

# TERAVILJANDUSTALU TOOTMISTEgevuse RAHALIS-ENERGEETILINE VÕRDLUSHINNANG

H. Metsa, V. Meriloo, Ü. Kerner

Igasuguse nähtuse looduslik ilming on seotud selle energeetilise seisundiga. Sellest tulenevalt on mis tahes nähtust või nähtuste kogumit võimalik kirjeldada energeetiliste parameetrite kaudu. Samamoodi on rahvamajandusliku tootmisüksuse, sealhulgas ka teraviljandustalu iseloomustamisel võimalik kasutada energeetilist kirjeldusviisi. Hindamiskriteeriumina on seejuures kasutusel füüsikast tuntud kasutegur. Inimühiskonnas toimivate energeetiliste nähtuste hindamisel kasutatakse energia ekvivalendina praktikas raha. Nähtuse rahalisel kirjeldamisel saab selle kasuteguri leida põhimõtteliselt samadel alustel energeetilise ja sellisel juhul on need omavahel üheselt võrreldavad. Sisuliselt on energeetilise kasuteguri puhul tegemist talu tootmistegevuse hindamisega looduslik-naturaalselt seisukohalt ja rahalise kasuteguri puhul majandus-turunduslikust aspektist. Eduka tootmistegevuse korral peaksid mõlemad kasutegurid olema võimalikult kõrged ja lähedased. Energeetilist kasutegurit mõjutavad määravalt looduslik-kliimaatilised tingimused, rahanduslikule kasutegurile avaldab põhilist mõju riigi majanduspoliitika turu kaudu. Lisaks avaldab mõlemale kasutegurile mõju veel hulk muidki faktoreid, nagu näiteks riigi teaduslik-tehniline tase, kaubavahetus teiste riikidega, omamaiste tootmissisendite olemasolu jt. Üldjuhul jääb energeetiline kasutegur antud tingimustes toimuva tootmisprotsessi ülemiseks ja stabiilseks piiriks, rahaline on aga muutliku iseloomuga ja võib sellele vaid läheneda.

Energeetilise ja rahalise kasuteguri seost Eesti teraviljandustalu näitel võimaldab analüüsida teraviljandustalu tootmistegevust kajastav vastav matemaatiline mudel (Meriloo jt., 1996; Meriloo *et al.*, 1997; Metsa, Meriloo, 1997).

Matemaatilise mudeli vahendusel arvutatakse läbi teraviljandustalu kogu tehnoloogiline tsükkel, kusjuures arvutusvalemid on võetud kas kirjandusest (saagikus, väetised, mürkkemikaalid, agrotehnika jt.), tuletatud ise (tööe keskmine pikkus, keskmine veokaugus jt.) või Eestis kasutatud tabelandmete alusel funktsioneeritud (kütusekulu, masinagregaatide tunnitootlus jt.).

Mudelis lähtesuurustena arvestatavaid saagimõjureid võib grupeerida järgmiselt:

- 1) looduslik-kliimaatilised (mulla viljakus, põldude reljeef ja kivisus, saagiaasta hinnang);
- 2) majanduslik-tehnoloogilised (künnimaa suurus, külvikordade arv, põldude liigendatus, põhu ja sideraatide kasutamine väetamiseks, traktorite vajadus, sõnnikuveo kaugus jt.);
- 3) arvutuslik-tehnoloogilised (põldude ja põllulappide suurus, tööjõu- ja kütusekulu, väetiste ja pestitsiidide vajalikud kogused, saagid, talu kasutegur e. agroenergeetiline tegur jt.).

Kõigi teraviljandustalus vajalike tööde tegemiseks valib arvuti talu matemaatilises mudelis programmeeritud nn. optimeerimisrežiimi kohaselt viiest traktori võimsusklassist ühe või kaks vastavalt parimatele energeetilistele tulemustele. Seejärel töödeldakse mudeli vahendusel saadud informatsiooni vastava arvutiprogrammi abil. Andmetöötlustulemusena saame talu agroenergeetilise kasuteguri  $E_A$  4-väljalise külvikorra kasutamisel järgmise ruutpolünoomi kujul:

$$E_A = 2,775 - 5,689 \cdot 10^{-3}X - 2,198 \cdot 10^{-3}Y + 1,957 \cdot 10^{-3}Z + 2,9 \cdot 10^{-5}X^2 + 1,1 \cdot 10^{-5}Y^2 + 2,02 \cdot 10^{-4}Z^2 + 1,0 \cdot 10^{-5}XY - 8,541454 \cdot 10^{-5}XZ - 5,087278 \cdot 10^{-6}YZ + 1,164621 \cdot 10^{-7}XYZ, \quad (1)$$

kus  $E_A$  – talu agroenergeetiline tegur (sisuliselt talu kasutegur päikeseenergiat arvestamata);

$X$  – talu künnimaa suurus, ha;

$Y$  – põllutööde tehnoloogiaoperatsioonide teostamiseks vajalik traktorimootorite summaarne võimsus, kW;

$Z$  – mulla viljakus (boniteet) hindepallides (Eesti puhul praktiliselt 20...70).

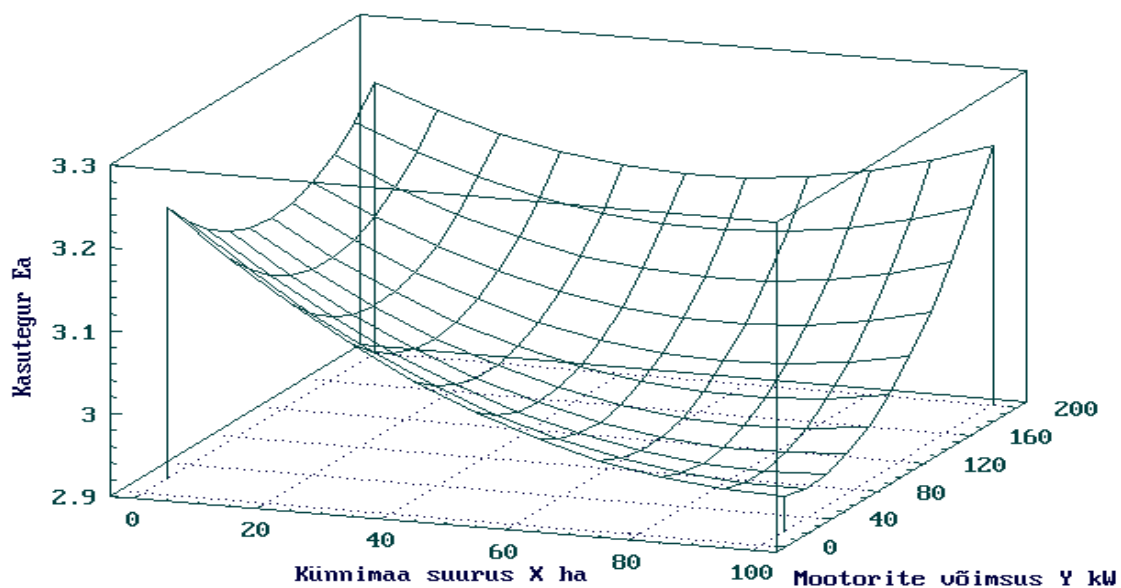
Antud mudelit iseloomustavad järgmised statistilised näitsuurused: mitmese korrelatsioonikordaja ruut on 0,9875, jääkhajuvuse standardhälve 0,0028487, keskmine absoluutviga 0,018412 ja tulemused on saadud 27 vaatluspunkti alusel.

Võttes boniteedi väärtuseks 45 hindepalli (Eesti keskmine on 43), saame talu künnimaa suuruse  $X$  ja põllutöödeks vajaliku traktoripargi  $Y$  sõltuvana agroenergeetilisest kasutegurist  $E_A$  esitada graafikuna (joonis 1).

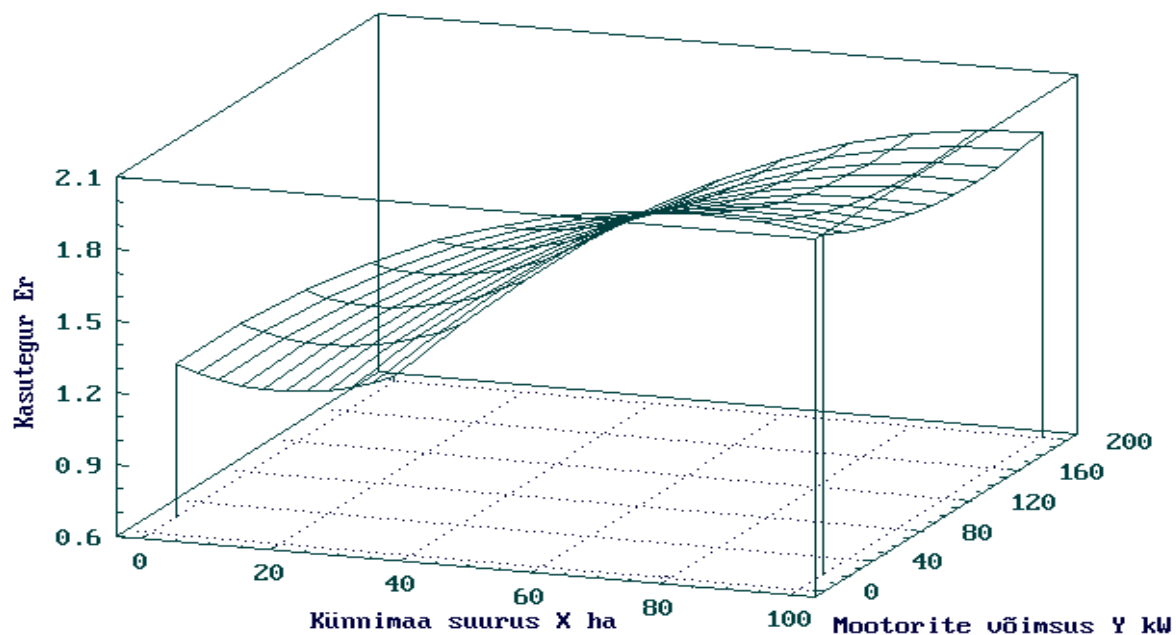
Analoogselt talu energeetilise kasuteguriga võime sama avaldada ka rahalisel alusel. Asendades energeetilise kasuteguri leidmisel kasutatud suurused (ekvivalendid) vastavalt nende rahaliste analoogidega, saame samadel tootmistingimustel teraviljandustalu rahalise kasuteguri  $E_R$ . Funktsiooni tuletamisel on kasutatud sisendite ja väljundite turuhindu. Sel juhul on analoogselt eelmisega saadud ruutpolünoom järgmine:

$$E_R = 1,311544 + 1,8426 \cdot 10^{-2}X - 6,081 \cdot 10^{-3}Y - 6,263 \cdot 10^{-3}Z - 1,23 \cdot 10^{-4}X^2 + 1,1 \cdot 10^{-5}Y^2 + 1,6 \cdot 10^{-4}Z^2 + 2,8 \cdot 10^{-5}XY + 2,5 \cdot 10^{-6}XZ + 4,72088 \cdot 10^{-6}YZ - 3,474783 \cdot 10^{-8}XYZ. \quad (2)$$

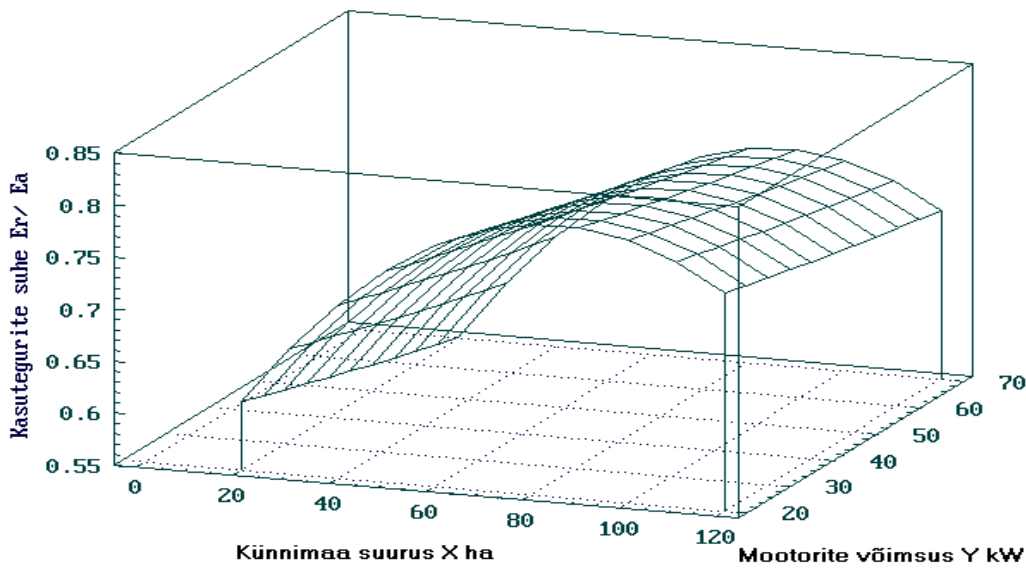
Antud mudelit iseloomustavad järgmised statistilised näitsuurused: mitmese korrelatsioonikordaja ruut on 0,88, jääkhajuvuse standardhälve 0,025846, keskmine absoluutviga 0,016129 ja tulemused on saadud 27 vaatluspunkti alusel.



**Joonis 1.** Teraviljandustalu agroenergeetilise kasuteguri  $E_A$  sõltuvus künnimaa suurusest  $X$  ja traktoripargi mootorite võimsusest  $Y$  mullaviljakuse korral 45 hindepalli 4-väljalise külvikorra kasutamisel  
**Figure 1.** Relationship between agroenergetic profit  $E_A$  of a grain crop farm, acreage of an arable area  $X$  and motor capacity of tractors  $Y$  in the farm of a soil fertility 45 points and of a 4-fields crop rotation system

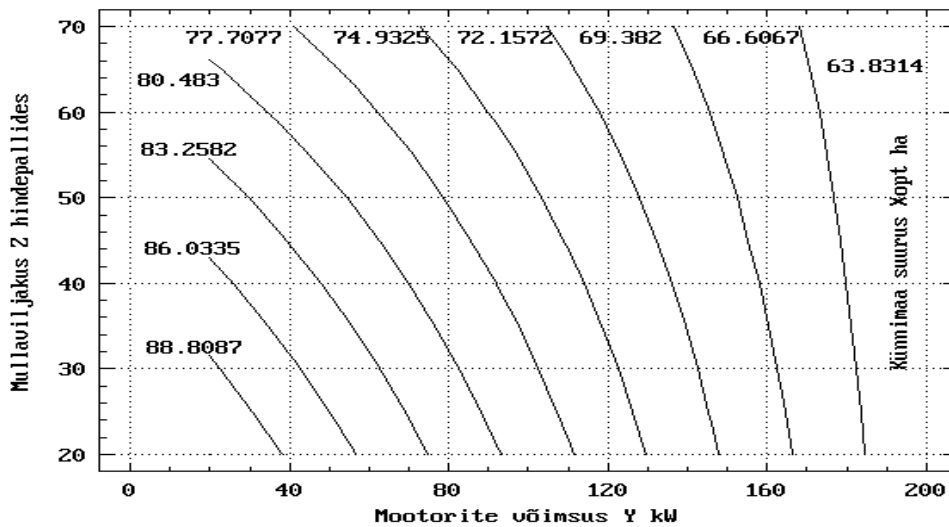


**Joonis 2.** Teraviljandustalu rahalise kasuteguri  $E_R$  sõltuvus künnimaa suurusest  $X$  ja traktoripargi mootorite summaarsest võimsusest  $Y$  mullaviljakuse korral 45 hindepalli 4-väljalise külvikorra kasutamisel  
**Figure 2.** Relationship between monetary profit  $E_R$  of a grain crop farm, acreage of an arable area  $X$  and motor capacity of tractors  $Y$  in the farm of a soil fertility 45 points and of a 4-fields crop rotation system



**Joonis 3.** Teraviljandustalu rahalise ja agroenergeetilise kasuteguri suhte  $E_{RA}$  sõltuvus künnimaa suurusest  $X$  ja kasutatava traktoripargi mootorite summaarsest võimsusest  $Y$  mullaviljakuse korral 45 hindepalli 4-väljalise külvikorra kasutamisel.

**Figure 3.** Relationship between relations of monetary and agroenergetic profits  $E_{RA}$  of a grain crop farm, acreage of an arable area  $X$  and motor capacity of tractors  $Y$  in the farm of a soil fertility 45 points and of a 4-fields crop rotation system.



**Joonis 4.** Teraviljandustalu optimaalset künnimaa suurust  $X_{opt}$  kujutava pinna kontuurjooned sõltuvana traktoripargi mootorite summaarsest võimsusest  $Y$  ja mulla viljakusest  $Z$  4-väljalise külvikorra kasutamisel

**Figure 4.** The contour plot of surface of optimum of arable area  $X_{opt}$  in relationship of a motor capacity of tractors  $Y$  and soil fertility  $Z$  in the case of 4-fields crop rotation system

Joonisel 2 on esitatud valemi (2) põhjal saadud graafik talu künnimaa suuruse  $X$  ja põllutöödeks vajaliku traktorimootorite võimsuse  $Y$  sõltuvusena talu rahalisest kasutegurist  $E_R$  juhul, kui mulla viljakus on 45 hindepalli. Võrreldes graafikuid joonistel 1 ja 2 ilmneb, et nende muutumise iseloom on vastupidine: kui joonisel 1 toodud graafik on nõgus, siis joonisel 2 esitatu on kumer. Tootmise objektiivsemaks iseloomustamiseks on nende kahe juhu kooskõpselt igal juhul vajalik, ning lihtsaim viis seda teha on nende suhte kaudu. Majandusteoreetiliselt on sel moel tegemist inimtegevusest tuleneva ja looduse poolt võimalikuks peetava seisundi koostoimega. Eelpool kasutatud metoodika kohaselt leitud funktsioonide (2) ja (1) suhte  $E_{RA}$  selle näitena avaldub siis järgneva ruutpolünoomi kujul:

$$E_{RA} = E_R/E_A = 0,401561 + 8,746 \cdot 10^{-3}X - 1,548 \cdot 10^{-3}Y - 2,3 \cdot 10^{-5}Z - 4,5 \cdot 10^{-5}X^2 + 2,842461 \cdot 10^{-6}Y^2 + 4,938272 \cdot 10^{-6}Z^2 - 1,633494 \cdot 10^{-6}XY - 2,4 \cdot 10^{-5}XZ - 1,896039 \cdot 10^{-6}YZ + 1,162702 \cdot 10^{-7}XYZ \quad (3)$$

Antud mudelit iseloomustavad järgmised statistilised näitsuurused: mitmese korrelatsioonikordaja ruut on 0,9959, jääkhajuvuse standardhälve 0,004481, keskmine absoluutviga 0,002612 ja tulemused on saadud 27 vaatluspunkti alusel.

Joonisel 3 on toodud funktsiooniga (3) saadud graafik juhul, kui mulla viljakus Z on 45 hindepalli. Saadud joonisel on näha, et graafikul kujutatud pind omab harja. See tähendab, et rahalise ja energeetilise kasuteguri suhtel  $E_{RA}$  on argumentide X, Y ja Z teatud suuruste korral suurimad väärtused, s.t. optimumolukord.

Teraviljandustalu künnimaa optimaalse suuruse leidmiseks sõltavana mulla viljakusest Z ja traktorite mootorite vajalikust võimsusest Y tuleb funktsiooni (3) diferentseerida künnimaa suuruse X järgi ja võrrutada saadud tulemus 0-ga. Talu optimaalne künnimaa suurus rahalise kasuteguri  $E_R$  ja energeetilise kasuteguri  $E_A$  suhte  $E_{RA}$  järgi avaldub järgmiselt:

$$X_{opt} = 97,18 - 0,1777Y - 0,2667Z + 0,0012918YZ, \quad (4)$$

kus tähised on samad mis eelnevateski valemities. Funktsiooni (4) põhjal saadud graafik on toodud joonisel 4.

### Järeldused

1. Jooniselt 1 nähtub, et 45-hindepallise mullaviljakusega teraviljandustalu künnimaa X ja kasutatava traktoripargi mootorivõimsuse Y suurenemine 4-väljalise külvikorra kasutamisel viib talu agroenergeetilise kasuteguri  $E_A$  alla. Tõsi, suurematel mootorivõimsustel Y hakkab suurema künnimaa pindala X korral (70...80 ha) agroenergeetiline kasutegur  $E_A$  jälle tõusma. Seega kasuteguri  $E_A$  poolest on halvim variant künnimaa pindalaga 80...100 ha traktorimootorite võimsuse 50...60 kW korral.
2. Teistsuguse muutumiseloomuga on rahaline kasutegur  $E_R$ . Ka siin ilmneb, et traktoripargi mootorivõimsuse suurenemine viib rahalise kasuteguri  $E_R$  alla, kuid seda siiski väiksema intensiivsusega kui eelmisel juhul. Samal ajal künnimaa X suurenemine suurendab talu rahalist kasutegurit, mis on majanduslikult igati loogiline.
3. Joonis 3 rahalise kasuteguri  $E_R$  ja agroenergeetilise kasuteguri  $E_A$  suhte  $E_R/E_A$  kohta näitab, et vastaval graafikul on hari. Seega on olemas vajaliku mootorite võimsuse Y ja künnimaa suuruse X väärtused, mille puhul saame suhte  $E_R/E_A$  kõrgemad tulemused. Teoreetiliselt tähendab see looduslik-kliimaatiliste ja majandus-turunduslike tingimuste paremat kasutamist. Talu paremaks majandamiseks tasub sellise olukorra poole pöörduda. Graafiku 3 muutumise iseloom näitab, et talu traktoripargi mootorivõimsuse Y suurenemine vähendab minimaalselt suhte  $E_R/E_A$  väärtust, künnimaa X suurenemine mõjutab seda aga üsnagi tuntuvalt. Ligi-kaudselt hinnangul jääb rahaline kasutegur  $E_R$  kaupade praeguste turuhindade juures poole väiksemaks energeetilisest kasutegurist  $E_A$ .
4. Jooniselt 4 selgub künnimaa suurus X, mille puhul saame kasutegurite suhte  $E_R/E_A$  järgi parimaid tootmistulemusi andva olukorra sõltavana kasutatavate mootorite võimsusest Y ja mulla viljakusest Z. Graafikult nähtub, et mulla viljakus Z mõjutab suhteliselt vähe optimaalset künnimaa suurust X ja seda just suuremate mootorivõimsuste Y korral. Teisalt ilmneb tendents mootorivõimsuse Y suurenemise korral optimaalse künnimaa suuruse  $X_{opt}$  vähenemisele. Seda võib seletada vajalike tööde õigeaegse tegemise võimaluste parandamisega ning sellest johtuva saakide tõusu ja kasutegurite  $E_R$  ja  $E_A$  suurenemisega.

Antud kirjatükis on teoreetiliste seisukohtade illustreerimiseks kasutatud arvutusnäidet ühe stabiilse tootmisolukorra kohta. Soovitavaid parameetreid vajalikes piirides muutes on võimalik uurida kõigi tähtsamate teraviljakasvatust mõjutavate tegurite (näiteks künnimaa suuruse, töötasu, tehnika hindade, toodangu turuhindade jt.) mõju tootmistulemustele.

### Kirjandus

- Meriloo, V., Pärnits, E., Alekand, H. Teraviljandustalu tootmistegevuse rahalis-energeetiline iseloomustus. – Agraarteadus, nr. 1, lk. 30...37, 1996.
- Meriloo, V., Kerner, Ü., Kukk, K. Agroenergetics of a grain crop farm. – Aktualni zadaci mehanizacije poljopriverde: Zbornik radova, 25. – Opatija, Croatia, p. 27..35, 1997.
- Metsa, H., Meriloo, V. Acreage of an arable area of a grain crop farm. – Agrieconomica. Current state outlook of the development of agriculture and the role of agrieconomic science and profession. – Novi Sad, Croatia, p. 275...281, 1997.

### Comparative Monetary-Agroenergetic Evaluation of Production of a Grain Crop Farm

H. Metsa, V. Meriloo, Ü. Kerner

#### Summary

On the basis of a mathematical model of a grain crop farm, the production and use of production factors can be analyzed. A computer program is used to research the production effectiveness of a farm from the aspect of monetary and agro-energetic profit and to analyze and evaluate the results. Calculations take into account the whole grain crop growing cycle. Some results of such calculations are presented in the paper.