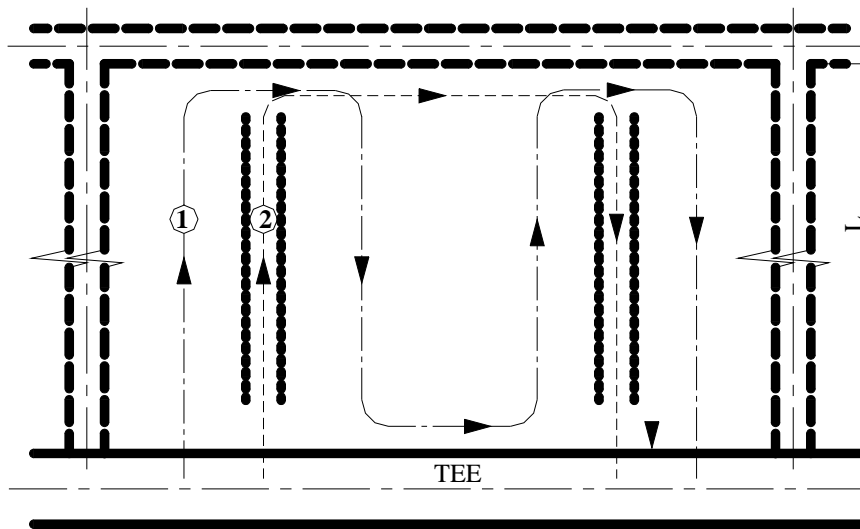
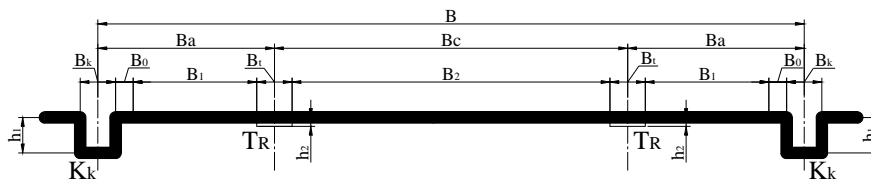
VARIANT I



Joonis 1. Tehnoloogiaskeem kolme tehnoraja korral: K_k – kuivenduskraav; T_R – tehnorada; B – kuivenduskraavide samm; B_1 – mustikapeenra laius; B_2 – mustikapeenra laius, $B_2=2B_1$; B_k – kuivenduskraavi laius; B_t – tehnoraja laius; B_0 – kaitsesoon; L – mustikapeenra pikkus; h_1 – kuivenduskraavi sügavus; h_2 – tehnoraja sügavus; 1 – väeturi liikumistrajektor; 2 – pritsi liikumistrajektor; 3 – koristusmasina liikumistrajektor

Figure 1. Technology scheme with three technotracks: K_k – drain; T_R – technotrack; B – interval of drains; B_1 , B_2 – width of bilberry bed, $B_2=2B_1$; B_k – width of drain; B_t – width of techotrack; B_0 – protective zone; L – length of bilberry bed; h_1 – depth of drain; h_2 – depth of technotrack; 1 – work route of fertilizer; 2 – work route of sprayer; 3 – work route of harvester

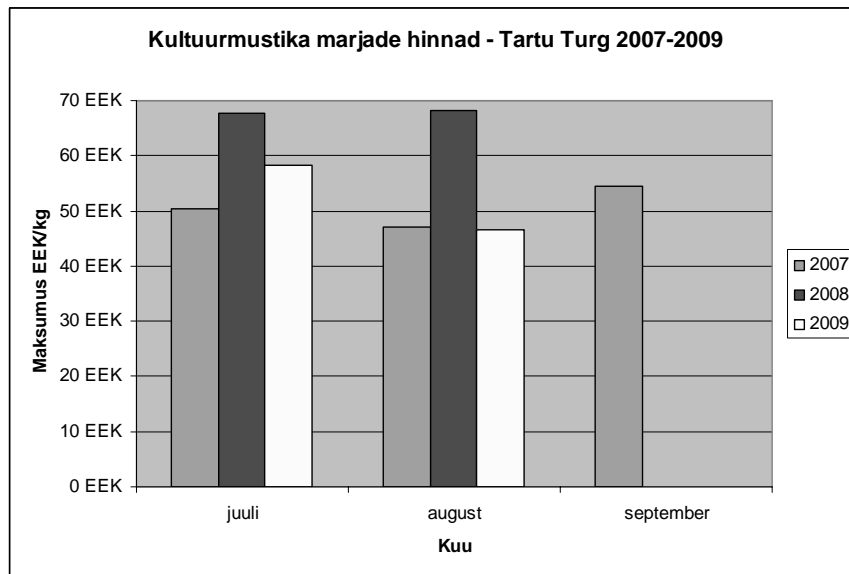
VARIANT II



Joonis 2. Tehnoloogiaskeem kahe tehnoraja korral: K_k – kuivenduskraav; T_R – tehnorada; B – kuivenduskraavide samm; B_1 – mustikapeenra laius; $B_2=2B_1$; B_k – kuivenduskraavi laius; B_t – tehnoraja laius; B_0 – kaitsesoon; L – mustikapeenra pikkus; h_1 – kuivenduskraavi sügavus; h_2 – tehnoraja sügavus; 1 – väeturi liikumistrajektor; 2 – pritsi liikumistrajektor; 3 – koristusmasina liikumistrajektor

Figure 2. Technology scheme with two technotracks: K_k – drain; T_R – technotrack; B – interval of drains; B_1, B_2 – width of bilberry bed, $B_2=2B_1$; B_k – drain width; B_t – width of technotrack; B_0 – protective zone; L – length of bilberry bed; h_1 – depth of drain; h_2 – depth of technotrack; 1 – work route of fertilizer; 2 – work route of sprayer; 3 – work route of harvester

- 4) Kuna kõik Eestis freesturbaväljad on kujundatud kui-venduskraavide sammuga 20 m, siis tuleks valida kahe tehnoarajaga tehnoloogiavariant (VARIANT II, joonis 2) ja sellele sobivad masinad. Väeturi, pritsi ja niiduki vedukiks võib valida ATV, kusjuures ATV mootori töömaht peab olema vähemalt 450 cm³.
- 5) Rando Värniku (2005) uurimustest on selgunud, et kultuurmustika tootmise omahind sõltuvalt toodangust oli 2004. aastal vahemikus 14–29 kr kg⁻¹. Seega, kui kasum muutub tühiseks, on loogiline, et tuleb arenevat tootmisharu moderniseerida ja kasutusele võtta uus tehnoloogia.
- 6) Mustikamarjade ühe kilogrammi keskmine turuhind Lõuna-Eestis (Tartu turg) oli aastatel 2007–2009 (juuli-august) vahemikus, mille väärtused on toodud diagrammil (joonis 4).
- 7) Mustikaviljelemise erikulu mõjutab kõige rohkem koristus. Masin- ja käsikoristuse võrdlus on toodud tabelis 4. Tabelist 4 nähtub, et käsikoristuse erikulu on ca 15 korda suurem masinkoristuse erikulust. Toodud olemasolevatest andmetest nähtub, et käsikoristus on vähem rentaabel ja ei sobi suurtootmiseks. Seega käsiviljeluse korral puuduvad praktilised võimalused investeerida istandiku hooldusesse, väetistesse, taimekaitsevahenditesse jms.



Joonis 3. Kultuurmustika marjade hinnad Tartu turu andmetel ajavahemikes 2007–2009

Tabel 4. Masin- ja käsikoristuse võrdlus

Tunnussuurus	Masinkoristus (koristi + ATV)	Käikoristus (1 korjaja)
Tootlikkus, kg/h	300	5 (max)
Inventari maksumus, kr	270 000	100
Amortisatsioon, kr kg ⁻¹	0,375	0,05
Kütuse kulu, kr kg ⁻¹	0,163	–
Tööjõukulu, kr kg ⁻¹	0,709	19,0
Administreerimiskulu, kr kg ⁻¹	0,020	0,40
Koristamise erikulu, kr ⁻¹ kg	1,267	19,45

Käikoristus on suurtootmise tingimustes ebaefektiivne. Ainus mõistlik lahendus on masinkoristuse kasutuselevõtt.

Kasutatud kirjandus

- Olt, J., Käis, L. 2006. Kinematics of the working unit of the blueberry harvester. – *Journal of Agricultural Science*, pp. 101–105.
- Haabpiht, J., Irman, E., Jakobson, A., Kaarmäe, A., Kallas, A., Karjane, I., Kask, H., Linnas, L.,

- Miljand, K., Möller, H., Nirk, T., Older, H., Olm, A., Piirsoo, E., Saarlepp, A., Tagavälja, K., Tanvell, V., Tiigimäe, A., Tähnas, I., Valner, H., Veevo, J. 1980. Põllunduse mehhaniseerimine (koostanud A. Tiigimäe). Valgus, Tallinn.

Bilberry cultivating technology in plantations established on milled peat fields

L. Käis

Summary

Designing a novel machine cultivating technology for bilberry growing plantations set up on milled peat fields can significantly cut down the number of employees and reduce manual work time expenditure, increasing thus the income from berry growing. The promoted machine cultivating technology also enhances the berry growers' interest in introducing more exhausted milled peat fields into berry growing.

Main conclusions of the research:

1) Specifications for machine cultivating technologies:

Extensive use of machines in bilberry growing sets the following specific requirements for a plantation:

- machine cultivating technology can be applied in constantly maintained and rejuvenated plantations;
- to allow normal functioning of maintenance and harvesting machines the soil surface in plantations should be land leveled at the beginning of cultivation and kept thus during the usage;
- service rows or technotracks should be set up for operating machines;
- to allow successful machine harvesting, old branches should be cut down (pruned) regularly – first rejuvenation cutting is done in the tenth year, afterwards in every 3–4 years.

2) Preparing a plantation for machine cultivation technology must be done by a comprehensive plan and in Estonia accomplished in accordance

with the criteria of selected technotracks, as follows:

- new plantations should be framed bed-wise;
 - the surface of a new bilberry bed must be flat. For this, plantation should be land leveled before planting and also after the young plants have been planted;
 - when defining the bilberry bed width, the following logic is applicable: the distance between drainage ditches is $B = 20$ m, the ditch width $B_k = 1$ m, thus the space between $B - B_k = 19$ m, where the beds are situated with the plant disposition $a \times b$, while a is plant step (distance) in a row and b is the distance between plant rows on bed;
 - it is possible to envisage 3–4 beds in the space between ditches;
 - a 19 meter strip of land can hold 2–3 technotracks or service rows or water furrows;
 - when defining the bilberry bed width, the plant layout schema must be selected, the work parameters, traveling routes and the width of turning area of work machines (fertilizer, sprayer, harvester, bog locomotive) defined;
 - the milled from technotracks material (peat) can be used as landfill by leveling the bed surfaces;
 - the depth of a techotrack may be from 5–30 cm.
- 3) To avoid or compensate peat loss caused by plant cultivation and/or wind and water erosion, milled peat from peat stacks or technotracks can be used;
- 4) In case of technological variants with two or three technotracks it is advisable to let the grass grow in the tracks, but maintenance work must be done in time and regularly to control weed growth;
- 5) Variants with virtual technotracks are applicable in cases when the machine cultivating technology was not planned beforehand, or in formerly set up plantations.