

TERAVILJANDUSTALU MASINAPARGI OPTIMAALKOORMUS

H. Möller, M. Asi, K. Soonets, K. Tamm, R. Vettik

Artiklis on käsitletud teraviljandustalu tulude ja kulude kujunemist sõltuvalt talu masinapargi teenimiseast ja aastases töökoormusest. Mida enam teevad talus teraviljade viljelemisel rakendatavad masinad aastas tööd, seda väiksemad on kulud tööühiku kohta. Töö mahu kasvu piirab aga vajadus teha tööd ainult agrotehniliselt vastuvõetavatel ajavahemikel ja tulude kujunemisele avaldab mõju põllukultuuride saagikuse sõltuvus põllutööde tegemise ajast ja kestusest. Lähtudes ülaltoodust on esitatud talu masinapargi optimaalse töökoormuse prognoosimise meetodika ja põhivalemid, kui optimaalsuse kriteeriumiks on kas talu kasumi või tasuvuse maksimaalsus.

Teraviljandustalu tulud, kulud ja kasum

Põllutööde, esmajoonel olulisemate põllutööde nagu külvitööde, koristustööde ja kündmise aja mõju põllukultuuride saagikusele teiste saagikust mõjutavate tegurite konstantsuse korral on uuritud paljude teadlaste poolt (Möller, 1981). Selgub, et kõige olulisem on külvi aja mõju teraviljade saagikusele, mistõttu nii varemalt kui ka siin on seda arvestatud.

Suurmajandite ajastul oli põllumajandustehnika ja saagi hindade vahetõttu põllusaaduste tootjale soodne, mistõttu põllutööde tegemise arvutuslik optimaalne kestus oli küllaltki lühike. Sel juhul kasutati saagikuse prognoosimiseks selle lineaarset sõltuvust töö tegemise ajast (Möller, 1981). Praeguseks kujunenud traktorite ja põllutöömasinate suhteliselt kallid hinnad sunnivad tootmise odavamiseks masinaid üha intensiivsemalt koormama. See tähendab ühelt poolt masinate kindlateks põllutöödeks sobiva ajavahemiku pikendamist antud majandamistingimustes vastuvõetava piirini ja teiselt poolt masinate tööerakendamist selle ajavahemiku kestel igal päeval antud looduslik-kliimaatilistes tingimustes maksimaalse võimaliku tootlusega.

Põllutööde kestuse tõenäolise pikendamise korral on teraviljade saagikuse prognoosimisel õigem kasutada saagikuse kõverjoonelist sõltuvust põllutööde tegemise ajast, kuna see kirjeldab olukorda täpsemalt kui lineaarne sõltuvus.

Saagikuse sõltuvust külvi ajast kirjeldab valem

$$h_t = h(a - bt^2), \quad (1)$$

kus h_t on saagikus põldudel, mis külvati päeval t ;
 h – saagikus külvi esimesel päeval;
 a, b – regressioonikordajad.

Regressioonikordaja b väärtus ja selle 95%-lised usalduspiirid tingimusel, kui külvitööd alustatakse selleks sobivaimal ajal, on odral 0,00117 (0,00105...0,00129), kaeral 0,00107 (0,00080...0,00134), suvinisul 0,00120 (0,00095...0,00145), rukkil 0,00203 (0,00164...0,00242) ja talinisul 0,00170 (0,00125...0,00215). Et regressioonikordaja a väärtus on lähedane ühele ($a = 0,939...1,023$), siis võib võtta $a = 1$.

Talunikul on sageli vaid üks traktor ja tarvilikud põllutööriistad. Nendest peab ta koostama vajalikud agregaadid ja tegema kõik ettenähtud külvieelsed ja külvitööd. Selle tulemusena kujuneb külvieelsete ja külvitööde komplekstootlus, s.o. määratlus, et keskmiselt suureneb täiskülvatud pindala w hektari võrra päevas.

Talu tulu T , kui suviviljade osakaal külvikorras on p ja taliviljade osakaal $1 - p$, avaldub valemiga

$$T = t[w_k r_k h_k p + w_s r_s h_s (1 - p)] - \frac{t^3}{3} [w_k r_k h_k b_k p^3 + w_s r_s h_s b_s (1 - p)^3], \quad (2)$$

kus t on suvi- ja taliviljade külvi summaarne kestus päevades;
 w – külvieelsete ja külvitööde kompleksne päevane tootlus ha päevas;
 r – saagi realiseerimishind kr./kg;
 k, s – indeks k tähistab siin ja edaspidi vastavate argumentide väärtusi suviviljade ja s taliviljade külvil.

Et talu tulud sõltuvad külvitööde kestusest t , siis on vajalik ka kõik tootmisega seotud kulud K avaldada funktsioonina külvitööde kestusest $K = f(t)$.

Siiani määratletakse masinapargi töökoormuse iseloomustamiseks: talul on haritavat maad antud traktorile baseeruvale masinapargile U hektarit ($U = wt$). Selle asemel saab öelda, et talul on haritavat maad antud traktorile baseeruvale masinapargile normaalse intensiivsusega töö korral t külvipäevaks ($t = U/w$).

Kulud K jaotuvad muutuv- ja püsikuludeks. Muutuvkulud $k_{1,t}$ (kulud seemnele, väetistele, kemikaalidele, kütusele jms.) on konstantsetes tootmis- ja majandamistingimustes pindalaühiku kohta konstantsed:

$$k_{1,t} = t \left[w_k p k_{1,k} + w_s (1-p) k_{1,s} \right], \quad (3)$$

kus $k_{1,t}$ – aasta kestel tehtud tootmiskulud t päeva jooksul täiskülvatavale maale kr.;
 $k_{1,k}, k_{1,s}$ – aasta kestel tehtud tootmiskulud teravilja kasvatamisel ühehektarilisel pinnal.

Püsikulud on kulud, mis on muutumatutes tootmis- ja majandamistingimustes töömahust sõltumatud, s.o. need on konstantsed mingi ajavahemiku (aasta) kohta. Siia kuuluvad amortisatsioonikulud, kapitali intressikulud, kulud talupere isiklikeks vajadusteks jms. Masinapargi amortisatsioonikulud sõltuvad masinapargi teenimisest. Suurmajandite ajal oli masinapark enam-vähem piisavalt koormatud ja selle teenimisiga normeeritud. Väikestes taludes, kus masinatele on tööd vähem, on nende teenimisiga vastavalt pikem. Masinate teenimisiga T_a sõltuvalt töökoormusest on prognoositud eksperthinnangutega ja arvutuste lihtsustamiseks (näiteks traktoril MTZ-80 baseeruvale masinapargil) avaldatud kujul

$$1/T_a = 0.02927 + 0.00601 t_k - 0.00009 t_k^2. \quad (4)$$

Talu kasum Q avaldub valemiga

$$Q = t \left[w_k h_k r_k p + w_s h_s r_s (1-p) \right] - \frac{t^3}{3} \left[w_k h_k r_k b_k p^3 + w_s h_s r_s b_s (1-p)^3 \right] - \\ - t \left[w_k p k_{1,k} + w_s (1-p) k_{1,s} \right] - (0.02927 + 0.00601 p t - 0.00009 p^2 t^2) M - \\ - iM - 12(1+d)P, \quad (5)$$

kus M – masinapargi maksumus kr.;
 i – kapitali intressimäär;
 d – sotsiaalmaksu määr;
 P – kulud talupere isiklikeks vajadusteks kuus kr.

Talu masinapargi optimaalkoormus

Talu masinapargi optimaalkoormust on valemi (5) abil võimalik tuletada kas kasumi ekstreemumtingimusest ($Q'(t) = 0$) või tasuvuse $Z = Q/K$ ekstreemumtingimusest ($Z'(t) = 0$).

Lisatud arvutusnäites on vaadeldud nelja võimalikku arvutusvarianti.

1. ja 2. variant. Masinapargi töömahu optimaalsuse kriteeriumiks on kasumi maksimaalsus, kusjuures 1. variandi korral on arvutused tehtud suvi- ja taliviljade tootmisandmetest, 2. variandi korral ainult suviviljade tootmisandmetest lähtudes.

3. ja 4. variandi korral on masinapargi optimaalsuse kriteeriumiks tasuvuse maksimaalsus ja nende variantide omavaheline erinevus on analoogiline 1. ja 2. variandi erinevusega.

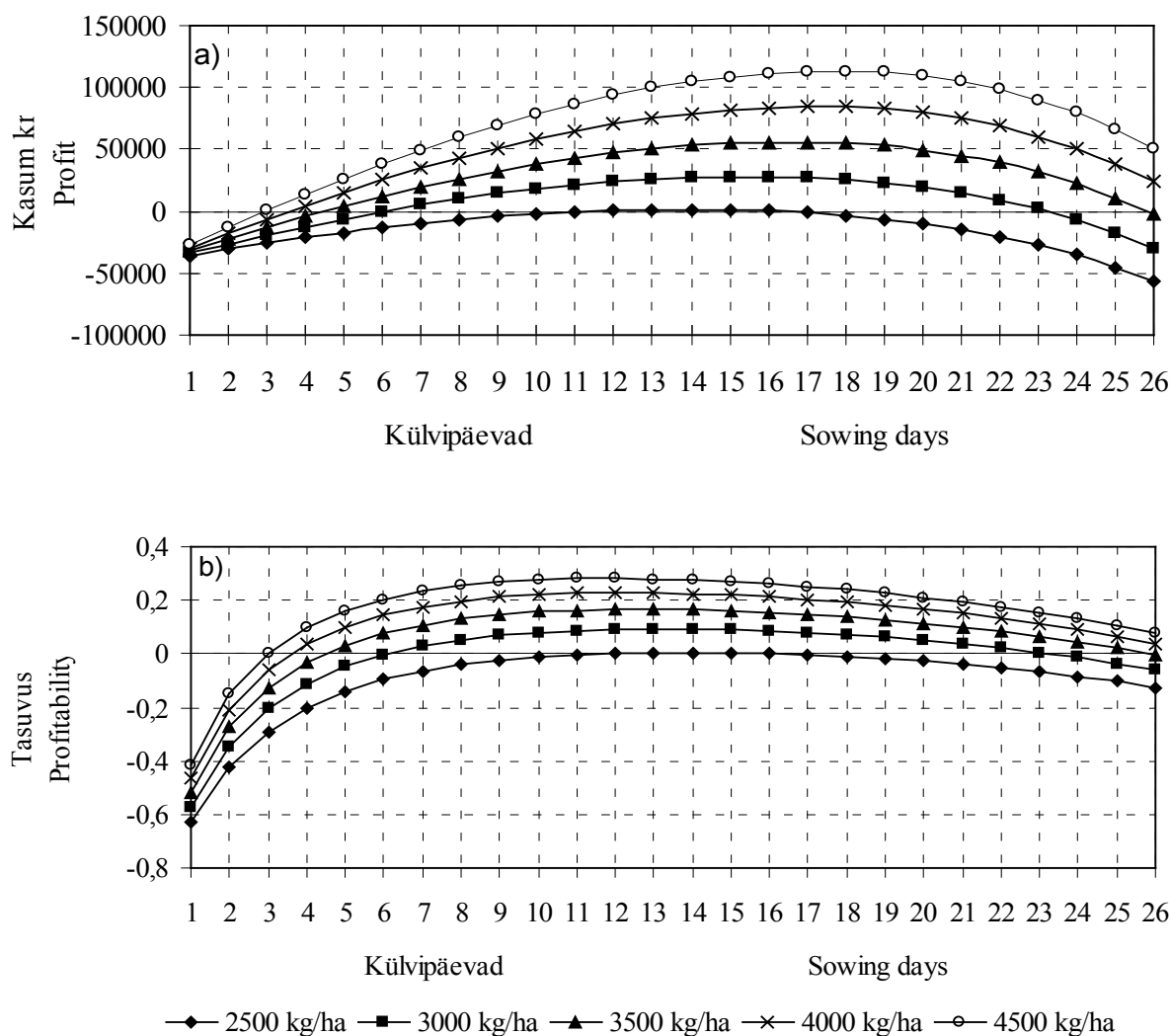
Arvutused on tehtud lähteandmete järgmiste keskmiste kaalutud väärtuste korral: $b_k = 0,00116$; $b_s = 0,00193$; $h_k = h_s = 2500 \dots 4500$ kg/ha; $\sum k_{1,k} = \sum k_{1,s} = 3350 \dots 5240$ kr./ha vastavalt saagikusele (Koik, 1996); $p = 0,75$; $M = 650000$ kr.; $d = 0,33$; $P = 2000$ kr. kuus; $r_k = r_s = 2$ kr./kg; $w_k = w_s = 4,2$ ha päevas (Põllumajandustööde normid, 1984; Maatalouden työnormit, 1988); $k_3 = 0$.

Et iseloomustada nelja eespool toodud arvutusmeetodi erinevust, on rida algandmeid suvi- ja taliviljade viljelemisel võetud võrdseteks. Muide, kõik arvutustes kasutatavad suurused on oma olemuselt muutuvad suurused, mistõttu iga konkreetse talu (majandussituatsiooni jms.) kohta tuleb arvutused teha uuesti.

Tabel 1. Erinevate arvutusmeetodite järgi määratud teraviljandustalu masinapargi optimaalkoormused
Table 1. Optimum values of machinery yearly operation time (t) and crop growing acreage (U) calculated by different methods

Variant <i>Variant</i>	Määratud suurused <i>Calculated parameters values</i>	Teravilja saagikus, <i>Grain yield kg/ha</i>				
		2500	3000	3500	4000	4500
1	t , days	22,6	24,5	25,8	26,7	27,3
	U , ha	94,9	102,9	108,4	112,1	114,7
2	t , days	19,9	21,6	22,8	23,6	24,3
	U , ha	83,6	90,7	95,8	99,1	102,1
3	t , days	20,2	19,3	18,6	18,0	17,4
	U , ha	84,8	81,0	78,1	75,6	73,1
4	t , days	19,2	18,4	17,9	17,3	16,8
	U , ha	80,6	77,3	75,2	72,7	70,6

Et tabel 1 annab suhteliselt vähe informatsiooni, siis on otstarbekam esitada graafiliselt $Q = Q(t)$ ja $Z = Z(t)$. Joonisel 1 on näitena esitatud kasumi ja tasuvuse sõltuvus masinapargi töökoormusest kevadkülvil ($t_k = pt$).



Joonis 1. Teraviljandustalu kasum (a) ja tasuvus (b) sõltuvalt masinapargi töökoormusest kevadkülvil (t_k)
Figure 1. Farms' profit (a) and farm profitability (b) in dependence on machinery operation time during the spring sowing (t_k)

Kokkuvõte

On koostatud teraviljandustalu masinapargi optimaalkoormuse väärtuse prognoosimismetoodikad, mis võimaldavad valida lähtudes talu haritava maa pindalast sellele kohane masinapark või, lähtudes masinapargist, sellele sobiv haritava maa pindala.

1. Selgub, et teraviljandustalus masinapargi optimaalkoormuse (s.o. talu haritava maa pindala) väärtus sõltub reast teguritest, mis oma olemuselt on muutuvad suurused, mistõttu ka masinapargi optimaalkoormuse väärtus on muutuv suurus ja tuleb igale konkreetsele talule määrata eraldi.
2. Talu masinapargi optimaalkoormuse väärtus, määratuna kasumi maksimumi tingimusest, saagikuse suurenedes kasvab, määratuna tasuvuse maksimaalsuse tingimusest saagikuse kasvades väheneb.
3. Talu masinapargi optimaalkoormuse väärtus sõltub kasutatud arvutusmetoodikast. Masinapargi optimaalkoormuse väärtus on suurim määratuna 1. variandi lähteandmetest. See on tingitud suvi- ja taliviljade kasvupinna suhtest, sest taliviljade oluliselt lühem külviaeg ja sellest tulenev saagikuse suhteliselt väike langus kompenseerib osaliselt suviviljade saagikuse langusest tingitud tulu vähenemist.
4. Masinapargi töökoormuse kasvades kasumi juurdekasv töökoormuse ühiku kohta aeglustub, mistõttu kasumi maksimaalsus ei ole parim masinapargi töökoormuse optimaalsuse kriteerium. Ilmselt on sobivam optimaalsuse kriteerium tasuvuse maksimaalsus.
5. Kui talu haritavate maade mullaviljakus ja/või väetamise tase on madal, on võimalik, et talu üldse ei saa töötada kasumiga. (Antud arvutusnäites $h < 2500$ kg/ha korral.)
6. Kui masinapargi töökoormus on liiga väike, siis nii kasum kui ka tasuvus on negatiivne püsikulude suure osakaalu tõttu toodangu omahinnas. Kui masinapargi töökoormus on liiga suur, siis võivad nii kasum kui ka tasuvus uuesti muutuda negatiivseks tööde kestuse pikenedes tingitud saagi vähenemise tõttu. Seega tootmine võib toimuda vaid siis, kui masinapargi töökoormus on teatud vahemikus. (Näiteks joon. 1,b kohaselt on saagikuse $h = 3500$ kg/ha korral tasuvuse alampiir, s.o. $Z = 0$, tingimisel, et masinapargile on kevadkülvil kindlustatud töö 5 päevaks, ja tasuvuse maksimaalsus, kui töö kevadkülvil on kindlustatud 13 päevaks ehk talu nii suvi- kui ka taliviljade kasvupind on vahemikus 28...73 hektarit.)
7. Talu masinapark ei pea tingimata töötama täpselt optimaalkoormusega, kuna ka optimaalsele lähedane koormus võib talule garanteerida kasumi või tasuvuse vastuvõetava suuruse.

Kirjandus

Koik E. Enne külvi kalkuleeri tootmiskulud. – Eesti Maa, 22. aprill 1996.

Maatalouden työnormit. TTS monisteita 2/1988. – 157 s.

Möller H. Traktoragregaatide efektiivsus põllutöödel. – Tln.: Valgus, 1981. – 96 lk.

Põllumajandustööde normid. Mehhaniseeritud tööd. – Tln.: Eesti NSV Agrotööstuskoondise info- ja juurutusvalitsus. 1984. – 384 lk.

Uurimistööd, mille probleeme artikkel käsitleb, finantseerib Eesti Teadusfond.

Optimum Yearly Operation Time of Machinery in a Grain Growing Farm

H. Möller, M. Asi, K. Soonets, K. Tamm, R. Vettik

Summary

The effect of machinery lifetime and yearly operation time on a grain growing farm's income and production costs are analyzed. Increasing the machinery yearly operation time and amount of work leads to decreasing per unit costs. Increasing the yearly amount of work is limited by agrotechnical terms. The crops yield depends on field works time and duration, and effects the farm income. The methods and formulae to prognosticate farm machinery optimum yearly operation time were composed. Farm profit and profitability were used as optimization criteria.