

## Urėdijų veiklos vertinimo modeliai

Janina KAMINSKIENĖ, Eligijus LAURINAVIČIUS (LŽŪU)

el. paštas: jankam@info.lzua.lt, elis@info.lzua.lt

### Įvadas

Miškų ūkio urėdijos – gamybiniai vienetai, kurių veikla charakterizuojama daugeliu panaudojamų resursų ir gaminamų produktų. Urėdijų veiklos vertinimo klausimas aktualus, nes šios įmonės yra valstybinės ir rinkta tik iš dalies diktuoja vertinimą. Veiklos vertinimą ir palyginimą apsunkina tai, kad tiek panaudojami resursai, tiek ir gaminami produktai negali būti vertinami rinkos kainomis. Pvz., jaunuolynų plotas, įrengto ar suremontuoto sausinimo tinklo ilgis ir pan. neturi rinkos vertės. Tada tenka ieškoti metodo, tinkamo tokių ne rinkos ekonomikos objektų veiklos efektyvumo vertinimui. *Regresinės analizės* metodo taikymas, vertinant efektyvumą turi akivaizdžių trūkumų: 1) sunku mažiausių kvadratų metodu suformuoti tinkamą produkcijos gamybos netiesinį paviršių; 2) netiesinio paviršiaus atveju gana sunku įvesti vertinimo matą; 3) vertinami objektai apibūdinami vidutinėmis reikšmėmis. Šiame darbe naudotas duomenų apvalkalo analizės (data envelopment analysis) metodas ir modeliai, gana plačiai taikomi kitose šalyse. Duomenų apvalkalo analizės (DAA) metodas leidžia suformuoti gabalais tiesinį, išgaubtą produkcijos gamybos paviršių, kuris ekonomikos terminais kalbant išreiškia ribinį geriausių gamybos pasiekimų paviršių (realių duomenų apvalkalą). Lietuvoje DAA metodas dar nėra sulaukęs tinkamo dėmesio, todėl čia kiek supaprastintai paaiškinama metodo esmė.

Naudodamas inžinierinį efektyvumo vertinimo atitikmenį, M. Farrell [1] 1957 metais paskelbė DAA metodą, leidžiantį įvertinti produkcijos gamybos efektyvumą. M. Farrell tyrimas apėmė techninį efektyvumą, apskaičiuotą pasinaudojant efektyvia produkcijos gamybos funkcija. Savo tyrimą M. Farrell pritaikė vertindamas, lyginant su kitų šalių, JAV žemės ūkio sektoriaus efektyvumą. Dėl didelių skaičiavimo apimčių, reikalingų vertinimams apskaičiuoti, metodas plačiau nepaplito. Prasidėjus personalinių kompiuterių erai, A. Charnes, W. Cooper ir E. Rhodes [2, 3] išplėtojo M. Farrell idėją ir pasiūlė metodą, apibendrinantį efektyvumo įvertinimą santykiu (produktas/resursas) atvejui, kai vertinamo vieneto (VV) veikla charakterizuojama resursų ir produktų vektoriais. VV techninis efektyvumas, naudojant inžinierinę efektyvumo vertinimo sampratą, skaičiuojamas paprastai:

$$\text{techninis efektyvumas} = \frac{\text{svertinio produkto apimtis}}{\text{svertinio resurso apimtis}}.$$

Atskiro produkto dalies indėlių apibendrinančiame svertiniame produkte priimta vadinti produkto svoriu. Naudojamas svorių mechanizmas leidžia produktų ir resursų

vektorius transformuoti į vieną apibendrinantį skaliarą. DAA metodas suteikia galimybę kiekvienam VV individualiai parinkti tokias svorių – daugiklių  $\mu_0$  ir  $\nu_0$  reikšmes, kad VV efektyvumas būtų apskaičiuotas jam palankiausiu iš visų galimų būdu. Be abejo, efektyvumo įvertinimo reikšmė yra tik santykinė, nes vertinama tikrai realių VV atžvilgiu.

### Efektyvumo vertinimo orientacijos ir būdai

DAA metodas įgalina realizuoti tris vertinimo orientacijos variantus, panaudotinus efektyvumo vertinimui ir priklausančius nuo pasirinktų vyraujančių vertinamų faktorių:

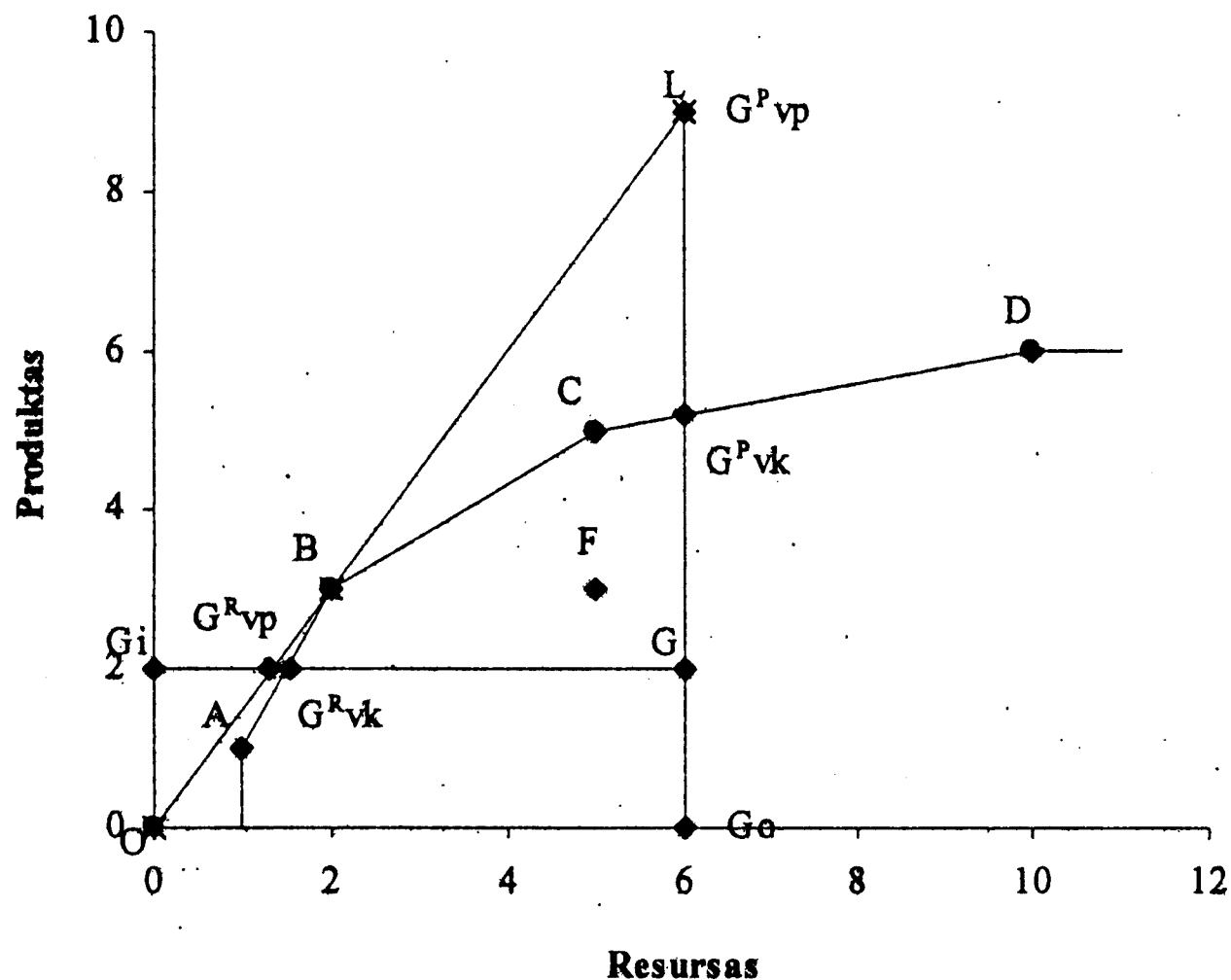
- 1) produkcijai orientuotas (technologinis) vertinimas  $E^P$  – naudojamas vertinant VV siekį su tam tikru resursų kiekiu pagaminti kuo daugiau produktų;
- 2) resursams orientuotas (taupymo) vertinimas  $E^R$  – naudojamas vertinant VV siekį gaminti tam tikrą kiekį produktų sunaudojant kuo mažiau resursų;
- 3) produkcijai ir resursams kartu orientuotas (bendras) vertinimas  $E^V$  – naudojamas vertinant VV siekį optimaliai suderinti gaminamos produkcijos ir tam sunaudotų resursų kiekius.

Taip pat DAA metodas suteikia galimybę naudoti tris vertinimo būdus. Vertinimo būdas pasirenkamas, atsižvelgiant į gamybos proceso pobūdį. Pasirinktas vertinimo būdas įtakoja konstruojamo ribinio paviršiaus tipą. Galimi tokie efektyvumo vertinimo būdai:

- 1) tiesinis (vertinimas pastovios ribos atžvilgiu). Pasirenkamas tada, kai galima su dideliu patikimumu priimti hipotezę apie tiesinį produkcijos gamybos paviršiaus pobūdį. Jis buvo ypač populiarus ikikompiuteriniame laikotarpyje, nes reikalavo mažiausiai skaičiavimų.
- 2) netiesinis (vertinimas kintančios ribos atžvilgiu). Šis būdas labai išpopuliarėjo paskutiniajame dešimtmetyje, atsiradus personaliniams kompiuteriams. Jis nereikalauja išankstinių žinių apie produkcijos gamybos paviršiaus pobūdį. Ypač naudingas dėl galimybės naudoti įvairias vertinimo orientacijas.
- 3) mišrus. Naudojamas siekiant pagerinti vertinimo patikimumą mažiausių resursų sanaudų ir didžiausių produkcijos kiekių gamybos atvejais.

Grafinė vertinimo orientacijų ir būdų iliustracija paprasčiausiam vieno resurso ir vieno produkto atvejui parodyta 1 pav. Vertinamas objektų A, B, C, D, F, G efektyvumas. Vertinimui pastovios ribos atžvilgiu naudojamas tiesinis paviršius, kurį atstovauja tiesė, išvesta per taškus OB. Vertinimui kintamos ribos atžvilgiu naudojamas netiesinis paviršius, kurį vaizduoja duomenų apvalkalas-laužtė, jungianti taškus ABCD. Mišraus vertinimo atveju naudojamas iš dalies netiesinis paviršius, kurį atstovauja laužtė OBCD.

Technologinio  $E^P$  ir taupymo  $E^R$  efektyvumo vertinimas parodytas VV G pavyzdžiu. Vertinant pastovios ribos OBL atžvilgiu, šiam taškui apskaičiuotos  $E^P$  ir  $E^R$  reikšmės atitinkamai yra  $E_p^P = (G_p^P G_o)/(G G_o)$  ir  $E_p^R = (G_p^R G_i)/(G G_i)$ . Tuo tarpu vertinimai, apskaičiuoti kintamos ribos ABCD atžvilgiu yra tokie:  $E_k^P = (G_k^P G_o)/(G G_o)$ ,  $E_k^R = (G_k^R G_i)/(G G_i)$ . Nesunku pastebėti, kad mišraus vertinimo atveju (iš dalies kintamos ribos OBCD atžvilgiu) technologinio efektyvumo



1 pav. Vertinimo būdų grafinė iliustracija.

įvertinimas  $E_m^P = E_k^P = (G_k^P G_o)/(G G_o)$ , t.y., sutampa su vertinimu, gautu kintamos ribos atžvilgiu. Tuo tarpu taupymo efektyvumo įvertinimas  $E_m^R = E_p^R = (G_p^R G_i)/(G G_i)$ , t.y., sutampa su įvertinimu, gautu pastovios ribos atveju.

Akivaizdu, kad vertinimai pastovios ribos atžvilgiu visada „negeresni“ už vertinimus kintamos ribos atžvilgiu, t.y.,  $E_p^P \leq E_k^P$  ir  $E_p^R \leq E_k^R$ . Mišraus vertinimo atveju  $E_m^P = E_k^P$  ir  $E_p^R = E_m^R$ .

### Vertinimo matematiniai modeliai

Siekama apskaičiuoti  $n$  vertinamų vienetų (VV) efektyvumą. Visi VV dirba panašiomis sąlygomis. Kiekvienas VV, naudodamas  $j$  resursų pagamina  $i$  produktą.  $Y_k = \{y_{1k}, y_{2k}, \dots, y_{ik}\}$  –  $k$ -ojo VV gaminamų produktų vektorius.  $X_k = \{x_{1k}, x_{2k}, \dots, x_{jk}\}$  –  $k$ -ojo VV panaudojamų resursų vektorius.  $\mu$  ir  $\nu$  yra vektoriai daugiklių-svorių, apskaičiuojamų atitinkamai vektoriams  $Y_k$  ir  $X_k$  taip, kad  $k$ -ojo VV efektyvumas būtų didžiausias pagal visus leistinus variantus.  $E_o^P$  – technologinio efektyvumo reikšmė,  $E_o^R$  – taupymo efektyvumo reikšmė.

Produkcijai orientuoto (technologinio) efektyvumo vertinimo matematinis modelis yra toks:

#### Modelis P

Tikslas:

$$(1) E_o^P = \sum_i \mu_{io} y_{io} \rightarrow \max$$

Apribojimai:

$$(2) \sum_j \nu_{jo} x_{jo} + \omega = 1$$

$$(3) \sum_i \mu_{ik} y_{ik} - \sum_j \nu_{jk} x_{jk} \leq 1, \quad \text{visiems } k = 1, 2, \dots, n$$

$$(4) \mu_{io} \geq 0$$

$$(5) \nu_{jo} \geq 0, \quad \omega - \text{bet kokio ženklo.}$$

Resursams orientuoto (taupymo) efektyvumo vertinimo matematinis modelis yra toks:

### Modelis R

Tikslas:

$$(1) \quad E_o^R = \sum_i \mu_{io} y_{io} + \omega \rightarrow \max$$

Apribojimai:

$$(2) \quad \sum_j v_{jo} x_{jo} = 1$$

$$(3) \quad \sum_i \mu_{ik} y_{ik} - \sum_j v_{jk} x_{jk} \leq 1, \quad \text{visiems } k = 1, 2, \dots, n$$

$$(4) \quad \mu_{io} \geq 0$$

$$(5) \quad v_{jo} \geq 0, \quad \omega - \text{bet kokio ženklo.}$$

Abiejuose modeliuose  $\mu_{ik}$ ,  $v_{jk}$ ,  $\mu_{io}$ ,  $v_{jo}$ ,  $\omega$  – tiesinio programavimo uždavinio kintamieji, kurių reikšmės apskaičiuojamos sprendimo metu.

Pateiktais technologinio ( $E^P$ ) ir taupymo ( $E^R$ ) efektyvumo įvertinimo matematiniais modeliais realizuojami vertinimo orientacijos variantai kintamos ribos atžvilgiu. Įvedus nedidelius pakeitimus, galimi ir kitų vertinimo būdų variantai. Pavyzdžiui, kai kintamojo  $\omega$  reikšmė prilyginama nuliui, gaunamas vertinimas pastovios ribos atžvilgiu. Mišriajam vertinimo būdui gauti įvedamas fiktyvus VV, nenaudojantis resursų, t.y.,  $X_k = 0$  ir negaminantis produktų, t.y.,  $Y_k = 0$ . Skaičiuojant įvertinimus pagal šiuos modelius, tenka išspręsti  $n$  tiesinio programavimo uždavinių pagal kiekvieną pasirinktą vertinimo orientacijos tipą.

### Vertinimo pavyzdžiai

Grafiškai parodyti DAA metodo esmę, kai vertinime panaudojami daugiau nei du faktoriai gana sudėtinga ir mažai vaizdu. Todėl pavyzdžiai parinkti tik su dviem vertinimą lemiančiais faktoriais.

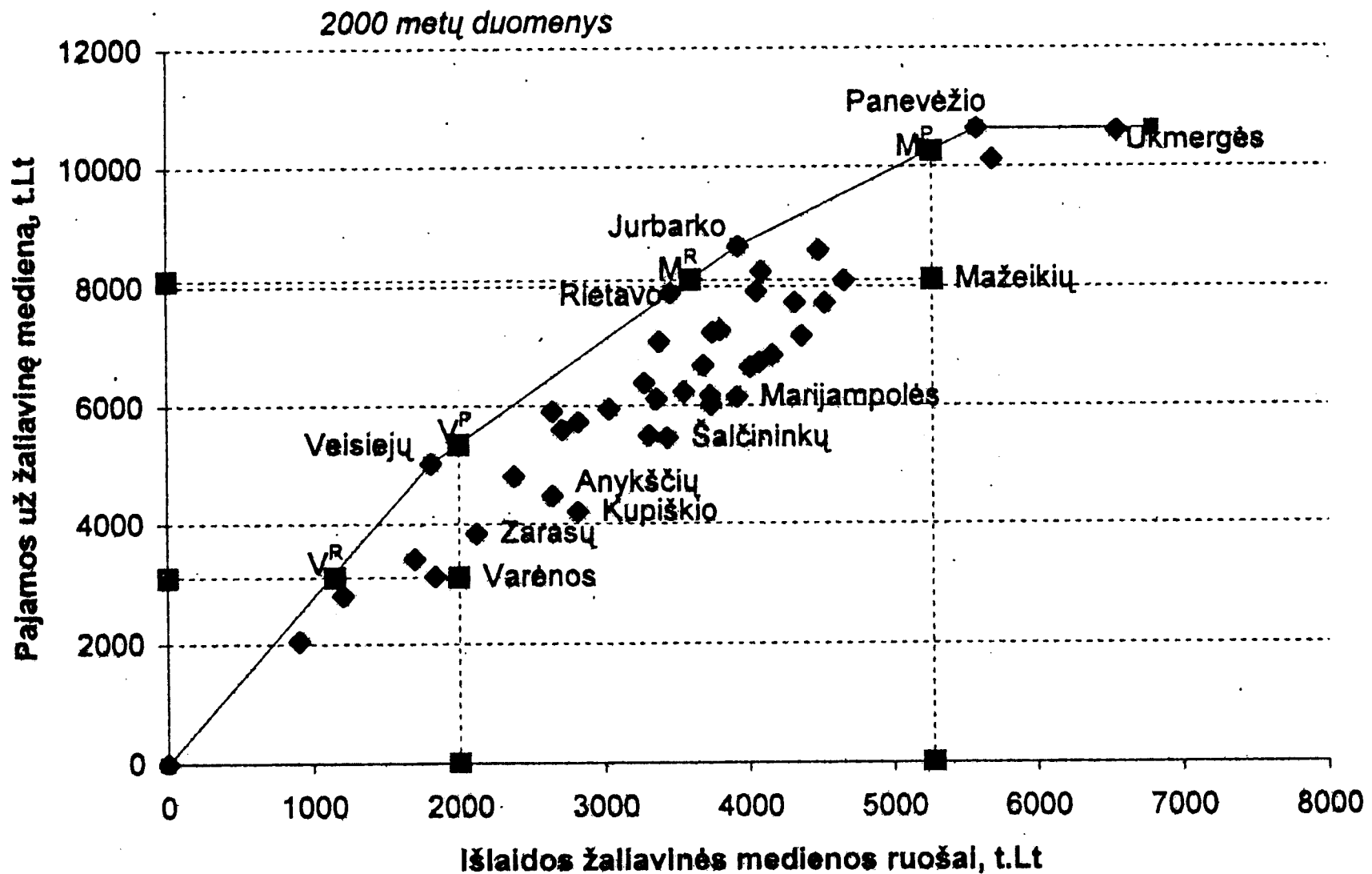
Urėdijų veiklos vertinimo žaliavinės medienos ruošoje pavyzdys parodytas 2 pav. Resursas – išlaidos žaliavinės medienos ruošai (tūkst. Lt), produktas – pajamos už žaliavinę medieną (tūkst. Lt). Geriausių pasiekimų žaliavinės medienos ruošoje per 2000 metus kreivė išvesta per Veisiejų, Rietavo, Jurbarko ir Panevėžio urėdijų duomenis atitinkančius taškus. Akivaizdu, kad  $E_{\text{Veisiejų}}^P = E_{\text{Rietavo}}^P = E_{\text{Jurbarko}}^P = E_{\text{Panevėžio}}^P = 100\%$ . Parodytas Varėnos ir Mažeikių urėdijų technologinio efektyvumo vertinimo skaičiavimas:

$$E_{\text{Varėnos}}^P = Y_{\text{Varėnos}}/Y_V^P = 58,1\%, \quad E_{\text{Varėnos}}^R = X_V^R/X_{\text{Varėnos}} = 55,9\%.$$

$$E_{\text{Mažeikių}}^P = Y_{\text{Mažeikių}}/Y_M^P = 79\%, \quad E_{\text{Mažeikių}}^R = X_M^R/X_{\text{Mažeikių}} = 68,1\%.$$

Urėdijų veiklos žaliavinės medienos ruošoje įvertinimai, apskaičiuoti panaudojus modelį P, pateikti 1 lentelėje. Beveik visų urėdijų technologinio ir taupymo efektyvumų vertinimai skiriasi nedaugiau kaip 10%, tuo tarpu Ukmergės urėdijos  $E_{\text{Ukmergės}}^P = 99,6\%$ ,  $E_{\text{Ukmergės}}^R = 84,7\%$ . Ukmergės urėdija praktiškai tokias pat pajamas kaip ir Panevėžio urėdija gavo sunaudojusi apytikriai 1 mln. Lt išlaidų daugiau už pastarąją.

Siekiant išanalizuoti urėdijų veiklos efektyvumo dinamiką, DAA metodas panaudotas apskaičiuojant vertinimus už penkių metų laikotarpį. Vertinta pagal dešimt įvairių



2 pav. Urėdijų technologinio ( $E^P$ ) ir taupymo ( $E^R$ ) efektyvumo įvertinimo žaliavinės medienos ruošoje pavyzdys.

1 lentelė. Urėdijų veiklos įvertinimai žaliavinės medienos ruošoje

Urėdija	$E^P$	$E^R$	Urėdija	$E^P$	$E^R$	Urėdija	$E^P$	$E^R$
Alytaus	91,2	87,6	Kupiškio	61,9	53,5	Šiaulių	84,6	77,9
Anykščių	69,1	60,8	Kuršėnų	78,0	69,7	Šilutės	85,9	81,6
Biržų	92,1	86,6	Marijampolės	71,0	62,5	Švenčionių	75,8	68,3
Druskininkų	81,9	81,9	Mažeikių	79,0	68,1	Tauragės	84,8	76,8
Dubravos	79,2	72,4	Nemenčinės	77,4	70,3	Telšių	95,1	90,4
Ignalinos	61,5	61,2	Pakruojo	79,9	72,6	Tytuvėnų	72,6	72,6
Jonavos	80,7	74,8	Panevėžio	100,0	100,0	Trakų	89,7	85,7
Joniškio	73,9	66,0	Prienų	93,0	89,8	Ukmergės	99,6	84,7
Jurbarko	100,0	100,0	Radviliškio	71,9	63,5	Utenos	84,0	84,0
Kaišiadorių	82,3	74,2	Raseinių	83,1	77,0	Valkininkų	72,1	62,8
Kauno	76,0	68,3	Rietavo	100,0	100,0	Varėnos	58,1	55,9
Kazlų Rūdos	84,3	78,2	Rokiškio	76,5	68,6	Veisiejų	100,0	100,0
Kėdainių	91,2	88,4	Šakių	84,2	78,9	Vilniaus	84,8	78,7
Kretingos	86,3	82,0	Šalčininkų	69,6	59,9	Zarasų	68,8	64,9

resursų (miškų plotas, išlaidos darbininkų atlyginimams, išlaidos tarnautojų atlyginimams, miško kirtimo technikos kiekis, miško traukimo technikos kiekis, išlaidos sodmenims, želdinimui, priešgaisrinei apsaugai ir pan.) bei pagal penkiolika produktų (paruošta medienos, parduota medienos stačiu mišku, apželdintas plotas, nusausinto miško plotas, išauginta sodinukų ir pan.). Tokių būdu teko spręsti apie 400 tiesinio programavimo uždavinių su 25 kintamaisiais. Dėl ribojamos straipsnio apimties nėra ga-

limybės aptarti metodo teikiamų privalumų vertinant vien tik pagal resursus arba vien tik pagal produktus, įvedant į vertinimo modelius ekspertų nuomonę apie resursų ir produktų svarbą. Metodas kol kas neturi kokio nors patogaus ir visuotino programinio aprūpinimo, todėl ši aplinkybė laikytina trūkumu metodo pritaikymo praktikoje.

### Literatūra

1. M.J. Farrell, The measurement of productive efficiency, *Statist. Soc.*, Ser. A, **120**, 253–290 (1957).
2. A. Charnes, W.W. Cooper, E. Rhodes, Measuring the efficiency of decision making units, *European J. of Operat. Res.*, **2**, 429–444 (1978).
3. A. Charnes, W.W. Cooper, R.M. Thrall, A structure for classifying and characterizing efficiency in DEA, *J. of Productivity Analysis*, **2**, 197–237 (1991).

### SUMMARY

***J. Kaminskienė, E. Laurinavičius. Models for estimating the efficiencies of forest enterprises***

A data envelopment analysis (DEA) application in evaluating the efficiency is presented. The models for estimating productive and resource efficiencies of forest enterprises are used.

*Keywords:* data envelopment analysis, efficiency, linear programming.