

## MUSTIKAKORISTI KORJEORGANI KINEMAATIKA

J. Olt, L. Käis

*Eesti Maaülikool*

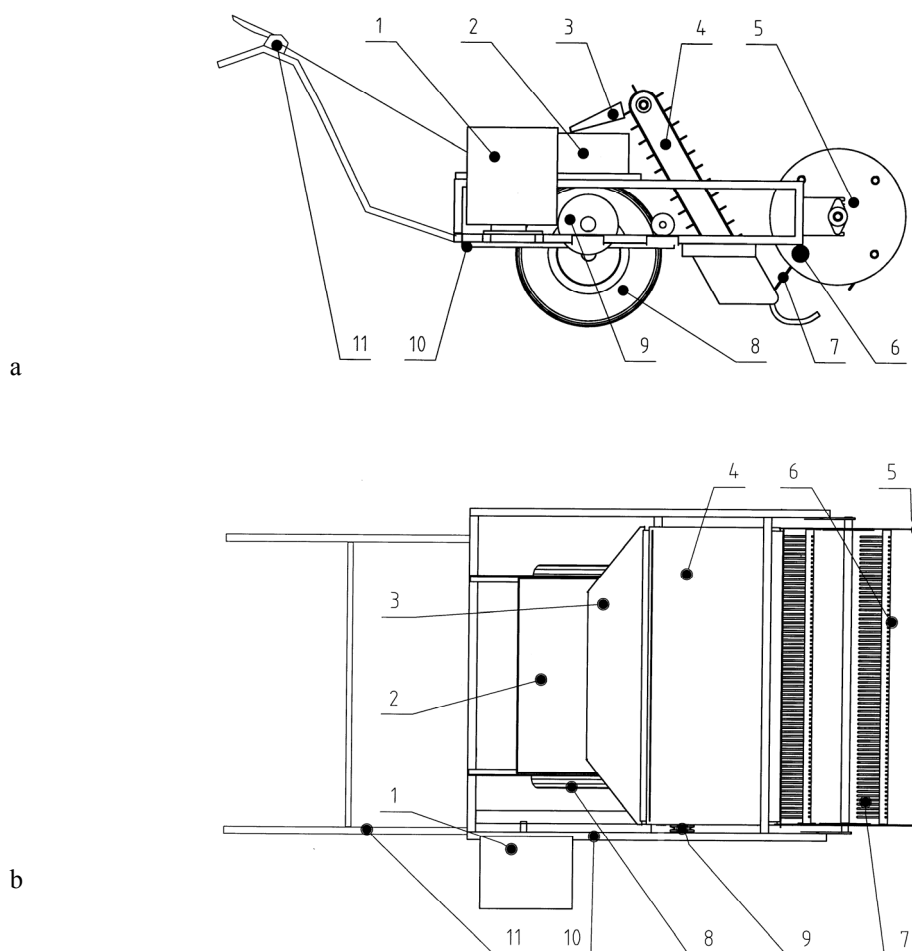
### Sissejuhatus

Eestis on tekkinud seoses turbatootmisega rabadesse ja soodesse ligikaudu 3000 ha ammendunud ja kasutamatu freesturbavälju. Turbatootmisest vabanenud turbaväljad on enamjaolt sobivad kultuurmarjade, sh mustikate, pohlade ja jõhvikate kasvatamiseks. Marjakasvatustalude tootmispindade laiendamist takistavad marjakoristusprobleemid. Mustikad ei järelvalmi pärast koristust ja seepärast on vajalik need koristada täisküpsuses. Valminud mustikad ei varise kergelt ja võivad valminult olla põõsal umbes 10 päeva. Põuastel aastatel ja kestvate soojade ilmade korral kahaneb koristusperiood 1–2 nädalale, mistõttu tööjõudu vajatakse lühikest aega. Eesti marjakasvatajad tekitavad turunõudluse mehhaniseeritud marjakorjamiseks.

Eestis põhiliselt kasvatatava ahtalehise mustika kultuursordid on "North" ja "Northblue" (M. Starast jt, 2005). Kirjandusallikast (M. Starast jt, 2003) on teada Eestis viljeldava ahtalehise mustikamarjasordi tunnususuurused. Seega on korjehaspli konstruktsiooni kinemaatika sünteesil lähtutud peamiste tunnussuuruste keskmistest väärtustest: mustikavarte pikkus 350 mm; risoomvarte arv 6, pikkus 130 mm; mustikamarja läbimõõt 7,5 mm.

**Võtmesõnad:** mustikakoristi, korjehaspl, korjerehik, pii, kinemaatiline näitarv.

Mustikakoristi põhimõtteskeem on esitatud joonisel 1.

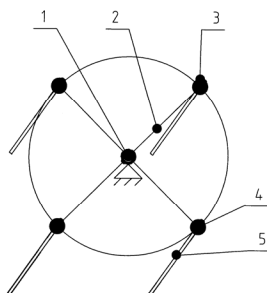


**Joonis 1.** Mustikakoristi põhisõlmed ja osad: a – eestvaates, b – pealtvaates; 1 – mootor, 2 – marjakast, 3 – marjade suunur, 4 – konveier, 5 – korjehaspl, 6 – korjerehik, 7 – pii, 8 – rattad, 9 – jõuülekanne, 10 – raam, 11 – juhthoob koos juhtimismehhanismiga

## Materjal ja meetodika

Hasplid võivad oma ehituselt ja toimelt olla kas muudetavate kaldenurkadega parallelogrammhasplid või kopeerhasplid. Konstruksioonilt lihtsamad, järelikult ka odavamad on parallelogrammhasplid. Käesolevas artiklis on keskendutud tööorgani – korjehasplid kinemaatiliste tunnussuuruste sünteesile ja analüüsile.

Mehaanikaliselt kujutab korjehasplid (joonis 2) lülidest koosnevat kinemaatilist struktuuriahelat, mille pöörleva hasplivõlli 1 külge on ühenduslülid 2 (antud juhul ketas) abil kinnitatud korjehelik 4. Korjehelik on ühenduslülid 2 külge kinnitatud liigendilisel laagri 3 abil. Pöörleva korjeheliku võlli 4 sisse puuritud avadesse on kinnitatud piid 5.

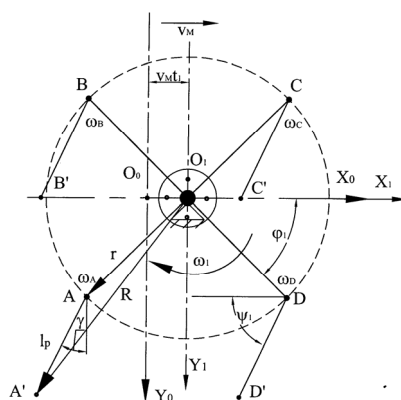


**Joonis 2.** Parallelogrammhasplid põhimõtteskeem: 1 – korjehasplid võlli, 2 – ühenduslülid (ketas), 3 – laager, 4 – korjehelik, 5 – pii

Pöörlevad korjehelikud on omavahel ühendatud painduva kinemaatilise elemendi abil. Käesolevas artiklis ei kirjeldata üksikasjalikumalt mustikakoristi ehitust ja tööprotsessi, vaid keskendutakse hasplid-rehik-piik kinemaatilisele sünteesile.

## Tulemused ja arutelu

Korjehasplid tööd võib jälgida, kui modelleerida korjeheliku ühenduslülid ja piik otsa trajektoori (Reintam, 1972).



**Joonis 3.** Hasplid kinemaatikaskem

Arvutatud on korjehelikute lülid (punktid A, B, C, D) ja varbpiide otste asukohad (A', B', C', D') (joonis 3) Cartesiuse koordinaatides (joonis 4) alghetkel  $t_i$ , mis avalduvad matemaatiliste võrrandite 1 ja 2 abil:

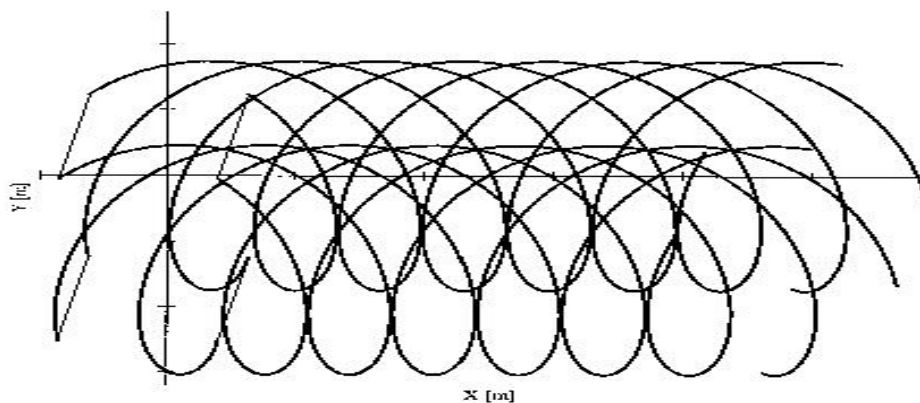
$$X = R \cdot \cos(\varphi_1) + v_M \cdot t_1, \quad (1)$$

$$Y = R \cdot \sin(\varphi_1), \quad (2)$$

kus  $R$  – kinemaatilise lülid pikkus ( $R = OA' \neq \text{const}$ );

$\varphi_1$  – korjehasplid pöördenurk ajahetkel  $t_1 = 0$ ;

$v_M$  – mustikakoristi liikumiskiirus paigalseisva taustsüsteemi  $O_0X_0X_0$  suhtes.



**Joonis 4.** Haspli korjerehiku otspunktide trajektoor

Mustikakoristi kulgeva liikumise kiirus ja haspli pöörlev liikumine kujutab endast keerulist liitliikumist (joonis 4) paigalseisva taustsüsteemi  $O_0X_0X_0$  ja kaasaliikuva taustsüsteemi  $O_I X_I X_I$  suhtes.

Absoluutsed trajektoorid, mille määravad korjerehikute raadius  $r = \overline{OA}$  ja pii ots  $l_p = \overline{AA'}$ , kujutavad endast kahte teineteise suhtes nihutatud ja väljavenitatud tsükloidi (joonis 4). Haspli korjerehikud pöörlevad suhteliselt väikestel pööratel tingimusel, et korjerehiku pii absoluutne kiirus peab olema suurem mustikakoristi liikumiskiirusest  $v_H > v_M$  ja suunatud vastu mustikakoristi liikumise suunda.

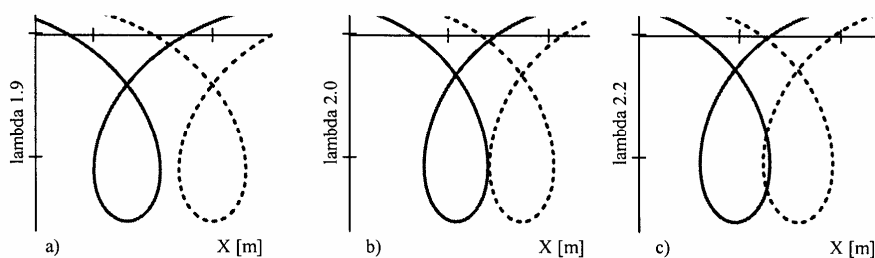
Tsükloidi, edaspidi tasandilise ringjoone iseloom võib olla erinev ja sõltub kinemaatilisest näitarvust  $\lambda = \frac{\omega_1 \cdot R}{v_M}$ , kus  $\lambda > 1$ , ja korjerehiku raadiusest  $R$  (Olt, 2002). Korjerehikute arv  $z$  avaldub järgmiselt:

$$z = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{s \cdot \lambda}, \quad (3)$$

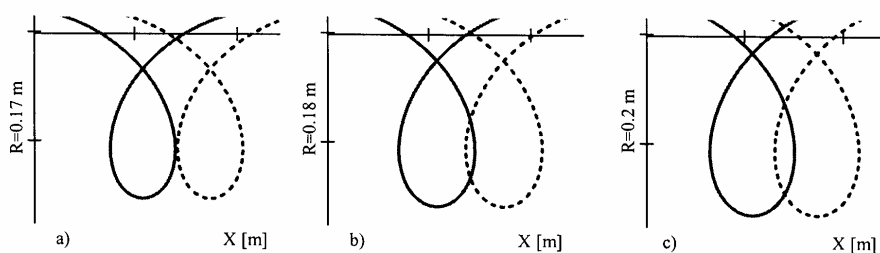
kus  $s$  – haspli samm.

Liikumise peatingimuseks on haspli piide tasapinnalise ringjoone produtseerimise funktsioon  $f(\lambda, r)$ , mis määrab mustikakoristi kinemaatilised, dünaamilised, konstruktsioonilised, tehnoloogilised ja kasutuslikud näitajad.

Haspli olulisemad kinemaatilised tunnussuurused on  $\lambda$  ja  $r$  (joonis 3). Kinemaatilise näitarvu  $\lambda = 1,9; 2,0; 2,2$  muutumine, kui  $r = const$ , on illustreeritud joonisel 5 toodud diagrammil. Haspli raadiuse  $r = 0,175$  m;  $0,18$  m;  $0,2$  m, kui  $\lambda = const$ , sõltuvuslike seoste diagrammid on esitatud joonisel 6.



**Joonis 5.** Pii otsa trajektoor sõltuvalt kinemaatilisest näitarvust  $\lambda$ : a)  $\lambda = 1,9$ ; b)  $\lambda = 2,0$ ; c)  $\lambda = 2,2$



**Joonis 6.** Pii otsa trajektoor sõltuvalt haspli raadiusest: a)  $r = 0,17$  m; b)  $r = 0,18$  m; c)  $r = 0,2$  m



Joonistelt 3 ja 7 selgub, et tööorgani konstruktiivseteks parameetriteks on haspli raadius  $r$ , haspli asetuskõrgus  $H$ , korjerehikute arv  $z$  (või naaberrehikute nihkenurk) ja korjerehiku piide kaldenurk  $\gamma$  püstsühi suhtes. Lihtsustatud käsitluse korral võib skeemilt joonisel 7 haspli asetuskõrguse  $H$  avaldada järgmiselt:

$$H = l_v \cdot \sin \alpha + l_p \cdot \cos \gamma + r \cdot \sin \varphi, \quad (9)$$

kus  $l_v$  – mustikataime kõrgus maapinnast marjani;  
 $l_p$  – korjerehiku pii pikkus;  
 $r$  – haspli raadius;  
 $\alpha$  – taimevarre kaldenurk marja eraldamise hetkel;  
 $\gamma$  – korjerehiku varbpiide kaldenurk;  
 $\varphi$  – haspli pöördnurk.

Erinevates istandikes võib mustikataime kõrgus (varte pikkus  $l_p$ ) ja lamandumisaste (nurk  $\alpha$ ) olla erinev, seepärast on kadudeta koristamiseks vaja, et haspli asetuskõrgus oleks muudetav.

### Kokkuvõte

Kokkuvõtvalt võib öelda, et mehhaniseeritud marjakoristus mustikakoristi abil on komplitseeritud tehnoloogiline protsess. Marjade ärarebimisel vartelt toimub varte, lehtede ja marjade samaaegne haaramine ja korjereha piide vahelt läbitõmbamine, millega võib kaasneda marjade vigastamise oht. Mustikakoristi ja korjerehiku liitliikumise tööprotsessi ning haspli asetuskõrgust on vaja eksperimentaalselt uurida, et määrata lõplikult optimaalsed konstruktiivsed parameetrid.

Uurimistöö olulisemad järeldused on järgmised:

1. Pii otsa liikumise trajektoori – tsükloidi ehk tasapinnalise ringjoone iseloom on erinev ja sõltub mustikakoristi translatoorse ning haspli rotatsioonilise puutekiiruse suhtest  $v_H/v_M$  tingimisel, et  $v_H > v_M$  ning seega ka  $\lambda > 1$ .
2. Korjerehiku pii kasulik töö ja absoluutne kiirus on maksimaalne punktis  $M_3$  ja minimaalne punktis  $A'$  (joonis 7).
3. Korjerehiku pii otsa trajektoori võib muuta haspli kinemaatilise näitarvu  $\lambda$  või haspli raadiuse  $r$  muutmisel.
4. Raadiuse  $r$  muutus tingib mustikakoristi geomeetriliste tunnussuuruste (korjehaspli kõrgus, kaugus) muutuse.
5. Haspli korjerehikute arv  $z$  sõltub korjekammi kinemaatilise näitarvu väärtusest  $\lambda$  ja raadiusest  $R$ .
6. Teoreetiliselt vastab marja vartelt rebimise tingimusele olukord, kus koristatavate marjavarte siht on vaadeldava pii absoluutse liikumiskiiruse suunaline ja korjerehiku piiga ristsihiline (joonis 7).

### Kasutatud kirjandus

- Olt, J. 2002. The Method for the Experimental Study of the Cinematic Parameter of a Rotating Free-Active Tool of a Tillage Machine. – Proc. Int. Sci. Conf., Vol. 1, Rouse, p. 246–249.
- Reintam, A. 1972. Põllutöomasinate teooria ja tehnoloogilise arvutuse alused. Teravilja koristamise masinad. – Tartu, EPA rotaprint, 134 lk.
- Starast, M., Karp, K., Paal, T., Värnik, R. 2005. Kultuurmustikas ja selle kasvatamine Eestis. – Eesti Põllumajandusülikool, 65 lk.
- Starast, M., Karp, K., Moor, U., Vool, E., Paal, T. 2003. Effect of fertilization on soil pH and growth of lowbush blueberry (*Vaccinium angustifolium* Ait.). – 14th International Symposium of Fertilizers, "Fertilizers in context with resource management in agriculture". June 22–25, 2003, Debrecen, Hungary. Proceedings of the conference, Vol. II, p. 628–635.