

# SÕNNIKU LATTKRAAPKONVEIERI JA PRESSURI LIKUMISTAKISTUSE TOOTMISUURING

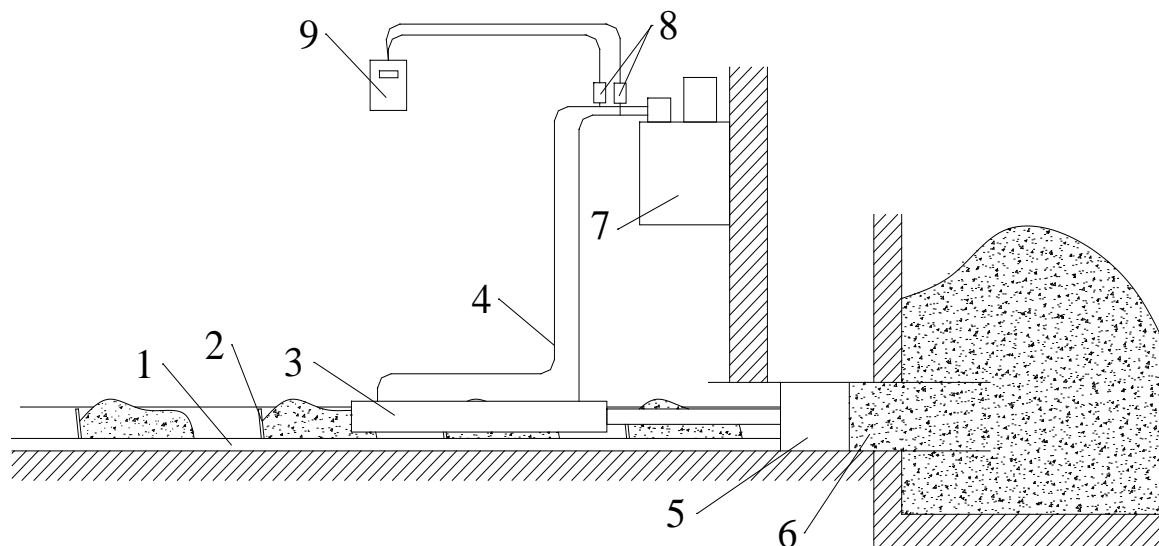
T. Leola, V. Veinla

Laudatööde tehnoloogia kui ka keskkonnasäästmise seisukohalt on otstarbekas allapanuga tahesõnnik säilitada farmi hoidlas ja laadida kihi alla. Selleks otstarbeks projekteeriti EPMÜ farmitehnika õppetoolis seadmesüsteem: lattkraapkonveier koos pressuriga. Neid seadmeid toodab AS Otepää ART. Analoogilisi seadmeid pakuvad ka mitmed välisfirmad. Diskuteeritav ja ebaselge on küsimus, missugust takistust on vaja ületada, et pressida sõnnik kihi alla, kuidas see sõltub sõnniku omadustest, kihi kõrgusest ja ilmastikust (talvel sõnnik hoidlas külmub).

Mudelmaterjaliga tehtud laboratoorsed katsed tõendasid, et kuival materjalil on takistus suur ja sõltub oluliselt kihi kõrgusest (Veinla jt., 2000). Sõnniku kohta laudatingimustele vastavate andmete saamiseks tehti tootmiskatsed (esialgne katse Maarjakase talu laudas) (Leola, Veinla, 2000). See andis andmed konkreetsete tingimuste, kihi kõrgus 0,6 m, kohta.

## Katsete meetodika

Katsed tehti H. Ristmäe talu lauda sõnnikukoristuseseadmega (joonis 1). Lattkraapkonveieriga, mille renni mõõtmed on 450×140 mm, lati pikkus 20,4 m, kraapide samm 0,85 m, lati käik 1,63 m; presstoru ristlõige 450×300 mm, pikkus 4 m; hüdrocilinder Ø80/50, käik 1,63 m, lati kiirus töökäigul 0,10 m/s, tagasikäigul 0,135 m/s, viiakse sõnnik lauda otsa ja surutakse pressuri tööorganiga presstoru kaudu hoidlasse (6,5×15 m). Hüdrojaamast väljuva ja sinna tagasi voolava õli rõhku mõõdeti rõhuanduritega PR15. Tulemused salvestati mõõteseadme Multi-System 5000 (Bedienungsanleitung...) mallu ja töödeldi arvuti abil, osaliselt trükiti graafikud mõõteseadmest printeriga otse paberile. Mõõteriist andis tulemused baarides (1 bar=10 N/cm<sup>2</sup>). Kolvi varrele mõjuv jõud arvatati (Veinla jt., 2000), kusjuures võeti arvesse laborikatsetes määratud hüdrocilindri omatakiust. Määrati takistusjõud kraapide tööasendisse pöördumisel, sõnniku lohistamisel, hoidlasse kihi alla pressimisel, kraapide tühikäiguasendisse pöördumisel ja lohisest mööda liikumisel kogu sõnnikukoristamise aja vältel.



**Joonis 1.** H. Ristmäe talu lauda sõnnikukoristamise skeem: 1 – latt; 2 – kraap; 3 – hüdrocilinder; 4 – hüdrovoolik; 5 – pressur; 6 – presstoru; 7 – hüdrojaam; 8 – rõhuandurid; 9 – mõõteriist Multi-Süsteem 5000

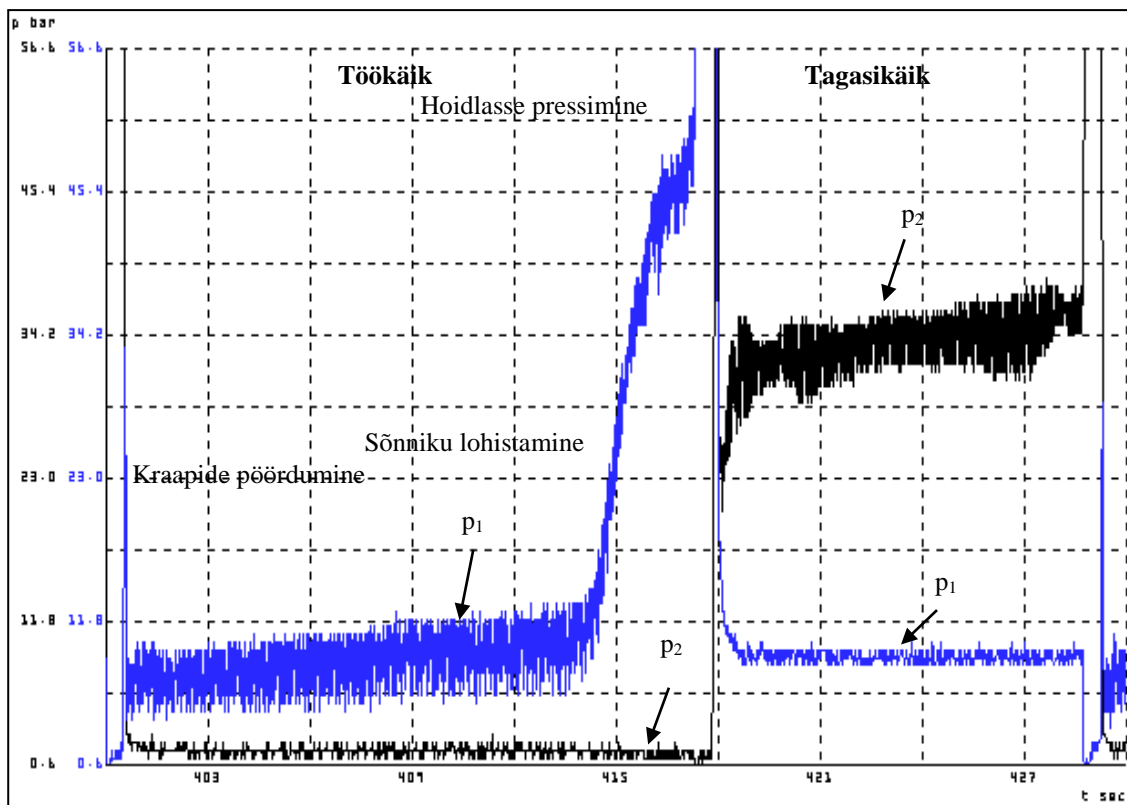
**Figure 1.** Scheme of the crap pressing system in H. Ristmäe's farm 1 – bar; 2 – scrapes; 3 – hydraulic cylinder; 4 – hydraulic hoses; 5 – labor body; 6 – presschannel; 7 – hydraulic drive; 8 – pressure sensors; 9 – data logger Multi-System 5000

Sõnnik oli põhkallapanuga (pikk põhk). Selle omadusi iseloomustati mahumassiga  $\gamma=620\dots695 \text{ kg/m}^3$  ja niiskusega  $W\approx 81\%$ . Katseid tehti erinevates tingimustes: kuiv päikesepaisteline ilm, kestev vihmaseadu, tugev külm (öösel  $-20 \text{ }^\circ\text{C}$ ), erineva hoidla täitumisastme korral.

Arvutati takistusjõu keskväärts  $F$  (Kiviste, 1999). Mõõttulemuste hajumist iseloomustati standardhälbega  $\sigma$  ja selle määramise täpsust standardveaga  $s_x$ .

## Katsetulemused

Sõnnikukoristusseadme (lattkraapkonveier koos pressuriga) töökäigul võib eristada kolme osa (joonis 2): kraapide tööasendisse pöördumine, materjali kogumine kraabi ette (lohise moodustumine) ja lohistamine ning hoidlasse kihi alla pressimine. Töökäigu kestus olenes koormusest ja oli  $16,9\dots 17,5 \text{ s}$ , hoidlasse pressimine  $2\dots 4,3 \text{ s}$ . Kestuste varieerumist mõjutas allapanu ja väljaheidete ebahütlane jaotus konveieril (lohised olid erineva kuju ja massiga). Esimese tsükli alguses kraabid pöördusid sõnnikus (lohised ei olnud veel moodustunud) ja takistusjõud oli umbes 70% suurem kui pöördumisel tühjas rennis. Pöördumise takistus sõnnikus oli keskmiselt  $3,4 \text{ kN}$ . Takistus sõnniku lohistamisel esimestel tsüklitel oli keskmiselt  $5,7 \text{ kN}$  ja konveieri omatakius  $2,3 \text{ kN}$ . Järgnevatel tsüklitel sõnniku lohistustakistus vähenes, sest osa sõnnikut oli juba hoidlasse surutud (renni tagumine osa oli tühi).

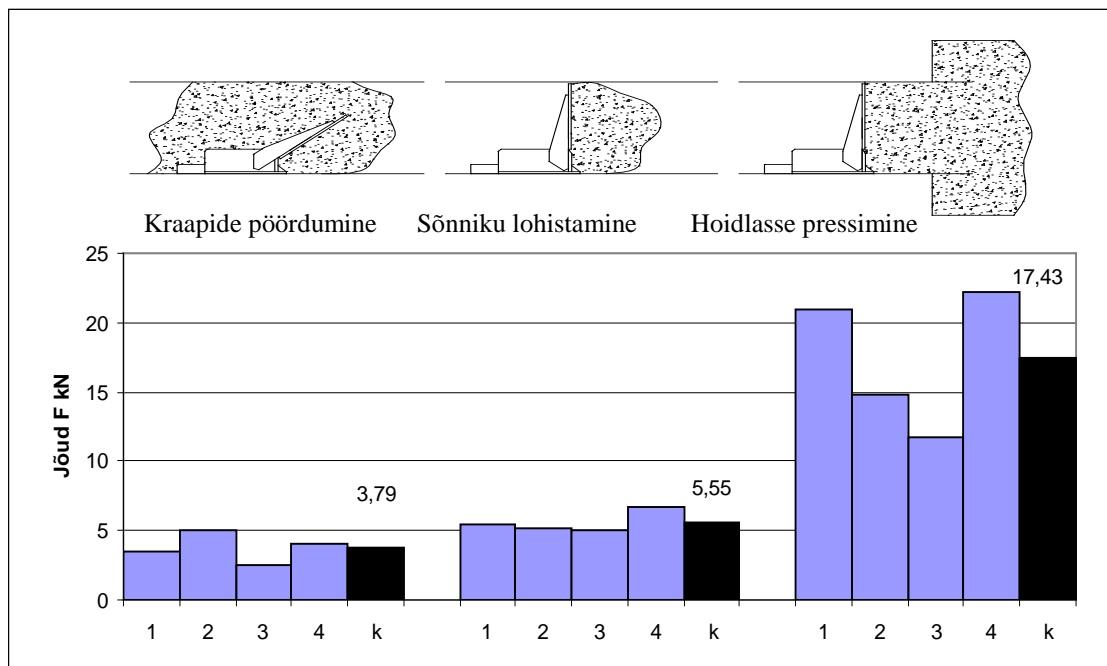


**Joonis 2.** Tsükli vältel registreeritud õli rõhud :  $p_1$  – kolvi täispinna pool;  $p_2$  – kolvivarre pool  
**Figure 2.** Oil pressures registered during the cycle:  $p_1$  – the piston side;  $p_2$  – the piston rope side

Töökäigu lõpuosas pressitakse sõnnik hoidlasse. Sel ajal rõhk hüdrosilindri kolvi täispinna pool  $p_1$  ja silindri kolvivarre poolt arendatav jõud järsult suurenevad ja on maksimaalsed töökäigu lõpus. Muutuse iseloom ja rõhu ning jõu maksimaalväärts sõltub katsetingimustest (tabel 1). Andmete hindamisel tuleb arvestada, et tootmistingimustes ei olnud võimalik kõikidel katsetel saada samasuguste omadustega (mahumass ja niiskus) sõnnikut. Pressimise takistust mõjutas (kolvivarre poolt tekitatavat jõudu) peale sõnnikukihi kõrguse ka kuivamisest ja külmumisest tekkinud koorik. Viimase esinemisel oli takistus märgatavalt suurem, ulatudes üksikkatsel  $30 \text{ kN}$ . Konveieri hüdroajami silinder võimaldab suunaventiili reguleeringul  $120 \text{ bar}$  tekitada jõudu  $60 \text{ kN}$ , nii et  $2 \text{ m}$  kõrguse pealt külmunud sõnnikukihi korral oli hüdrojaam alakoormatud. Selle hüdrosilindri ja pressuri abil on võimalik katses olnud sõnnikut pressida märksa kõrgema kihi alla. Selliseid katseid kavatakse edasistes uuringutes teha.

**Tabel 1.** Katsetulemused  
**Table 1.** The test results

Katse nr. Test no	Kogutakistus pressimise lõpus kN Total resistance at the end of the pressing kN			Katsetingimused hoidlas Testing conditions in the manure pit
	Keskvärtus F Average F	Standardhälve $\sigma$ Standard deviation $\sigma$	Standardviga s Standard error s	
1.	20,9	3,42	0,77	Kihi kõrgus 0,5 m, sõnnik pealt kuivanud Height of the layer 0,5 m, manure dry on the surface
2.	14,9	2,20	0,49	Kihi kõrgus 1 m, sõnnik vihmast ligunenud Height of the layer 1 m, manure soaked with rain
3.	11,7	1,62	0,37	Tühi hoidla Empty manure pit
4.	22,1	1,91	0,37	Kihi kõrgus 2 m, sõnnik pealt külmunud Height of the layer 2 m, manure frozen on the surface



**Joonis 3.** Sõnnikukoristuseseadme liikumistakistus töökäigul: 1...4 – katse number; k – keskvärtus  
**Figure 3.** Moving resistance of the manure scraper system in a working stroke: 1...4 – number of the test, k – expectation

Tagasikäigul voolab õli hüdrosilindri kolvivarre poolsesse ossa. Lati liikumise alguses kraabid eemalduvad lohistest, pöörduvad lati kõrvale ja edasi liiguvad lohistest mööda sõnnikut liigutamata. Graafikult (joonis 2) selgub, et silindri kolvi täispinna poolt väljavoolava õli rõhk  $p_1$  on palju suurem (katsetel 7,9...9,4 bar) kui töökäigul kolvivarre poolt väljuva õli rõhk  $p_2$  (katsetel 1,4...2,3 bar). Väljavoolava õli kiirus hüdrovoolikutest, suunaventilis ja filtris ning sellest tingitud rõhukaod tagasikäigul on palju suuremad kui töökäigul. Kui arvestada, et kolvi rõngaspindala  $S_1$  (kolvivarre pool) on  $0,61S$  (kolvi otsa pindala), siis peab olema täidetud tingimus  $p_2 S_2 > p_1 S_1$ , seega  $p_2$  peab olema palju suurem kui  $p_1$ , katsetes  $p_2 = 28...40$  bar, sellele vastab ka hüdrojaama elektrimootori tarbimisvõimsus. Katsetest selgus, et tarbimisvõimsus tagasikäigul on ligikaudu 1,5 korda suurem kui keskmine võimsus töökäigul. Võimsus kihi alla pressimisel on keskmisest märksa suurem. Kolvivarre poolt tekitatud jõud tagasikäigul oli sõnnikuga täidetud rennis 5,8...7,1 kN, tühjas – 2,5...3,2 kN. Seda mõjutas ka survele töötava lati läbinõtkumisest tingitud täiendav hõõrdetakistus juhikutel.

Võrreldes takistusjõude Maarjakase talu laudas tehtud katsetel saadutega (Leola, Veinla, 2000) selgub, et H. Ristmäe talu laudas sõnniku takistusjõud on märgatavalt suuremad: konveier ja presstoru on pikemad, sõnnik väiksema mahumassiga ja kuivem.

### **Kokkuvõte**

Tootmiskatsetes kasutatud mõõteaparatuur töötas laitmatult, saadud tulemused on usaldusväärsed (tabel 1). Sõnnikukoristuseseadme liikumistakistus on maksimaalne töökäigu lõpus, sõnniku kihi alla pressimisel, see ületab lohistamise takistust keskmiselt kolm korda, üksikatsetel viis korda. Selle jõe järgi tuleb valida seadme hüdrosilinder. Kahemeetrine pealt külmunud sõnnikukiht ei ole katsetatud silindri ja hüdrojaama jaoks piirkõrguseks. Hüdrojaama elektrimootori tarbimisvõimsus tagasikäigul on 1,5 korda suurem kui töökäigul. Tootmiskatseid on vaja jätkata kuivema sõnniku ja kõrgema kihi korral.

### **Kirjandus**

- Bedienungsanleitung für Multi-System 5000. L 3160-00-53000. Version 2.9. Hydrotechnik, Limburg. 58 S.  
Kiviste, A. Matemaatiline statistika. – Tallinn, Gt Tarkvara OÜ, 1999. – 86 lk.  
Leola, T., Veinla, V. Pressuri takistuse eksperimentaaluuring. – Põllumajandustehnika, -energeetika ja -ehitus. EPMÜ teadustööde kogumik nr. 206, Tartu, lk. 87...89, 2000.  
Veinla, V., Leola, T., Võsa, T. Materjali kihi alla pressimise protsessi uurimine. – Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi toimetised 12. Tartu, lk. 95...96, 2000.

*Uurimus on teostatud ETF toetusel, grant 3683.*

## **Research of Moving Resistance of the One-side Screper and Press Unit**

T. Leola, V. Veinla

### **Summary**

The measuring apparatus, used in these producing tests, worked perfectly and the results are reliable. The moving resistance of the manure scraper system is maximal in the end of the working stroke and it exceeds the dragging resistance 3 times, 5 times in case of a single test. Choosing the hydraulic cylinder, this force must be taken into a consideration. These producing tests should be continued especially in case of the dryer manure and a higher layer.