

MASINAPARGI AASTASE TÖÖKOORMUSE MÕJU TERAVILJANDUSTALU KASUMILE

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

Praegused traktorite ja põllutöömasinate suhteliselt kallid ja nende abil kasvatatud saagi odavad hinnad sunnivad tootmise odavamiseks masinaid üha intensiivsemalt koormama. Ühelt poolt tähendab see masinate kindlateks põllutöödeks sobiva ajavahemiku pikendamist antud majandamistingimustes vastuvõetava piirini ja teiselt poolt masinate töölerakendamist selle ajavahemiku kestel antud looduslik-kliimaatilistes tingimustes maksimaalse võimaliku tootlusega.

Autorite poolt on välja töötatud teraviljandustalu ja selle masinapargi põhiparameetrite optimeerimismetoodika ja arvutusmudelid (Asi jt., 1998; Möller jt., 1998a, 1998b). Siinjuures on täpsustatud teraviljade viljelemise muutuvkulude kui ühe lähtesuuruse prognoosimist, lähtudes talu pindala suuruselt.

Küsimuse asetus

Nimetatud optimeerimismetoodika võimaldab määrata teraviljandustalu haritava maa optimaalse suuruse (s.o. talu masinapargi aastase optimaalse töökoormuse), lähtudes kas kasumi või tasuvuse maksimaalsusest. Lähtesuuruste kasutatud väärtuste korral on see vahemikus ~70...100 ha. Praegu on enamikul taludel haritava maa suurus oluliselt väiksem selle prognoositud optimaalsest suuruselt. Seetõttu on selge, et oma talu konkurentsivõimet tõsta soovides on otstarbekas selle haritava maa pindala suurendada (kas maade rentimise või ka ostmise teel) kas võrdseks haritava maa optimaalse pindalaga või vähemalt sellele ligilähedaseks.

Talu haritava maa pindala suurenemine kutsub esile saagi koguse ja tulu kasvu kõrval ka kulude juurdekasvu. Ülalnimetatud optimeerimismudel arvestab nii püsikulude kui ka muutuvkulude muutumist masinapargi poolt aastas talu põldudel tehtava töömahu muutumisel. Seejuures on aga võimalik muutuvkulude suuruse senisest täpsem prognoosimine, lahutades muutuvkulud kaheks komponendiks. Esimesse kuuluvad kulutused seemnele, väetistele, taimekaitsevahenditele, põllu harimiseks kulunud kütusele ja määrdeainetele, saagi kuivatamiseks kulunud kütusele ja elektrienergiale jms., seega kulutused, mis ei sõltu põllu kaugusest talu keskusest. Teise kuuluvad kulutused, mis on tingitud põllu asukohast talus, s.o. kulutused tööle ja töölt tagasi sõitule ning kulutused koormate veoks põllule ja põllult talu keskusesse. Tee pikkus sõidul erinevatele põldudele on erinev, samuti on põldude pindalaühikule veetavate koormate mass erinev ja sõltub igal põllul kasvatatavast kultuurist. Põldudel kasvatatavad kultuurid vahelduvad aga valitud külvikorra järgi. Seetõttu saab pikema ajavahemiku kohta põldude pindalaühikule veetavad massid lugeda praktiliselt võrdseks ja transpordist tingitud lisakulutused sõltuvaks põllule ja põllult sõidu keskmisest teepikkusest, mida edaspidi on nimetatud keskmiseks veokauguseks. Neid põllu asukohast sõltuvaid kulutusi ongi siin käsitletud.

Tähised:

- d – keskmine teoreetiline veokaugus,
- f, g – regressioonikordajad,
- k_t – transpordikulud,
- n – agregaaadi põllule ja põllult sõitude arv päevas,
- q_i – kulutatud kütuse kogus,
- r_k – kütuse komplekshind,
- t – tööde kestus,
- t_p – aja kulu põllule ja põllult sõiduks päevas,
- v – kiirus,
- w_k – masinapargi poolt tehtavate külvitööde kompleksi keskmine päevane tootlus,
- A – hektarile ja hektarilt veetavate koormate mass,
- R – raadius,
- T_p – tööpäeva kestus,
- α – tegur, mis näitab, kui suure osa ringi raadiusest moodustab keskmine teoreetiline veokaugus,
- β – haritava maa osakaal talu kogupindalast,
- γ – veokauguse pikenemise tegur,
- ε – tööaja lühenemise tegur,
- ρ – vedude tsentri kaugust raadiuse osades ringi keskpunktist näitav tegur,
- ω – masinapargi remondi- ja hoolduskulude suurust võrreldes kulutustega kütusele näitav tegur.

Agregaadi tootluse sõltuvus talu pindalast

Talu tööpäev koosneb tavaliselt kahest poolpäevast, s.o. talunik sõidab põllule tööle, tuleb tagasi lõunale ja siirdub pärast lõunat jälle tööle. Agregaatide töönormide koostamisel ajakulu põllule- ja tagasisõiduks sageli ei arvestata (Põllumajandustööde normid, 1984). Talunik võib oma talus töötada oma kehtestatud ajakava järgi. Kui ta aga kasutab palgatööd, siis peab ta lähtuma vastavatest eeskirjadest. Olgu tööaja kestus päevas T_p tundi. Mida enam kulub aega põllule ja põllult tagasisõiduks, seda lühemaks jääb tööaeg põllul ja selle kestel tehtava töö maht. Seega tuleks määrata tööaja lühenemise tegur funktsioonina keskmisest veokaugusest.

Kui talu pindala on ligikaudselt kirjeldatav mingi tuntud geomeetrilise kujundiga (ring, ellips jms.) ning põldude jaotus talu kogupindalale on ühtlane, siis on talutöödel kujuneva keskmise veokauguse, mis on ka agregaatide keskmiseks tühisõidu pikkuseks, prognoosimine võimalik (Möller jt., 1997; 1998c).

Keskmine teoreetiline veokaugus näiteks ringikujulises talus avaldub (Möller jt., 1997) järgmiselt:

$$d = R \cdot \alpha, \quad \alpha = (0.667 - 0.021\rho + 0.571\rho^2 - 0.085\rho^3). \quad (1)$$

Agregaatide tühisõitudest põhjustatud tööaja lühenemist arvestav tegur on avaldatav kujul

$$\varepsilon = \frac{T_p - t_p}{T_p} = 1 - \frac{n\gamma\alpha}{5Tv} \sqrt{\frac{tw_k}{\pi\beta}}. \quad (2)$$

Et tööks jääb põllule ja põllult tagasi sõitude tõttu aega vähemaks, siis väheneb mõnevõrra ka agregaatide päevane komplekstootlus.

Seega arvutustulemuste täpsustamiseks on otstarbekas tööaja lühenemise teguri ε lülitamine talu kasumi prognoosimise valemisse (Möller jt., 1998a). Tuleb ära märkida, et tööaja lühenemise tegur ε , millega talu haritava maa pindala optimeerimisarvutustes tuleb korrutada agregaatide komplekstootlust w_k , on kahjuks avaldatav sellesama komplekstootluse kaudu. Seega tuleks ε väärtuse täpseks prognoosimiseks teha arvutusi mitu korda, korrutades saadud ε väärtusega ka ruutjuure märgi all olevat w_k väärtust, lähendades niimoodi ε väärtuse tema täpsele väärtusele. Seda võib muidugi teha, kuid et tekkiv arvutusviga on väike, siis ε väga täpse prognoosimise järel ei ole vajadust. Liiatigi kui talu teised parameetrid ei ole ka väga täpselt arvesse võetavad. Talu ei ole kunagi täpselt ringikujuline, põldude paiknemine külvipinnal homogeenne jne. Näitena on antud tööaja lühenemise teguri ε mõned väärtused (tabel 1).

Tabel 1. Tööaja lühenemise teguri ε sõltuvus ringikujulise talu üldpindalast U ja vedude tsentri asukohast ρ

Table 1. Working time decreasing rate ε values in dependence on farm total acreage U and transportation centre location rate ρ in a circular farm plot

| ρ | ε | | |
|--------|---------------|--------------|--------------|
| | $U = 175$ ha | $U = 525$ ha | $U = 875$ ha |
| 0,0 | 0,957 | 0,925 | 0,903 |
| 0,2 | 0,956 | 0,923 | 0,900 |
| 0,4 | 0,952 | 0,917 | 0,892 |
| 0,6 | 0,945 | 0,906 | 0,878 |
| 0,8 | 0,937 | 0,891 | 0,859 |
| 1,0 | 0,927 | 0,873 | 0,836 |

Transporditööde mahu ja maksumuse sõltuvus talu pindalast

Teraviljandustalu kasumi prognoosimise võrrandis (Möller jt., 1998a) on kõik talu ja selle masinapargi töödega seotud püsikulud arvestatud. Transporditööde mahu kasvades kasvavad seega ainult muutuvkulud (tingimusel, et need tööd teeb ära talus olemasolev masinapark), s.o. kulud kütusele ja remondile ning hooldusele. Kütusekulu on prognoositav. Kütuse kulunormid Eestis on antud liitrites veetava koorma tonni kohta, sõltuvalt traktori ja järelhaagise margist, veetava materjali klassist, peale- ja mahalaadimise viisist ja veokaugusest (Põllumajandustööde normid, 1984).

Mingi koorma ühe tonni veol kuluva kütuse hulga saab avaldada kujul

$$q_i = fd\gamma + g, \quad (3)$$

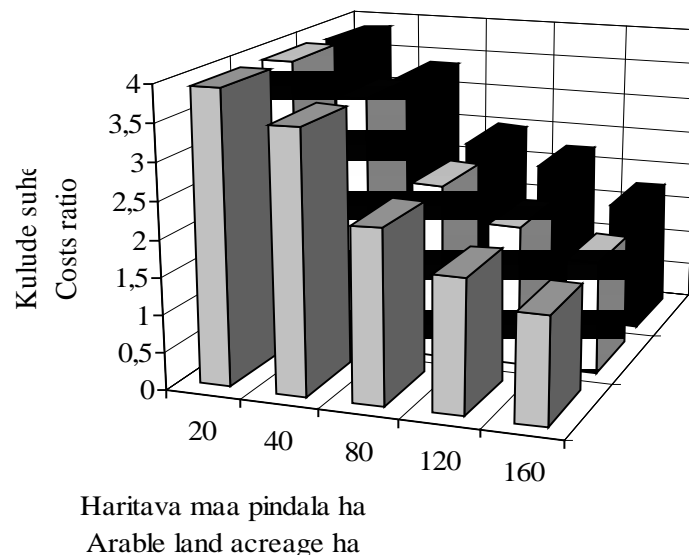
kusjuures vastavate regressioonikordajate väärtused mõningatel agregaatidel on toodud tabelis 2.

Tabel 2. Regressioonikordajate f ja g väärtus veotöödel traktoriga MTZ-80/82 mehhaniseeritud peale- ja mahalaadimisel

Table 2. Values of regression coefficients f and g . Mechanised loading and unloading, tractor MTZ-80/82 and trailers

| Järevaankri kandevõime, t <i>Trailer's load, t</i> | Veoste klass <i>Load's class</i> | f | g |
|---|-------------------------------------|-----------|----------|
| 4 | I | 0,3219805 | 0,155048 |
| 4 | II | 0,3849837 | 0,176707 |
| 4 | III | 0,4740586 | 0,234855 |
| 6 | I | 0,2583750 | 0,114527 |
| 6 | II | 0,3016112 | 0,137073 |
| 6 | III | 0,3854833 | 0,176026 |

Kulutusi remondile ja hooldusele saab prognoosida kulutatud kütuse kaudu. Ala-Mantila (1992) on esitanud nii kulud kütusele kui ka remondile ja hooldusele, sõltuvalt külvipinna (20...160 ha) suurusest (joon. 1.).



Joonis 1. Talu masinapargi remondi- ja hoolduskulude suhe kütusekuludesse: mustad tulbad talivilja viljelemisel, hallid suviviljade viljelemisel ja triibulised nende kaalutud keskmised tingimused, kui suviviljade osakaal on 75% ja taliviljadel 25% kogu külvipinnast

Figure 1. Farm machinery repair and service costs ratio to the fuel costs: black columns-winter crops growing; grey columns-spring crops growing; striped columns-weighted average values ($p = 0.75$)

Tema andmetest saab koostada seose

$$\omega = 4.101 - 0.017tw_k \varepsilon. \quad (4)$$

Seega ringikujulise pindalaga talu transpordikulud avalduvad järgmiselt:

$$k_T = tw_k \varepsilon A \left[\frac{f\gamma\alpha}{10} \sqrt{\frac{tw_k \varepsilon}{\pi\beta}} + g \right] (1 + \omega)r_k. \quad (5)$$

Kokkuvõte

1. Talu haritava maa pindala ja kogupindala suurenemine põhjustab masinapargi koormuse, saagi, tulu ja kasumi juurdekasvu kõrval ka teraviljakasvatuse muutuvkulude juurdekasvu. See on tingitud kahest asjaolust. Esiteks suureneb kõikide agregaatide sõiduaeg põllule ja põllult tagasi, mistõttu väheneb agregaatide päevane tootlus, s.o. samade kulude juures tehakse vähem tootmistööd. Teiseks suureneb transpordiagregaatide tööde maht, sest pikeneb tee põllule ja põllult talu keskusesse.
2. Talu haritava maa pindala, aga samuti talu kogupindala suurenemine mõjutab talu keskmist veokaugust. Kui põldude jaotus kogupindalale on homogeenne, siis on võimalik keskmise veokauguse väärtusi prognoosida.
3. Lähtudes keskmise veokauguse suurenemisest, saab leida nii agregaatide päevase tootluse vähenemise teguri kui ka transporditööde mahu suurenemisest tingitud muutuvkulude juurdekasvu.

Kirjandus

- Ala-Mantila O. (1992). Tuotantokustanusten seurannan perusteet. – Maatalouden taloudellinen tutkimuslaitos. Finland. Tiedonantoja, 180, 81 s.
- Asi M., Möller H., Soonets K., Tamm K. (1998). Optimum Yearly Operation Time of Machinery in a Grain Growing Farm. Engineering. Proceedings 3(1). – Kaunas-Akademija, 26...41 – (Research Papers of LU of AG, 1998).
- Möller H., Asi M., Soonets K., Tamm K., Vettik R. (1998a). Teraviljandustalu masinapargi optimaalkoormus. – Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi Toimetised, 7. – Tartu, 65...68.
- Möller H., Asi M., Linnas L., Olak H., Tamm K., Eerits A., Roostalu H., Soonets K. (1998b). Masinapargi töökoormuse mõjust teraviljandustalu töötulemustele. – EPMÜ teadustööde kogumik nr. 199 "Põllumajanduskultuuride produktiivsus ja kvaliteet". – Tartu 42...55
- Möller H., Soonets K., Asi M., Eerits A. (1997). Keskmisest veokaugusest põllutöödel. – EPMÜ teadustööde kogumik nr 193 "Põllumajandustehnika ja energeetika." – Tartu, 93...100.
- Möller H., Soonets K., Asi M., Vettik R. (1998c). Keskmisest veokaugusest põllutöödel vedude ellipsikujulise piirkonna korral. – Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi Toimetised, 7. – Tartu, 69...72.
- Põllumajandustööde normid. (1984). Mehhaniseeritud tööd. Eesti NSV Agrotööstuskoondise info- ja juurutusvalitsus, Tln., 384.

Uurimistööd, mille probleeme artikkel käsitleb, finantseerib Eesti Teadusfond.

Machinery Yearly Operation Time Effect on Grain Growing Farm Profit

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

Summary

Increasing farm's total and arable land acreage also creates favorable preconditions for yields, profit and profitability growth. It enables to use the machinery more efficiently. At the same time the cereals growing variable costs are rising. Mainly it is caused by two factors. Firstly, the average transportation route length and therefore machinery driving time are increasing, as a result, the machinery daily performance is decreasing. Secondly, the farm's transportation works amount is growing larger as the farm's acreage growth effects the average transportation route length.

In the case of homogenous distribution of the fields on the farm's plot the transportation route length's average value can be calculated by analytical functions.

Using the values of the transportation route length the coefficients of machinery daily performance decrease, transportation works amount increase and also the variable costs growth could be calculated.