

## Modeliavimas ieškant pelningiausių sprendimų

### Leonas Simanauskas

profesorius socialinių mokslų habilituotas daktaras  
 Vilniaus universiteto Ekonominės informatikos katedra  
 Saulėtekio al. 9 2040 Vilnius  
 tel. (370 2) 76 89 95  
 el. p.: leonas.simanauskas@ef.vu.lt

*Straipsnyje nagrinėjamos situacijos, kuriomis reikia rengti ir priimti valdymo sprendimus. Išskiriamos įmonių valdymo situacijos, kai sprendimai siejami su kuo didesnio pelno gavimu. Analizuojami situaciniai uždaviniai, kuriems spręsti gali būti efektyviai naudojami bendri modeliavimo principai ir plačiai žinomi sprendimų alternatyvų ekspertinių įvertinimų ir tiesiniai optimalių sprendimų paieškos metodai, taikomosios programinės priemonės ir sprendimų palaikymo sistemos.*

Organizuojant ir įgyvendinant efektyvią įmonės veiklą, įvairaus rango vadovams nuolat kyla situacijų, kai reikia rengti ir priimti svarbius ir sudėtingus sprendimus. Geriausių sprendimų reikia ieškoti prieš pradėdant verslą, prognozuojant jo būtinumą ir sėkmę, rengiant perspektyvinius ir metų planus, tiriant numatomų gaminti produktų ir teikti paslaugų realizavimo ir tam reikalingų išteklių rinką, taip pat sutrikus jos procesams, padalinių ar atskirų vykdytojų veiklai ar sąveikai, paveikus nenumatytiems techniniams, technologiniams, socialiniams, ekonominiams ir kitiems vidiniams ar išoriniams veiksniams. Tokios situacijos atitinka įmonės ar jos grandžių veiklos būsenas, kurios netenkina valdymo poreikių, susiklosčiusių sąlygų, ar kyla kitokių, reikalaujančių daryti sprendimus, problemų.

Situacinis uždavinys išsprendžiamas tik tada, kai galima parengti ir įgyvendinti sprendimą, pašalinantį įmonės, jos pačios ir išori-

nės aplinkos subjektų būseną, sukūrusią tą situaciją. Tokių uždavinių sprendimo koncepcijos esmę galima nusakyti šitaip: kiekvieną konkrečių situacijų, kylančių valdomame objekte, tipą turi atitikti savos valdymo procedūrų ir valdymo poveikių realizavimo sekos, specifinės gamybinės organizacinės sistemos elementų sąveikos formos, taip pat savi sprendimų vertinimo kriterijai ir priėmimo metodai bei jų informacinė dalis (duomenų bazė). Probleminėms situacijoms spręsti svarbu taip suformuluoti situacinius uždavinius, kad būtų galima ne tik gauti konkretų atsakymą, bet ir iširti, ar negalima kiek nors pakeisti situaciją ir gauti dar geresnį, efektyvesnį sprendimą. Tam reikia papildomai atlikti sprendinių jautrumo analizę. Aptarsime tokių situacinių uždavinių sprendimo kompiuteriais ypatumus, tiesiogiai tą veiklą siedami su modeliavimu.

Apie modeliavimą dažnai kalbama kaip apie autonominę veiklą, beveik nesiejant su

kitais geriausių sprendimų paieškos darbais, o ir kompiuterizuotą modeliavimą – su probleminių situacijų sprendimu ir valdymu. Apskritai modeliai sudaromi norint gauti informacijos apie svarbiausias objekto – originalo savybes panaudojant supaprastintą jo atvaizdavimą. Probleminių situacijų modeliais ne tik formalizuotai aprašomos tos situacijos, bet tie modeliai naudojami ir tirti kompiuteriais ieškant atsakymų, sąlygojamų keičiamų pradinių duomenų kaip modelių parametru.

Apskritai tiriant yra: tyrimo objektas, asmuo, kuris turi konkrečių tyrimo tikslų (tyrėjas), taip pat modelis, kuris kuriamas norint gauti informacijos, padedančios sužinoti, kaip pasiekti iškelto tikslus – rasti geriausią valdomo objekto veiklos rezultatų požiūriu sprendimą. Originalai keičiami modeliais norint supaprastinti, pagreitinti ir atpiginti originalo ar jame vykstančių procesų nustatymą ar tyrimą. Modeliuojant visada yra dviejų rūšių objektai: originalai, kuriuos reikia tirti, ir modeliai, kurie tiesiogiai tiriami vietoje originalų.

Kalbant apie modeliavimo technologiją, paprastai nagrinėjami visi etapai ir darbai, kuriuos reikia atlikti: išsiaiškinti situaciją, suformuluoti modeliavimo uždavinį, atlikti bandymus, gautus rezultatus įvertinti ir panaudoti. Modeliavimu ieškant geriausių sprendimų tų darbų etapų turinys, technologija ir darbo sąnaudos gali daug skirtis, keistis atsižvelgiant į taikomas metodus ir priemones. Naudojant kompiuterius, dialoginio darbo technologija galima gerokai išplėsti taikomų matematinių metodų arsenalą, taikyti universalius vienkriterinius ir net daugiakriterinius optimalių sprendimų paieškos metodus. Sprendimus priimančiam asmeniui svarbūs tampa tie modeliavimo etapai, ku-

riais jis analizuoja ir aprašo situacijas, ieško galimybių ir būdų jas pagerinti. Kiti darbai, pavyzdžiui, modeliavimo algoritmo rengimas, programavimas ir pan., dažnai nebebūna svarbūs. Dabar jau yra daug programų, skirtų optimizavimo ir kitiems situaciniams uždaviniams spręsti ir dialoginiam darbui. Apibendrinami tai, kas pasakyta, išskirsime tris situacijų sprendimo modeliavimo etapus ir tyrėjui svarbiausius jų ypatumus.

**1. Situacijos aprašymas.** Aprašant situaciją, tyrėjui svarbu kuo tiksliau išskirti kylančias problemas ir nusakyti, kokius sprendimus reikia priimti, apibrėžti pagrindinius norimus pasiekti tikslus, nustatyti svarbiausius išorinės aplinkos poveikius ir ribojimus. Būtinis ir pakankamas probleminės situacijos atsiradimo sąlygos, kai reikia priimti sprendimą, yra:

- 1) aplinka arba sąlygos, iškeliančios pačią sprendimo priėmimo problemą;
- 2) asmuo arba asmenų grupė, kuriems reikia priimti sprendimą (sprendimą priimančias asmuo), arba bent asmuo, kuris žino, kad egzistuoja sprendimų priėmimo problema;
- 3) tikslas, kurio siekiama priimant sprendimą, ir jo pasiekimo įvertinimo kriterijus (arba tikslai ir kriterijai);
- 4) sąlygos, ribojančios sprendimą, ar kurias sprendimas turi tenkinti;
- 5) bent dvi galimos sprendimų alternatyvos (arba gausesnė sprendimų alternatyvų kaip galima pasiekti nusakytą tikslą aibė ar sprendimų sritis);
- 6) abejonės dėl pranašesnės alternatyvos;
- 7) pranašiausios alternatyvos išskyrimo ir radimo būdas.

Tikslai formuluojami išryškinant vieną ar kelis siekius. Įmonėje tinkamiausia dažniausiai laikoma tokia gamybos ar paslaugų tei-

kimo sistema, kuri yra geriausiai pritaikyta rinkos poreikiams tenkinti ir leidžia gauti didžiausią pelną. Tačiau gali būti keliami ir bendresni tikslai ir siekiai gaminti tokią produkciją, kuri ne tik dabar turi didžiausią paklausą ir yra pelningiausia, bet ir gali būti kuo pelningiau parduodama ne vienus metus arba duoti didžiausią bendrą (suminį) pelną. Tokių situacijų kyla rengiant verslo planus, kai reikia pasirinkti, ką gaminti, kaip plėtoti gamybą kiekvienais planuojamo laikotarpio metais. Tokiais atvejais ir reikia atsivelti į situacijų pokyčių perspektyvas, o tokias situacijas sprendžiant – tyrimus kartoti, t. y. reikia daugiažingsnio (daugiaetapio) tyrimo. Visomis situacijomis bendriausias rodiklis ir geriausias sprendimų įvertinimo ir išrinkimo modeliuojant kriterijus būna pelnas, kurį ir siekiama maksimizuoti. Toks kriterijus panaudotas ir toliau nagrinėjamos situacijomis.

Atkreipsime dėmesį į reikalavimų informacijai apie modeliavimo objektą ir modeliavimo pradinių duomenų nustatymą. Taisant daugelį matematinų optimalių sprendimų paieškos metodų, pradiniai duomenys pateikiami pačiame modelyje, todėl jie turi būti jau žinomi tuos modelius sudarant. Atskira problema dažnai tampa tų duomenų surinkimas. Jei veikia informacinė valdymo objekto sistema, tuos duomenis dažnai galima imti iš šios duomenų bazės. Tačiau kartais reikia atlikti specialius tyrimus ir skaičiavimus. Tai bene svarbiausia priežastis, kodėl daugelis tokių įdomių ir palyginti paprastų metodų iki šiol nėra plačiai paplitę. Kai kurie pradiniai duomenys gali būti formuojami modeliavimo metu panaudojant tiems dydžiams kaip atsitiktiniams generuoti atitinkamus pasiskirstymo dėsnius, aproksimavimo funkcijas ir pan.

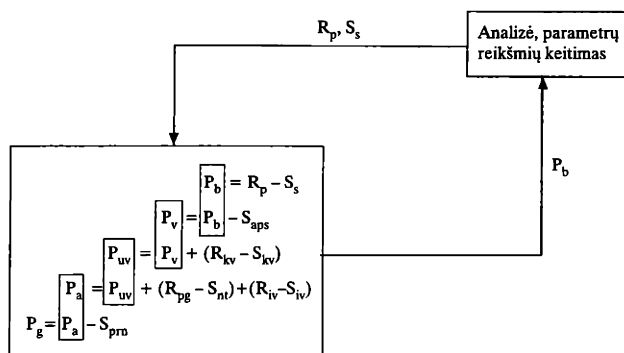
**2. Modelio sudarymas.** Pateikiant modelį, svarbu išskirti ir parodyti esminius suformuluotos problemos ir modeliuojamos situacijos atžvilgiu elementus ir jų tarpusavio ryšius. Aišku, kad situacijos sprendimas vienu metu priklauso ne nuo visų jos parametrų, o tik nuo tų, kurių kitimo įtaka nagrinėjama atitinkamose situacijose. Jie modeliuojant pirmiausiai ir keičiami. Todėl tyrinėju svarbu išskirti tas modeliuojamo objekto charakteristikas, kurios modeliuojant bus keičiamos (parametrizuojamos), ir nustatyti visų jų keitimo strategijas. Modelis turi leisti supaprastinti tyrimą, pakeičiant tiriamą objektą paprastesniu parametriniu jos modeliu. Modelio pateikimo matematinės priemonės priklauso nuo numatomų naudoti modeliavimo metodų ir programinės įrangos.

**3. Modelio tyrimai.** Tyrimo sėkmę pirmiausiai lemia tai, kaip planuojamas pats tyrimo eksperimentas ir kiek išsamiai siekiama iširti modeliuojamą situaciją, kiek pasiseka sumažinti laiką, sugaištamą reikalingiems duomenims apie tinkamą alternatyvų ir sprendimo rezultatų variantų įvertinimą, kartu ir modelio elgseną apskritai gauti. Todėl labai svarbu gerai parinkti vienu metu stebimus modelio parametrus ir jų reikšmių keitimo tvarką. Pagrindiniai tyrimo žingsniai: modelio parametrų parinkimas, rezultatų gavimas (uždavinio sprendimas), gautų rezultatų interpretavimas ir analizė. Jei tie rezultatai netenkina, pagal modeliavimo eksperimento planą keičiama situacija, jos modelis, parametrai ar pradiniai duomenys ir modeliavimo etapai kartojami.

Parodysime, kaip tokia metodika naudojama ieškoti geriausių planinių sprendimų modeliuojant. Geriausiai laikysime sprendimus, leidžiančius gauti didžiausią pelną. Ta-

čiau pelno rodiklių yra keli ir kiekvienas jų rodo tam tikrą pajamų ir sąnaudų dalį. Todėl plačiau aptarsime tuos pelno rodiklius ir jų ryšius [7, 8]. Tai padarysime nagrinėdami bendrą įmonės pelno rodiklių ryšių modelį ir pelningos veiklos modeliavimo situaciją.

**Pajamų ir sąnaudų kitimo įtakos įmonės pelnui tyrimas.** Bendras įmonės pelno rodiklių vertinimo ir ryšių modelis pateikiamas



1 pav. Įmonės pelno rodiklių vertinimo ir ryšių modelis

Modelyje pateikti rodikliai ir jų žymėjimai:

- $P_b$  – bendrasis pelnas;
- $P_v$  – veiklos pelnas;
- $P_{uv}$  – ūkinės veiklos pelnas;
- $P_a$  – pelnas prieš apmokestinimą;
- $P_g$  – grynasis ataskaitinių metų pelnas paskirstytį;
- $R_p$  – pajamos už parduotas prekes ir paslaugas;
- $S_s$  – parduotų prekių ir paslaugų savikaina;
- $S_{aps}$  – administracinės ir pardavimų sąnaudos;

- $R_{kv}$  – kitos veiklos pajamos;
- $S_{kv}$  – kitos veiklos sąnaudos;
- $R_{iv}$  – finansinės ir investicinės veiklos pajamos;
- $S_{iv}$  – finansinės ir investicinės veiklos sąnaudos;
- $R_{pg}$  – pagautė;
- $S_{nt}$  – netekimai;
- $S_{pm}$  – pelno mokestis.

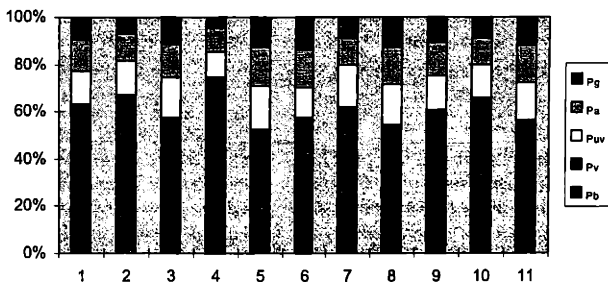
Svarbiausias ir labiausiai su pagrindinės veiklos pelningumo vertinimu parenkant tinkamiausią (pelningiausią) gamybos programą susijęs yra bendrojo pelno rodiklis. Todėl natūralu tyrimą pradėti nuo to pelno rodiklio kitimo tyrimo, parametrais imant pajamas ir savikainą. Pasinaudosime 1997 m. ketvir-

1 pav. Jame yra tie pelno (o jei planuojama veikla nepelninga, – nuostolio) rodikliai, kurie yra privalomi atitinkamose ataskaitose [7], taip pat atsižvelgta į įmonių teikiamą statistinę informaciją [8]. Modelyje parodyta, kaip ieškoma sprendimo siekiant norimo bendrojo pelno lygio per planuojamą laikotarpį ( $P_b$ ), o parametrais imamos pajamos už parduotas prekes ir jų savikaina per tą patį laikotarpį (rodikliai  $R_p, S_s$ ).

to ketvirčio duomenimis apie pelningiausiai dirbusias įmones [8]. Jų grupės pagal veiklos rūšis, skaičius ir bendrasis pelnas pateikiami 1 lentelėje. 2 pav. pateikiamoje diagramoje matome kitų nagrinėjamo modelio (1 pav.) pelno rodiklių santykius.

1 lentelė. Pelningiausių įmonių grupės (1997 m. ketvirto ketvirčio duomenys)

Eil. Nr.	Įmonių grupė	Įmonių skaičius	Bendrasis pelnas
1	Visos įmonės	12 659	2 220 739
2	Iš jų: Apdirbamosios pramonės	2 550	715 166
3	Maisto produktų ir gėrimų	423	231 222
4	Drabužių siuvimo, kailių išdirbimo ir dažymo	217	18 765
5	Leidybos, spausdinimo ir spausdinių dauginimo	224	30 284
6	Gatavų metalo dirbinių	159	15 582
7	Baldų gamybos ir kitur nepriskirtos pramonės	167	28 085
8	Statybos	1156	18 6502
9	Didmeninės prekybos	1728	360 581
10	Mažmeninės prekybos	2760	291 723
11	Nekilnojamojo turto, nuomos ir kitos veiklos	1160	58 560



2 pav. Įmonių veiklos 1997 m. ketvirtą ketvirtį pelno rodiklių santykiai

Panašiai galima nagrinėti ir kitų pradinių rodiklių (formulių argumentų kaip paramet-rų) kitimo įtaką atitinkamiems pelno rodiki-liams. Analogiškai gali būti suvokiama ir kitų

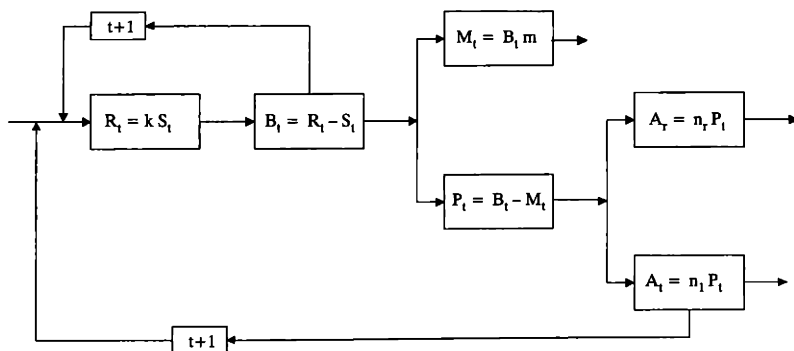
pelno rodiklių kitimo modeliavimo techno-logija. Tam galima pasinaudoti 2 lentelės duomenimis, paimtais iš [8]. Jie panaudoti ir 2 pav. diagramai.

2 lentelė. Įmonių pajamos ir sąnaudos

	Pajamos				Sąnaudos					
	$R_p$	$R_{kv}$	$R_{iv}$	$R_{pg}$	$S_s$	$S_{aps}$	$S_{kv}$	$S_{iv}$	$S_{nt}$	
1	14 112 866	392 048	363 834	173 952	11 892 127	1 655 543	321 445	438 550	161 945	
2	4 530 050	107 406	170 860	53 865	3 814 884	523 192	98 179	210 374	60 526	
3	1 535 242	28 136	21 820	5 778	1 304 020	133 072	29 666	31 926	11 450	
4	131 585	2 695	1 991	775	112 820	16 393	2 068	2 461	437	
5	103 796	2 371	1 378	269	73 512	14 419	2 053	3 097	257	
6	80 825	2 855	3 535	1 378	65 243	12 266	2 091	3 336	358	
7	134 870	5 391	2 161	1 375	106 785	18 655	4 058	5 339	2 064	
8	1 053 273	14 637	9 735	3 467	866 771	107 139	10 252	11 499	6 957	
9	2 641 983	30 140	37 082	8 575	2 281 402	261 137	16 469	46 564	9 765	
10	197 463	38 390	8 670	3 500	1 665 740	233 158	23 024	15 026	9 029	
11	243 244	12 302	4 079	907	184 684	43 702	6 219	4 686	825	

Įmonės ilgalaikės veiklos pelno ir atskaitymų iš jo tyrimas. Apibendrintas įmonės veiklos rodiklių ir jų ryšių modelis pateikiamas 3 pav. Jame

parodyti tik bendri rodikliai, jų kasmetiniai kitimai per laikotarpį  $T$ , parametrais imant atskaitymus iš pelno ir investicijas gamybos plėtrai.



3 pav. Įmonės veiklos rodiklių ryšių modelis

Modelyje pateikti rodikliai ir jų žymėjimai:

- |   |  |
|---|--|
| $S_t$ – sąnaudos, patirtos uždirbant pajamas; | $m$ – biudžetui mokėtina pelno dalis;              |
| $R_t$ – pajamos už parduotą produkciją;       | $n_i$ – grynojo pelno paskirstymo koeficientai     |
| $B_t$ – pelnas prieš apmokestinimą;           | ( $i = 1$ , kai pelnas skiriamas gamybos plėtrai); |
| $M_t$ – pelno mokesčiai;                      | $k$ – sąnaudų, uždirbant pajamas, efektyvumo       |
| $P_t$ – grynas pelnas paskirstyti;            | koeficientas;                                      |
| $A_t$ – atskaitymai iš pelno gamybos plėtrai; | $t = 1, 2, 3, \dots$ – laikotarpiai.               |

Modelyje pateiktus rodiklius per pradinius modeliavimo duomenis galima išreikšti taip:

$$R_t = k S_t,$$

$$B_t = (k-1) S_t, \quad (B_t = R_t - S_t = k S_t - S_t);$$

$$M_t = m (k-1) S_t, \quad (M_t = m B_t);$$

$$P_t = (1-m) (k-1) S_t;$$

$$(P_t = B_t - M_t, P_t = (k-1) S_t - m (k-1) S_t);$$

$$A_{t+1} = n_1 (1-m) (k-1) S_t, \quad (A_{t+1} = n_1 P_t),$$

$$S_{t+1} = S_0 [1 + n_1 (1-m) (k-1)]^{t+1}$$

$$(S_{t+1} = S_t + A_{t+1},$$

$$S_{t+1} = S_t + n_1 (1-m) (k-1) S_t,$$

$$S_{t+1} = S_t (1 + n_1 (1-m) (k-1)).$$

Tiriant tuos rodiklius galima išreikšti panaudojant eksponentinę funkciją, kurios laipsnio rodikliu yra paskutiniosios funkcijos lauztiniuose skliaustuose esantis reiškinys. Jį

pažymėsime  $(1 + n_1 (1-m) (k-1))^t = e^{ct}$ . Tada  $c = \ln (1 + n_1 (1-m) (k-1))$  ir pažymėję pradinės atitinkamų rodiklių reikšmes indeksu "0", gausime:

$$S_t = S_0 e^{ct};$$

$$R_t = R_0 e^{ct}; \quad (R_t = k S_t; R_t = k S_0 e^{ct});$$

$$B_t = B_0 e^{ct}$$

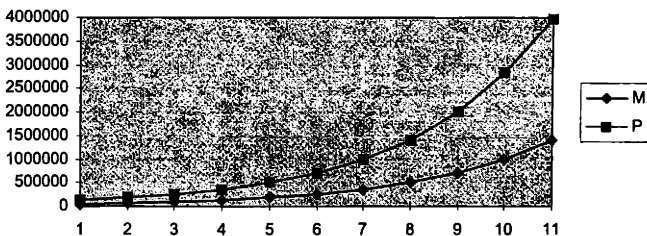
$$(B_t = (k-1) S_t; B_t = (k-1) S_0 e^{ct});$$

$$M_t = M_0 e^{ct} \quad (M_t = m (k-1) S_0 e^{ct});$$

$$P_t = P_0 e^{ct}.$$

$$(P_t = (1-m) (k-1) S_0 e^{ct}, P_t = P_0 e^{ct}).$$

Situacijos tyrimo technologijos esmei aptarti panagrinsime pavyzdį, kuriame pasinaudosime 1 lentelės duomenimis. Imsimė, kad  $k = 2,4$ ,  $m = 0,26$ ,  $n_1 = 0,4$ . Tada 3 pav. pateiktų rodiklių kitimas per laiką atrodo taip, kaip matome 4 pav.

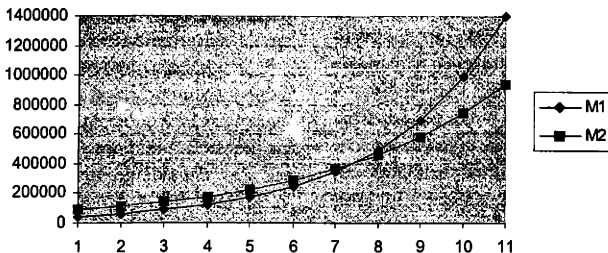


4 pav. Įmonės rodiklių kitimas per laiką

Pateiktu modeliu galima pasinaudoti jame esančių pradinių duomenų kitimo įtakai bendriems rodikliams tirti. Pavyzdžiui, galima modeliuoti įmonės elgseną esant įvairioms pelno paskirstymo strategijoms. 5 pav. parodyta, kaip didės pelno mokesčiai, kai

biudžetui mokama pelno dalis, kuri pateikta sąlygoje, ir dvigubai didesnė ( $m_1 = 0,26$ ,  $m_2 = 0,52$ ).

Naudojantis modeliu galima apskaičiuoti laiką, nuo kurio pradėdant metinis pelno mokesčiai ir esant mažesniems atskaitymams



5 pav. Pelno mokesčio didėjimas esant įvairiems mokėjimams į biudžetą

bus didesnis, jei likusi įmonėje pelno dalis bus naudojama gamybos plėtrai:

$$M_t^1 = M_0^1 e_1^{ct};$$

$$M_t^2 = M_0^2 e_2^{ct};$$

$$c_1 = \ln(1 + n_1(1 - m_1)(k - 1));$$

$$c_2 = \ln(1 + n_1(1 - m_2)(k - 1)).$$

Apskaičiuosime laiką  $t$ , kai  $M_t^1 \geq M_t^2$ .

$$M_0^1 e_1^{ct} \geq M_0^2 e_2^{ct};$$

$$e_1^{ct} / e_2^{ct} \geq M_0^2 / M_0^1;$$

$$e_1^{(c_1 - c_2)t} \geq M_0^2 / M_0^1;$$

$$(c_1 - c_2)t \ln e \geq \ln(M_0^2 / M_0^1);$$

Įstatę vietoje  $c_1$  ir  $c_2$  jų išraiškas, prisiminę, kad  $\ln e = 1$ , ir atlikę veiksmus, gausime:

$$t \geq \frac{\ln(M_0^2 / M_0^1)}{\ln((1 + n_1(1 - m_1)) / (1 + n_1(1 - m_2)))}.$$

Jei  $M_0^2$  ir  $M_0^1$  nėra lygūs nuliui, visada atsiras baigtinis laikas, nuo kurio pradėdant esant mažesniems atskaitymams (kai dalis pelno investuojama gamybos plėtrai) mokesčiai didės.

Galima nagrinėti ir įplaukas į biudžetą per tam tikrą laiką  $T$ :

Jos lygios kasmetinių uo periodo įplaukų sumai:

$$I_T = m(k - 1) S_0 \sum_{t=0}^{T-1} (1 + n_1(1 - m_1)(k - 1))^t; \\ t = 0, \dots, (T - 1).$$

Suma yra geometrinė progresija, todėl galima rašyti, kad

$$I_T = S_0 m(k - 1) ((1 + n_1(1 - m_1)(k - 1))^T / (n_1(1 - m_1)(k - 1))).$$

Galime rasti laiką  $T$ , nuo kurio pradėdant bendros įplaukos į biudžetą esant mažesniems mokesčiams (kai iš likusių lėšų plėtojama gamyba) bus ne mažesnės:

$$T^* = \ln((m_1(1 - m_2) \ln(1 + n_1(1 - m_1)) / (m_2(1 - m_1) \ln(1 + n_1(1 - m_2)))) / \ln((1 + n_1(1 - m_2)) / (1 + n_1(1 - m_1)))).$$

Skaičiuojame taip:

ieškome skirtumo  $\Delta I_T = I_T^2 - I_T^1$  ir jo išvestinės. Išvestinę prilyginame nuliui:

$$I_T^2 = m_2(k - 1) S_0 ((1 + n_1(1 - m_2)(k - 1))^T - 1 / n_1(1 - m_2)(k - 1)).$$

$$I_T^1 = m_1(k - 1) S_0 ((1 + n_1(1 - m_1)(k - 1))^T - 1 / n_1(1 - m_1)(k - 1)).$$



Sprendimams įvertinti ir išrinkti gali būti taikomi palyginti paprasti ekspertinių įvertinimų metodai. Tačiau situacijos būna sudėtingos ir visų jų ypatumų iš karto nesimato. Dažnai padėti galima iš esmės pagerinti panaudojus tuos metodus ne vieną kartą, kas kart kartojimą pagal gautus rezultatus keičiant ir „gerinant“ pačią situaciją. Tokių situacijų modeliavimą panagrinsime pasinaudoję konkrečiu pavyzdžiu.

**Pelningiausių prekiautojo strategijų alternatyvų išskojimas.** Prekiautojas kasdien gali pirkti iki  $m$  vienetų produktų, už kiekvieną mokėdamas po  $s$  Lt. Juos parduoda po  $r$  Lt už vienetą. Jei parduoti rinkoje nepasiseka, pasibaigus dienai, juos parduoda urmu, tačiau pigiau (po  $g$  Lt už vienetą,  $g < s$ ). Įvertinti strategijas, kurias realizavus būtų gautas maks. dienos pelnas.

Pagrindinė prekiautojo problema – kiek pirkti. Žinančio, kiek per dieną parduos, prekiautojo pasirinkimą gali lemti tik jo paties ribojimai: turimi pinigai, numatoma prekybos trukmė, būtinumas surinkti tam tikrą sumą ir pan. Tačiau kai situacija nėra tokia aiški, reikia naudoti papildomus kriterijus, kuriais remiantis pasirinkti pirkimo strategiją. Tie pasirinkimo esant neapibrėžtumui kriterijai yra žinomi [1, 4, 5], todėl jų nenagrinsime, o tik atkreipsime dėmesį į tai, kad

pasirinkimas daromas naudojantis galimų alternatyvų įvertinimo lentelėmis (matricomis).

Gali būti sudaromos dvi sprendimų alternatyvų vertinimo pagal pasiūlą ir paklausą lentelės: pelno (nuostolio) ir praradimų. Pelno (nuostolio) lentelės elementai lygūs pelnui arba nuostoliui, kuris gaunamas atitinkamai nupirkus  $A_i$  produktų ir kai paklausa tą dieną yra  $B_j$  produktų. Tai galima užrašyti šitaip:

$$G_{ij} = p \min(A_i, B_j) - s A_i + g(A_i - \min(A_i, B_j)), i, j = 1, \dots, m.$$

Praradimų lentelės elementai lygus nuostoliui, kuris gaunamas nupirkus daugiau nei yra tos dienos paklausa, arba, atvirkščiai, nupirkus mažiau ir netekus to pelno, kurį buvo galima gauti tą dieną. Tai galima užrašyti šitaip:

$$H_{ij} = \max(0, (s - g)(A_i - B_j)) + \max(0, (p - s)(B_j - A_i)), i, j = 1, \dots, m.$$

Kaip tokius modelius sudaryti ir tyrinėti, aptarsime pavyzdžiu, kai  $p = 6$ ,  $s = 4$ ,  $r = 3$ . Paprastumo dėlei pasiūlą ir paklausą galima diskretizuoti. Tai sprendimų tikslumui neturi įtakos (nuo alternatyvų skaičiaus rezultatai nesikeičia). Nagrinėjant situaciją, kai siekiama prekiauti iki 1000 vienetų produktų ir skiriamos 5 alternatyvos, lentelės  $G$  ir  $H$  atrodoys šitaip:

3 lentelė. Sprendimų alternatyvų pelnas (nuostolis)

Alternatyvos	0	200	400	600	800	1000
0	0	0	0	0	0	0
200	-200	400	400	400	400	400
400	-400	200	800	800	800	800
600	-600	0	600	1200	1200	1200
800	-800	-200	400	1000	1600	1600
1000	-1000	-400	200	800	1400	2000

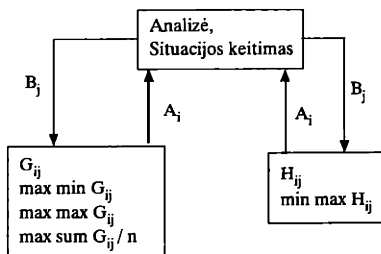
Min $G_{ij}$	Max $G_{ij}$	Sum $G_{ij}/n$
0	0	0
-200	400	360
-400	800	600
-600	1200	720
-800	1600	720
-1000	2000	600

4 lentelė. *Sprendimų alternatyvų praradimai*

Alternatyvos	0	200	400	600	800	1000
0	0	400	800	1200	1600	2000
200	200	0	400	800	1200	1600
400	400	200	0	400	800	1200
600	600	400	200	0	400	800
800	800	600	400	200	0	400
1000	1000	800	600	400	200	0

Min $G_{ij}$	Max $G_{ij}$	Sum $G_{ij}/n$
0	2000	1200
0	1600	840
0	1200	600
0	800	480
0	800	480
0	1000	600

Bendras pelningiausių prekiautojo strategijų alternatyvų paieškos procesas vaizduojamas 6 pav.



6 pav. *Strategijų, leidžiančių gauti didžiausią pelną, modeliavimas*

**Įmonės gamybos programos tyrimas.** Pagnagrinėsime, kaip modeliuoti optimalius sprendimus, naudojant žinomus tiesinio programavimo metodus ir sprendimo palaikymo sistemą MSDSS, aprašytą [6].

Pavyzdys. Įmonė gali gaminti  $n$  rūšių gaminius. Tam tikslui ji gali skirti  $M$  Lt žaliavoms ir komplektuojamiems gaminiams pirkti, o paslaugoms ir darbams (darbininkų darbo užmokesčiui ir socialiniam draudimas) iš viso –  $D$  Lt. Jų sąnaudos vienam gaminiui

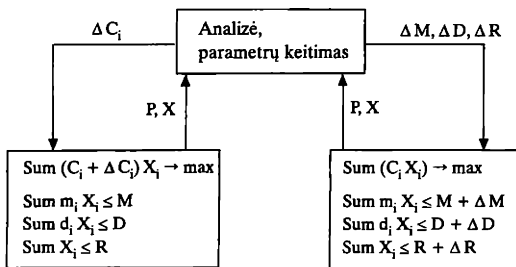
pagaminti atitinkamai lygios  $m_{ij}$  ir  $d_{ik}$ ,  $i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, J, k = 1, \dots, K$ . Per planuojamą laikotarpį (metus) galima parduoti iš viso iki  $R$  gaminių. Be to, gali būti ribojamas per tą laikotarpį galimų pirkti  $i$ -ajam gaminiui pagaminti reikalingų komponentų. Kiti duomenys iš karto pateikti modelyje.

Užduotį (situacijos modelių) formalizuotai galime aprašyti šitaip: parinkti tokią  $n$  gaminių gamybos programą, kad ji duotų maksimalų pelną, t. y. reikia maksimizuoti pelną ( $P$ ), gaunamą už gaminti galimus gaminius atitinkamai po  $(X_1, X_2, \dots, X_n)$ .

$$\begin{aligned} \max P &\equiv \sum_i (c_i + \Delta c_i) X_i, \quad i = 1, \dots, \\ \sum_i m_{ij} X_i &\leq M_j + \Delta M_j, \quad j = 1, \dots, J; \\ \sum_i d_{ik} X_i &\leq D_k + \Delta D_k, \quad k = 1, \dots, K; \\ \sum_i X_i &\leq R + \Delta R. \end{aligned}$$

Bendru atveju galima nagrinėti tik atvejus, kai naudojami ištekliai nedetalizuojami ( $J = 1, K = 1$ ). Tada modeliavimo procesą galima nusakyti taip kaip pateikiama 7 pav.

Įmonės programos, duodančios didžiausią pelną, ieškoma tyrinėjant tikslo funkcijos koeficientų ir ribojimų dešiniųjų pusių kitimo įtaką bendram optimaliam atsakymui.



7 pav. Įmonės programos, duodančios didžiausią pelną, ieškojimas

Tyrinėjant atskirų gaminių pelno įtaką galima pasinaudoti „Perskaičiuota kaina“ ir „Tikslo funkcijos koeficientų diapazonas“ stulpelių, kurie gaunami sprendžiant uždavinį sprendimų palaikymo sistemos MSDSS programa „Tiesinis programavimas“ [6], duomenimis. *Perskaičiuota kaina* sprendimo kintamųjų sekcijoje rodo, kiek mažiausiai reikia padidinti atitinkamo gaminio pelną, kad jis taptų patrauklus (apsimokėtų) gaminti. *Tikslo funkcijos koeficientų diapazonas* rodo, kiek vienetų daugiausiai galima padidinti ir kiek daugiausiai sumažinti prie jų esančių tikslo funkcijos koeficientų reikšmės nekeičiant kintamųjų būsenos (statuso), kol atitinkami kintamieji nepereis iš bazinių į nebazinius, ir, atvirkščiai, t. y. apsimokės ar neapsimokės gaminti.

Tyrinėjant išteklių (ir poreikių) ribojimų kitimo įtaką, galima pasinaudoti „Šešėlinė vertė“ ir „Apribojimų dešiniųjų pusių (laisvųjų narių) diapazonas“ stulpelių duomenimis. *Šešėlinė vertė* kintamųjų apribojimo sekcijoje rodo, kiek pakis tikslo funkcijos reikšmė keičiant vienetu atitinkamus ribojimus (apribojimų lygčių laisvąjį narį). *Apribojimų dešiniųjų pusių (laisvųjų narių)* diapazonas rodo, kiek daugiausia galima padidinti ir kiek daugiausia sumažinti apribojimų reikšmes,

nekeičiant bazinių kintamųjų sekos (kintamųjų statuso). Plačiau apie tai galima rasti [1].

## Išvados

Atlikti tyrimai rodo, kad situacijos, kurių kykla planuojant įmonės veiklą ir tos veiklos plėtrą, gali būti sprendžiamos taikant esamus matematinus metodus ir programines priemones. Tai leidžia suprastinti modeliavimo darbus, pagrindinį dėmesį skirti situacijai nuskaidyti (aprašyti), analizuojamų objektų veiklai tyrinėti.

Modeliavimo literatūroje apie tą veiklą daugiausia kalbama kaip apie specifinę, daug dėmesio skiriamą specialioms modeliavimo technologijoms rengti. Ta veikla per mažai siejama su įvairių informacinių sistemų, jų duomenų bazių panaudojimu ir dialoginio darbo technologijomis.

Ieškant geriausių planinių sprendimų pagrindinis kriterijus yra pelnas. Tačiau pelno rodiklių yra ne vienas. Pagrindinis yra bendrojo pelno rodiklis, kuris tiesiogiai susieja pajamas už parduotas prekes ir paslaugas su jų savikaina. Pateikti modeliai leidžia susieti visus pelno rodiklius ir juos panaudoti tiriant įmonės veiklos perspektyvas, ieškant geriausių elgsenos strategijų.

## Literatūra

1. Simanauskas L. Kompiuterizuotas verslo sprendimų modeliavimas. Vilnius: Vilniaus universitetas, 1997.
2. Cooke S., Slack N. Making Management Decisions. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1991.
3. Curvin J., Slater R. Quantitative Methods for Business Decisions. Chapman&Hall, 1991.
4. Gordon G., Pressman I., Cohn S. Quantative Decision Making for Business. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1990.
5. Turban E. Decission Support and Expert Systems. NJ: Macmillan Publishing Company, 1988.
6. Vahid Lotfi, C. Carl Pegels. Decision Support Systems for Management Science/ Operations Research. Boston, 1989.
7. Apskaitos apžvalga. Priedas Nr. 1. Vilnius: UAB Apskaitos apžvalga, 1994.
8. Įmonių finansiniai rodikliai. 1997 m. IV ketvirtis. Vilnius: Statistikos departamentas prie Lietuvos Respublikos Vyriausybės, 1998.

## Modelling in Searching the Profitable Decisions

### Summary

The object of our study is the management decisions making process. The aim is to discuss from both the theoretical and the practical viewpoint the problems of description the process of the enerpices planing and management decisions making procedures.

The modelling techology for evaluation the quality of management from the perspective of managers are discussed. Some formal methods and models for evaluation and selection of the best planing decisions are suggested. Construction models are based on the linear programming and multicriterian decision methods for selection the best decisions alternatives.

Identification the needs and goals of managers involve analysis situations and the basic problems existing in the current environment and efforts to determine changes in the environment which could help make the most profitably decisions

For evaluation and selecting of the best planing decision it is critical to find the best solution. The next tasks includes the project decisions alternatives evaluation and selection.

The modelling technology include the sensivity analysis. These models are realised and use in practice to analyse and planing.

Įteikta 1998 m. gegužės mėn.