

VIEŠŲJŲ ĮSTAIGŲ FINANSINIŲ SRAUTŲ PLANAVIMAS

Ana Ušpurienė¹, Leonidas Sakalauskas², Valerijonas Dumskis²

¹Vilniaus universiteto Matematikos ir informatikos institutas, ²Šiaulių universitetas

1. Įvadas

Daugelis planavimo ir sprendimų priėmimo uždavinių, ypač ekonomikos srityje, yra susiję su įvairaus pobūdžio duomenų neapibrėžtumu. Sprendžiant tokias problemas taikomi stochastinio optimizavimo (programavimo) metodai. Taikant deterministinio tiesinio programavimo metodą, duomenys yra fiksuoti skaičiai, o taikant stochastinio tiesinio programavimo metodą, šie duomenys nėra žinomi, bet gali būti žinomas jų tikimybinis skirstinys ar pasiskirstymo funkcija (žr. [1–4]).

Priėmus naująjį Mokslo ir studijų įstatymą [5], Lietuvos universitetai tapo viešosiomis įstaigomis ir įgijo daugiau galimybių valdyti savo finansus, t. y. gali planuoti savo išlaidas, pasinaudodami įvairiais finansiniais instrumentais. 2009 metais priimtame Mokslo ir studijų įstatyme numatyta, kad visos valstybinės aukštosios mokyklos iki 2011 metų pabaigos turi pakeisti savo valdymą – priimti naujus statutus, suformuoti tarybas, išrinkti vadovus. Priėmus naująjį įstatymą, keitėsi ir aukštųjų mokyklų teisinis statusas – universitetai ir kolegijos iš biudžetinių tapo viešosiomis įstaigomis. Šis pakeitimas leido joms savarankiškai disponuoti įsigytu ir valstybės patikėtu turtu.

Tyrimo objektas – grynųjų lėšų finansiniai srautai.

Tyrimo tikslas – suformuluoti universiteto finansinių srautų optimizavimo uždavinį, pritaikant kelių etapų sąnaudų stochastinio tiesinio optimizavimo metodą ir atsižvelgiant į galimybes, atsiradusias universitetams tapus viešosiomis įstaigomis; sudaryti algoritmą šiam uždaviniui spręsti.

Tyrimo aktualumas. Visos viešosios įstaigos turi trumpojo periodo grynųjų pinigų srautų valdymo problemų [6–9]. Grynųjų pinigų poreikis dažniausiai atsiranda dėl sinchronizacijos tarp grynųjų pinigų įplaukų ir išlaidų (angl. *outflows*) stokos ir dėl sunkumų numatant jų kiekius. Grynųjų pinigų srautų valdymo esmė yra pritaikyti įstaigų aktyvų ir pasyvų (įsipareigojimų) junginį minimizuojant grynųjų pinigų perteklių ir (ar) trūkumą esant iš anksto nustatytam planavimo horizontui. Grynųjų pinigų balanso problema yra nustatyti likvidžiujų aktyvų paskirstymą į grynuosius pinigus ir trumpalaikių investicijų portfelį, kas atitinka nuolatinės stochastines įplaukas, išlaidas ir kitus finansinius įsipareigojimus.

Sprendžiama problema – universiteto grynųjų pinigų finansų planavimas, taikant stochastinio programavimo kelių etapų algoritmus.

Žemiau pateikiamas rekursinis dviejų etapų stochastinio programavimo modelis, aprašytas [8] ir skirtas trumpojo laikotarpio finansų planavimo problemoms spręsti.

2. Rekursinis dviejų etapų stochastinio programavimo modelis

Šis modelis turi daug patrauklių bruožų: prognozuojami grynųjų pinigų poreikiai, grąžinimai ir nutraukimo kainos yra atsitiktiniai kintamieji, kurių pasiskirstymas aprašomas absoliučiai tolydžiuoju dėsniumi. Tikslas yra minimizuoti įvairių lėšų šaltinių panaudojimo sąnaudas. Į sąnaudas įeina ir mokestis už ribojimų pažeidimą. Modelis buvo pasiūlytas kelių autorių (Beale [10] ir Dantzig [7]).

Bazinis (SLPR) modelis yra:

$$\begin{aligned} \min_{x \geq 0} Z(x) &\equiv c'x + E_{\xi} [\min_{y^+, y^- \geq 0} (q^{+'} y^+ + q^{-'} y^-)], \text{ kai} \\ Ax &= b, \\ Tx + Iy^+ - Iy^- &= \xi, \end{aligned} \tag{1}$$

kur I – vienetinė matrica, ξ – atsitiktinis kintamasis (paskirstytas nepriklausomai nuo x) tikimybinėje erdvėje (\mathcal{E}, F, P) , A yra $m_1 \times n$, T yra $m_2 \times n$, I yra $m_2 -$ matė, ξ yra $m_2 -$ matis, $c, x \in R^n$, $y^+, y^-, q^+, q^- \in R^m$.

SLPR modelis gali būti interpretuojamas kaip dviejų etapų modelis: pasirenkamas sprendimų vektorius x , peržiūrimas atsitiktinis vektorius ξ , atliekamas korekcijos veiksmas (y^+, y^-) . Sakoma, kad modelis turi paprastą rekursiją, nes antro etapo minimizavimas yra

fiktyvus, kadangi (y^+, y^-) yra unikali (x, ζ) funkcija.

Anksčiau aprašytas modelis buvo pritaikytas kuriant viešųjų įstaigų finansinių srautų planavimo modelį. Toliau aprašyti modelyje naudojami finansiniai instrumentai.

3. Finansiniai instrumentai

Viešųjų įstaigų finansiniams poreikiams patenkinti buvo naudojami tokie finansiniai instrumentai: kredito linija, faktoringas, kreditorinių įsiskolinimų užlaikymas, terminuota paskola, vertybiniai popieriai.

Žemiau pateiktas modelio formulavimas remiasi „tipiniu“ trumpojo laikotarpio finansų planavimo modeliu (Pogue ir Bussard [9]). Visi kiekiai vertinami tūkstančiais dolerių. Lėšos yra gaunamos arba išmokamos periodo pradžioje. Tegu x_j – kiekis, gautas atliekant finansinę operaciją i . AP_j / AR_j – kreditorinio / debitorinio įsiskolinimo suma planavimo momentu $j = 0, 1, 2$. Naudojami finansiniai instrumentai yra šie: kredito linija; faktoringas; kreditorinių įsiskolinimų užlaikymas; terminuota paskola; vertybiniai popieriai.

a. Kredito linija

Firma turi galimybę gauti kreditą iš komercinio banko, kas sudaro galimybę pasiskolinti iki 150 000; metinė palūkanų norma – 9 proc. (nuo panaudotos sumos). Be to, už šios paslaugos suteikimą mokamos pastoviosios 0,7 proc. palūkanos nuo nepanaudotos kredito linijos sumos. Šio kredito viršutinė riba yra 150 000:

$$x_1 \leq 150000. \quad (2)$$

b. Faktoringas (debitorinio įsiskolinimo perleidimas)

Firma gali užstatyti savo debitorinius įsiskolinimus (suma, kurią klientai skolingi įmonei) kaip įkaitą banko paskolai gauti. Maksimalus galimas neapmokėtas kiekis, naudojant šią alternatyvą, yra 3 750 000. Bankas paskolins iki 90 proc. nuo nominalios įkeisto debitorinio įsiskolinimo kainos. Paskolos sąnaudos dėl šios alternatyvos yra 8 proc. per metus nuo vidutinio kiekio neapmokėtos paskolos per periodą:

$$x_2 \leq 0.9AR_0. \quad (3)$$

c. Kreditorinių įsiskolinimų (suma, kurią įmonė skolinga kitoms įmonėms) užlaikymas

Lėšos taip pat gali būti gaunamos užlaikant mokesčius (iki 80 proc.) firmos kreditorinių įsiskolinimų AP_0 per vieną periodą. Šios operacijos sąnaudos yra 27 proc. per metus:

$$x_3 \leq 0.8AP_0. \quad (4)$$

d. Terminuota paskola

Firmos gali gauti terminuotą paskolą (daugiausia 3 000) pirmo periodo pradžioje. Minimali paskolos suma yra 500. Už terminuotos paskolos suteikimą mokama 10 proc. palūkanų norma per metus.

$$\text{Taigi } 500 \leq x_4 \leq 300000. \quad (5)$$

e. Finansinių operacijų derinių apribojimai

Terminuotos paskolos įsigijimas riboja kredito linijos lėšų kiekį:

$$x_1 + x_4 \leq 2500, x_2 + x_4 \leq 4500 \quad (6)$$

f. Ilgalaikiai aktyvai

Galima įsigyti vertybinių popierių x_5 su atsitiktine palūkanų norma pagal normalųjį dėsnį.

g. Ištekliai ir suvartojimas

Periodo lėšų išteklių kiekis turi būti lygus suvartotam lėšų kiekiui. Grynųjų pinigų perteklius naudojamas vertybiniais popieriais pirkti, x_5 su atsitiktine palūkanų norma, pasiskirsčiusia pagal normalųjį dėsnį:

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 - x_5 - x_6 = AR_i - AR_r, \quad (7)$$

h. Stochastinis gryųjų pinigų poreikis

Debitorinis ir kreditorinis įsiskolinimai periodo pabaigoje yra taip pat stochastiniai kintamieji tam tikrame intervale.

i. Tikslų funkcija

Tikslas – minimizuoti įvairių lėšų šaltinių sąnaudas, pridėjus laukiamas sąnaudas dėl balanso ribojimų pažeidimo: $\min_x F(x) = c^*x + E_\zeta (q^+ y^+ + q^- y^-)$, esant ribojimams (2–7).

Sprendžiant šį uždavinį mums nereikalingas nei perteklius (grynųjų pinigų užšaldymas), nei trūkumas (didelės trūkstantų lėšų skolinimosi sąnaudos).

4. Universiteto finansiniai duomenys

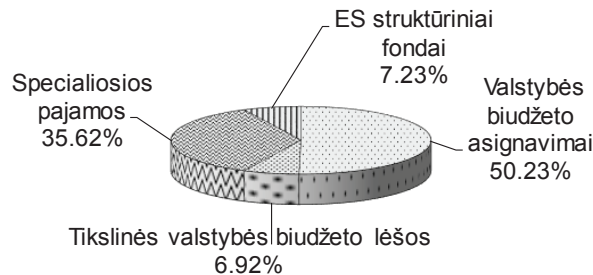
Atskleisime universiteto įplaukų ir išlaidų balanso ir planavimo modelį, remdamiesi Šiaulių universiteto 2007–2010 metų finansinės veiklos pavyzdžiu. Kadangi, įsigaliojus naujam Mokslo ir studijų įstatymui, keitėsi tik finansų valdymo galimybės, o pajamų struktūra liko ta pati, senesnių metų duomenys gali būti taikomi modeliuojant situaciją. Sukurtas modelis gali būti taikomas atliekant ir kitų metų bei kitų aukštųjų mokyklų analogišką gryųjų lėšų srautų analizę.

Šiaulių universitetas – tai didžiausia aukštoji mokykla Šiaurės Lietuvoje, įkurta 1997 metais. Universitetas sėkmingai dalyvauja miesto, nacionalinio

se ir tarptautiniuose projektuose, vykdo akademinio personalo ir studentų mainus. Palaikomi glaudūs ryšiai su regiono ir šalies įmonėmis, verslo partneriais. Šiaulių universiteto absolventų skaičius (nuo 1998 metų) viršija 33 tūkst.

Paveiksle pavaizduota Šiaulių universiteto pajamų pasiskirstymo diagrama. Šiaulių universiteto

pajamas sudaro valstybės biudžeto asignavimai, tikslinės valstybės biudžeto lėšos, specialiosios pajamos, ES struktūrinių fondų lėšos. Iš diagramos matyti, kad didžiąją pajamų dalį sudaro valstybės biudžeto asignavimai – 50,2 proc. visų pajamų. Specialiosios pajamos, kurių didžiąją dalį sudaro studijų mokestis, sudaro 35,6 proc. visų pajamų.



Pav. Šiaulių universiteto 2007–2009 metų pajamų pasiskirstymo diagrama

Skaičiavimai buvo atliekami naudojantis Šiaulių universiteto Matematikos ir informatikos (MII) fakulteto pajamų ir išlaidų duomenimis. Šiaulių universiteto biudžeto asignavimai susideda iš darbo užmokesčio, socialinio draudimo įmokų ir įmokų į garantinį fondą bei išlaidų šildymui, elektros energijai, ryšių paslaugoms, transportui išlaikyti, spaudiniams, prekėms, komandiruotėms, vandeniui ir kanalizacijai, ilgalaikio materialiojo turto nuomai, ilgalaikio materialiojo turto einamajam remontui, kvalifikacijai kelti, ilgalaikiam turtui įsigyti, stipendijoms ir kitoms paslaugoms padengti.

Remiantis Šiaulių universiteto finansiniais duomenimis sukurti du modeliai: daugelio etapų (keturių) ir dviejų etapų. Dviejų etapų modelio pusmečių duomenys buvo gauti susumavus atitinkamų ketvirčių duomenis.

5. Modelio detalės

Sukurtas keturių etapų finansinių srautų valdymo modelis.

1 lentelė. *Keturių etapų modelio ribojimai*

Pirmo etapo ribojimai	Antro etapo ribojimai	Trečio etapo ribojimai	Ketvirto etapo ribojimai
$x_{11} + L_1 \leq \beta_1$ $x_{21} \leq 0.9 \cdot AR_0 \cdot y_1$ $x_{31} \leq 0.8 \cdot AP_0$ $x_4 \leq \beta_{4v}$ $x_{51} \leq x_{60} \cdot rv$ $x_{51} + L_1 \geq LR$ $x_{11} + x_4 \leq \beta_{41}$ $x_{21} + x_4 \leq \beta_{42}$	$x_{12} - L_1 \leq 0$ $x_{22} \leq 0.9 \cdot AR_1 \cdot y_2$ $x_{32} \leq 0.8 \cdot AP_1$ $x_{52} \leq x_{61} \cdot rv$ $x_{51} + x_{52} + L_1 \geq LR$ $x_{11} + x_{12} + x_4 \leq \beta_{41}$ $x_{21} + x_{22} + x_4 \leq \beta_{42}$	$x_{12} + x_{13} - L_1 \leq 0$ $x_{23} \leq 0.9 \cdot AR_2 \cdot y_3$ $x_{33} \leq 0.8 \cdot AP_2$ $x_{53} \leq x_{62} \cdot rv$ $x_{51} + x_{52} + x_{53} + L_1 \geq LR$ $x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_4 \leq \beta_{41}$ $x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_4 \leq \beta_{42}$	$x_{12} + x_{13} + x_{14} - L_1 \leq 0$ $x_{24} \leq 0.9 \cdot AR_3 \cdot y_4$ $x_{34} \leq 0.8 \cdot AP_3$ $x_{54} \leq x_{63} \cdot rv$ $x_{51} + x_{52} + x_{53} + x_{54} + L_1 \geq LR$ $x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_4 \leq \beta_{41}$ $x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} + x_4 \leq \beta_{42}$

Keturių etapų modelio detalės:

$ks1, ks2, ks3, ks4$ – pirmo, antro, trečio ir ketvirto etapo kintamųjų skaičiai,

$ns1, ns2, ns3, ns4$ – pirmo, antro, trečio ir ketvirto etapo ribojimų skaičiai,

AP_j / AR_j – kreditorinio / debitorinio įsiskolinimo suma planavimo momentu $j, j = 0, 1, 2, 3, 4$,

LR – likvidumo rezervas, L_j – kredito linijos indėlis į likvidumo rezervą,

x_{6j}^+ / x_{6j}^- – piniginių lėšų perteklius ir (ar) trūkumas planavimo momentu $j, j = 0, 1, 2, 3, 4$,

y_i – nurodo, ar naudojamas faktoringas, ar ne-naudojamas, $y_i = 1, 2, 3, 4$,

$r11, r12, r3, r4, r5, r6, r7$ – naudojamų finansinių instrumentų palūkanos;

rv – galimų investuoti piniginių lėšų procentas,

$\beta_1, \beta_{4v}, \beta_{41}, \beta_{42}$ – finansinių instrumentų ir jų kombinacijų viršutinės ribos.

Keturių etapų modelio ribojimai pateikti 1 lentelėje.

Balansas pradinių planavimo momentu:

$$x_{11} + x_{21} + x_{31} + x_4 - x_{51} + x_{60}^- - x_{60}^+ - [r_6 \cdot x_{60}^-] = AP_0$$

Pirmo etapo balansas:

$$x_{12} + x_{22} + x_{32} - x_{52} - x_{60}^- + x_{60}^+ + x_{61}^- - x_{61}^+ - [r_{12} \cdot x_{11} + r_{11} \cdot L_1 + r_2 \cdot x_{21} + r_3 \cdot x_{31} + r_4 \cdot x_4 - r_5 \cdot x_{51} + r_6 \cdot x_{61}^-] = AP_1$$

Antro etapo balansas:

$$x_{13} + x_{23} + x_{33} - x_{53} - x_{61}^- + x_{61}^+ + x_{62}^- - x_{62}^+ - [r_{12} \cdot (x_{11} + x_{12}) + r_{11} \cdot (L_1 - x_{12}) + r_2 \cdot (x_{21} + x_{22}) + r_3 \cdot (x_{31} + x_{32}) + r_4 \cdot x_4 - r_5 \cdot (x_{51} + x_{52}) + r_6 \cdot x_{62}^-] = AP_2$$

Trečio etapo balansas:

$$x_{14} + x_{24} + x_{34} - x_{54} - x_{62}^- + x_{62}^+ + x_{63}^- - x_{63}^+ - [r_{12} \cdot (x_{11} + x_{12} + x_{13}) + r_{11} \cdot (L_1 - x_{12} - x_{13}) + r_2 \cdot (x_{21} + x_{22} + x_{23}) + r_3 \cdot (x_{31} + x_{32} + x_{33}) + r_4 \cdot x_4 - r_5 \cdot (x_{51} + x_{52} + x_{53}) + r_6 \cdot x_{63}^-] = AP_3$$

Ketvirto etapo balansas:

$$-x_{11} - x_{12} - x_{13} - x_{14} - x_{21} - x_{22} - x_{23} - x_{24} - x_{31} - x_{32} - x_{33} - x_{34} - x_4 + x_{51} + x_{52} + x_{53} + x_{54} + x_{63}^+ - x_{63}^- + x_{64}^- - x_{64}^+ - [r_{12} \cdot (x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14}) + r_{11} \cdot (L_1 - x_{12} - x_{13} - x_{14}) + r_2 \cdot (x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24}) + r_3 \cdot (x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34}) + r_4 \cdot x_4 - r_5 \cdot (x_{51} + x_{52} + x_{53} + x_{54}) + r_6 \cdot x_{64}^- + r_6 \cdot x_{64}^+] = AP_4 - AR_4$$

Tikslo funkciją sudaro visų veiklų išlaidos:

$$F(x) = r_6 \cdot x_{60}^- + r_{12} \cdot x_{11} + r_{11} \cdot L_1 + r_2 \cdot x_{21} + r_3 \cdot x_{31} + r_4 \cdot x_4 - r_5 \cdot x_{51} + r_6 \cdot x_{61}^- + r_{12} \cdot (x_{11} + x_{12}) + r_{11} \cdot (L_1 - x_{12}) + r_2 \cdot (x_{21} + x_{22}) + r_3 \cdot (x_{31} + x_{32}) + r_4 \cdot x_4 - r_5 \cdot (x_{51} + x_{52}) + r_6 \cdot x_{62}^- + r_{12} \cdot (x_{11} + x_{12} + x_{13}) + r_{11} \cdot (L_1 - x_{12} - x_{13}) + r_2 \cdot (x_{21} + x_{22} + x_{23}) + r_3 \cdot (x_{31} + x_{32} + x_{33}) + r_4 \cdot x_4 - r_5 \cdot (x_{51} + x_{52} + x_{53}) + r_6 \cdot x_{63}^- + [r_{12} \cdot (x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14}) + r_{11} \cdot (L_1 - x_{12} - x_{13} - x_{14}) + r_2 \cdot (x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24}) + r_3 \cdot (x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34}) + r_4 \cdot x_4 - r_5 \cdot (x_{51} + x_{52} + x_{53} + x_{54}) + r_6 \cdot x_{64}^- + r_6 \cdot x_{64}^+]$$

Kintamasis y_i kiekviename etape nusako, ar bus naudojamas faktoringo finansinis instrumentas. Anksčiau pateiktas modelis skirtas keturių etapų uždaviniui spręsti, kai naudojami Šiaulių universiteto MII ketvirčių finansiniai duomenys. Dviejų etapų modelio ribojimai ir balanso lygtys yra panašūs ir gaunami iš keturių etapų uždavinio.

6. Skaičiavimų rezultatai

Skaičiavimai buvo atliekami kompiuteriu, kurio parametrai yra: Intel(R) Core(TM) i7-4500U

2 lentelė. *Palūkanų normos*

r11	r12	r2	r3	r4	r5	r6	r7
0,007	0,09	0,08	0,12	0,1	0,06	0,22	0,02

3 lentelėje pateikti dviejų ir keturių etapų optimizavimo uždavinio sprendimo rezultatai. Keturių etapų modelis teikia daugiau galimybių pasirenkant

CPU @ 1,80 GHz 2.4 GHz, 8.00 GB, x64-based processor. Programa realizuota *Microsoft Visual Studio 2010 C++* kalba, naudojant IBM ILOG CPLEX optimizavimo paketą. Dviejų etapų uždavinys turi 31 kintamąjį ir 18 ribojimų. Keturių etapų uždavinys turi 57 kintamuosius ir 34 ribojimus. Kiekviename etape galima generuoti iki 10 scenarijų. 2 lentelėje pateiktos modelyje naudojamų palūkanų normos. Keičiant palūkanų normas galima lengvai modeliuoti įvairias finansines situacijas.

finansinius instrumentus ir leidžia lanksčiau valdyti finansinius srautus.

3 lentelė. *Keturių ir dviejų etapų optimalių sprendinių palyginimas*

Keturių etapų		Dviejų etapų		Keturių etapų		Dviejų etapų	
1. Kredito linija				5. Vertybiniai popieriai			
I etapas	140000	I etapas	140000	I etapas	0	I etapas	0
II etapas	10000	II etapas	0	II etapas	0	II etapas	0
III etapas	0			III etapas	0		
IV etapas	0			IV etapas	0		
2. Faktoringas				6. Trūkumas			
I etapas	0	I etapas	0	I etapas	0	I etapas	0
II etapas	443048,603	II etapas	783072,59	II etapas	0	II etapas	0
III etapas	340023,987			III etapas	0		630537,46
IV etapas	171927,411			IV etapas	0		
				622454,93			
3. Kreditorinio įsiskolinimo užlaikymas				7. Perteklius			
I etapas	271147,12	I etapas	261147,12	I etapas	0	I etapas	0
II etapas	66327,62	II etapas	303010,87	II etapas	0	II etapas	0
III etapas	221694,20			III etapas	0		
IV etapas	262269,95			IV etapas	0		
				0			
4. Terminuota paskola							
I etapas	270000	I etapas	280000				

Dviejų ir keturių etapų optimalių sprendinių tikslo funkcijų reikšmės, kintamųjų ir ribojimų skai-

čiai bei laisvųjų narių reikšmės pateiktos 4 lentelėje.

4 lentelė. *Skaičiavimų rezultatai*

Modelis	Kintamųjų sk.	Ribojimų sk.	LN	TF
Dviejų etapų	31	18	-34 803,2	283 161,62
Keturių etapų	57	34	-56 767,1	275 079,10

Iš gautų rezultatų matyti, kad keturių etapų modelio tikslo funkcijos reikšmė yra 8 082,53 mažesnė nei dviejų etapų modelio, t. y. naudojant keturių etapų modelį po metų gaunamas mažesnis trūkumas nei naudojant dviejų etapų modelį.

Išvados

- Nors, universitetams tapus viešosiomis įstaigomis, universitetų finansų valdymas yra daugeliui aukštųjų mokyklų aktuali problema, mokslinėje literatūroje ši tema dar nenagrinėta.
- Universiteto, kaip viešosios įstaigos, finansų valdymui gali būti taikomi šie finansiniai instrumentai: kredito linija, faktoringas, mokėjimų atidėjimas, vertybinių popierių įsigijimas ir terminuota paskola. Tyrimą modeliuojant gali būti panaudojami įprastu būdu renkami universiteto buhalterinės apskaitos duomenys.
- Darbe sudarytas universiteto finansinių srautų planavimo modelis, pasinaudojus dviejų ir keturių etapų stochastinio programavimo algoritmais. Modeliavimo rezultatai parodė, kad keturių etapų modelis leidžia lanksčiau pasinaudoti finansų valdymo instrumentais.

Literatūra

- Birge J. R., Louveaux F. V., 2011, *Introduction to Stochastic Programming*. New York: Springer.
- King A. J., Wallace S. W., 2012, *Modeling with Stochastic Programming. Springer Series in Operations Research and Financial Engineering*. New York: Springer.
- Wets R. J.-B., 1988, Large scale linear programming techniques in stochastic programming. *Numerical Techniques for Stochastic Optimization*. P. 65–93.
- Wets R. J.-B., 1989, Stochastic programming. *Handbooks in Operations Research and Management Science*. Vol. 1. P. 573–629.
- Lietuvos Respublikos mokslo ir studijų įstatymas. 2009 m. balandžio 30 d. Nr. XI-242. Vilnius. Prieiga per internetą: <<https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.C595FF45F869>>.
- Cambou M., Filipović D., 2014, Model Uncertainty and Scenario Aggregation. *Mathematical finance*. DOI: 10.1111/mafi.12097.
- Dantzing G. B., 1955, Linear Programming Under Uncertainty. *Management Science*. Vol. 1. No. 3/4. P. 197–206.
- Kallberg J. G., White R. W., Ziemba W. T., 1982, Short term financial planning under uncertainty. *Management Science*. Vol. 28. Issue 6. P. 670–682.
- Pogue G. A., Bussard R. N., 1972, A Linear program-

ming Model for Short-Term Financial Planning Under Uncertainty. *Sloan Management Review*. Vol. 13. P. 69–98.

10. Beale E. M. L., 1955, On Minimizing a Convex Function Subject to Linear Inequalities. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B*. Vol. 17. No. 2. P. 173–184.

Summary

PLANNING FINANCIAL FLOWS FOR PUBLIC INSTITUTIONS

A. Ušpurienė, L. Sakalauskas, V. Dumskis

The paper deals with planning financial flows for public institutions. The main financial management instruments have been described and multi-stage cost minimization models have been created. Constraints for financial instruments and their combinations are presented in the paper. The developed models were used to solve two-stage and multi-stage optimization of financial flows tasks at the Institute of Mathematics and Informatics, Šiauliai University. Mixed-integer programming algorithm was embedded in the developed model, CPLEX Studio software package was embedded for optimization. The results from two-stage and multi-stage tasks were compared.

Keywords: financial planning, financial management, two-stages stochastic programming, multi-stage stochastic programming, mixed-integer optimization.

Santrauka

VIEŠŲJŲ ĮSTAIGŲ FINANSINIŲ SRAUTŲ PLANAVIMAS

A. Ušpurienė, L. Sakalauskas, V. Dumskis

Straipsnyje atskleidžiamas viešųjų įstaigų finansinių srautų planavimas. Aprašomi pagrindiniai finansų valdymo instrumentai ir sukurti kelių etapų sąnaudų minimizavimo modeliai. Pateikiami finansinių instrumentų ir jų kombinacijų ribojimai. Sukurti modeliai pritaikyti Šiaulių universiteto Matematikos ir informatikos fakulteto finansinių srautų dviejų ir keturių etapų optimizavimo uždaviniui spręsti. Sukurtame modelyje realizuojamas mišrus sveikaskaičio programavimo algoritmas. Atliekant optimizavimą naudojamas *CPLEX Studio* paketas. Palyginti gautų dviejų ir keturių etapų uždavinių rezultatai.

Prasminiai žodžiai: finansų planavimas, finansų valdymas, dviejų etapų stochastinis programavimas, daugelio etapų stochastinis programavimas, mišrus sveikaskaitis programavimas.

Įteikta 2016-02-25
Priimta 2016-05-04