

## ORO TEMPERATŪROS IŠVESTINĖS PRIEMONĖS: NAUDOJIMO GALIMYBĖS LIETUVOS ŪKYJE

Doc. dr. Rūta Kropienė  
Vilniaus universiteto Ekonomikos fakulteto  
Kiekybinių metodų ir modeliavimo katedra  
Tel. (8 5) 236 6143  
El. p. ruta.kropiene@ef.vu.lt

Magistras Gžegož Jurgio  
Vilniaus universiteto Ekonomikos fakulteto  
Kiekybinių metodų ir modeliavimo katedra  
El. p. gzegoz4@yahoo.com

Daugelio įmonių veiklos rezultatams vis daugiau įtakos turi oro sąlygos, todėl ypač svarbios yra naujų, efektyvesnių orų rizikos draudimo priemonių naudojimo galimybės. Jau dešimt metų pasaulio finansų rinkose prekiaujama orų išvestinėmis priemonėmis, tačiau Lietuvos ūkio subjektai dėl kai kurių priežasčių jomis dar nesinaudoja. Pirma, Europoje prekyba oro išvestinėmis priemonėmis atsirado gerokai vėliau nei JAV ir daugelis potencialių šalies vartotojų jų paprasčiausiai nežino. Antra, šalyje nėra išsamių tyrimų, pagrįstų meteorologinių duomenų bei finansinių rezultatų laiko eilučių palyginimais, kurie atsakytų į klausimą, kiek ir kokių mastu (finansine prasme) konkrečią veiklos sritį veikia įvairios oro anomalijos. Trečia, nėra įvertinta, kiek tokie sandoriai galėtų kainuoti mūsų vartotojams ir kokios finansinės naudos jie suteiktų.

Pagrindinis straipsnio tikslas – ištirti oro temperatūros indeksų panaudojimo galimybes Lietuvos ūkyje. Siekiant šio tikslo, straipsnyje keliami tokie uždaviniai:

- Suformuluoti oro temperatūros išvestinių priemonių naudojimo prielaidas;
- Ištirti šilumos energijos suvartojimą Vilniaus mieste;
- Atlikti Vilniaus ir Europos miestų oro temperatūrų analizę;
- Sudaryti Vilniaus šilumos energijos tiekimo įmonės draudimosi strategiją.

Tyrimo metodai: lyginamoji analizė, indeksų metodas, regresinė analizė, koreliacinė analizė.

Skaičiavimams buvo panaudoti Vilniaus oro uosto bazinės stoties oro temperatūros duomenys, kuriuos teikia Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba prie Aplinkos ministerijos (LHMT), ir UAB „Vilniaus energija“ duomenys apie vidutinį mėnesinį šilumos energijos suvartojimo lygį šildymo sezono metu.

### ORO TEMPERATŪROS IŠVESTINIŲ PRIEMONIŲ NAUDOJIMO PRIELAIDOS

Pirmoji prielaida. Siekiant apsisaugoti nuo rizikos dėl nepalankių oro sąlygų buvo sukurti neįprasti finansiniai produktai – orų išvestinės priemonės. Pirmieji orų išvestinių priemonių sandoriai buvo įregistruoti JAV 1996–1997 m. Jų atsiradimą lėmė kelios priežastys: pirma, JAV buvo panaikintas energetikos ir komunalinių paslaugų kainų reguliavimas, antra, įvyko kapitalo ir draudimo rinkų suartėjimas. Čikagos prekybos birža (CME) išleido specialias katastrofų obligacijas ir pasirinkimo sandorius, o vėliau, kaip logiška rinkos plėtros tąsa, buvo sukurtos orų išvestinės priemonės – ateities, apseiktimo ir pasirinkimo sandoriai [5]. Jų pagrindą gali sudaryti įvairūs meteorologiniai kintamieji: oro temperatūra (vidutinė, žemiausia, aukščiausia), saulėtų valandų skaičius, vėjo greitis, kritulių (lietaus, sniego) kiekis ir pan.

Daugiausia (90%) kontraktų sudaroma oro temperatūros pagrindu [4]. Tai lemia kelios priežastys. Pirma – orų išvestinės priemonės (OIP) ypač atitinka energetikos kompanijų, kurios yra pagrindinės šios rinkos dalyvės, poreikius [10]. Antra – temperatūros parametras yra daug lengviau valdomas nei, pavyzdžiui, kritulių kiekio, kuris, kaip žinia, yra netolygus kintamasis [8]. Populiariausi kintamieji yra šildymo dienos laipsniai (HDD) ir vėsinimo dienos laipsniai (CDD), kurie parodo, kiek dienos oro temperatūros vidurkis nukrypsta nuo 18,33 °C (arba 65 °F) [6]. Tačiau paprasčiausias indeksų tipas yra CAT, kuriame yra kaupiama vidutinė paros temperatūra per tam tikrą apibrėžtą laikotarpį.

Šiuo metu Čikagos prekybos birža prekiauja standartizuotais ateities sandoriais, kurių bazinius aktyvus sudaro 18 JAV, 2 Japonijos ir 11 Europos miestų vidutinės mėnesio arba sezono dienos temperatūros indeksai<sup>1</sup> [3; 6]. Be to, šioje biržoje galima įsigyti šių

<sup>1</sup> Japonijos ir Europos miestuose skaičiuojami suvestiniai vidutinės oro temperatūros indeksai, o ne suvestiniai HDD ir CDD indeksai.

ateities sandorių europietiškus pasirinkimo pirkti arba parduoti kontraktus.

Antroji prielaida. Lietuvos finansų rinkoje apsidrausti nuo stichinių nelaimių naudojamos tik draudimo sutartys. Svarbi prielaida orų išvestinių priemonių rinkai Lietuvoje sukurti yra ta, kad čia kitaip negu draudimo rinkoje tenkinamas ūkio subjektų finansinių nuostolių dėl oro sąlygų kompensavimo poreikis. Pirma, draudėjas, norėdamas gauti kompensaciją, turi įrodyti, kad finansinius nuostolius patyrė dėl oro sąlygų. Naudojant išvestines priemones, tokių įrodymų nereikia. Antra, draudimo sutartimi dažniausiai apdraudžiama tik nuo ekstremalių situacijų, stichinių nelaimių, todėl tokia sutartis yra visiškai neveiksminga esant palyginti normalioms oro sąlygoms. Išvestinės priemonės suteikia galimybę gauti pajamas bet kuriomis sąlygomis. Trečia, išvestinių sandorių rinkoje susitinka skirtingų interesų turintys dalyviai, iš kurių vieniems, sakykime, yra palanki šilta, o kitiems – šalta žiema. Šie dalyviai sudaro išvestinių sandorių, kuriais diversifikuojama oro temperatūros rizika. Tokia situacija neįmanoma draudimo rinkoje.

Trečioji prielaida – oro duomenų kokybė ir prieinamumas. Įmonės, norinčios analizuoti savo veiklos finansinius rezultatus ir sugretinti juos su oro duomenų statistinėmis eilutėmis, turi už juos mokėti nacionalinėms meteorologinėms agentūroms. Todėl labai svarbu, kad duomenys būtų kokybiški ir įmonės galėtų jais visiškai pasikliauti, įvertindamos finansinius nuostolius bei įkainodamos išvestines priemones. Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba teikia aukštos kokybės ir įvairaus senumo oro bei hidrologijos duomenis. Visos šios paslaugos yra mokamos ir reglamentuotos Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos direktoriaus

2005 m. gegužės 3 d. įsakymu Nr. V-36 „Dėl Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos prie Aplinkos ministerijos teikiamų hidrometeorologijos specialiųjų (monopolinių) paslaugų kainų“ [12]. Taigi, Lietuvoje yra visos galimybės apskaičiuoti sezoninius arba mėnesinius oro temperatūros indeksus konkrečioje vietovėje.

Ketvirtoji prielaida. Jau senokai mokslinėje literatūroje ieškoma optimalaus modelio, pagal kurį būtų galima susieti miestų, kurių oro temperatūros indeksais prekiauja biržos, ir kitų vietovių, kurių oro temperatūra biržos neprekauja, oro temperatūros riziką [3; 11]. Daugelis nagrinėtų modelių, deja, nepakankamai tiksliai imituoja oro temperatūros dinamiką. Vilniaus oro temperatūrai aprašyti buvo panaudotas Ornsteino ir Uhlenbecko modelis, kurį pasiūlė Dornier'as ir Querelis [11]. Temperatūros skirtumų pasiskirstymas pagal normalųjį skirstinį leidžia aprašyti modelio liekanų elgesį pagal Wienerio atsitiktinį procesą. Taigi modelis užrašomas taip:

$$dT_t = \alpha(\theta - T_t)dt + \gamma dW_t, \quad (1)$$

kur:

$T_t$  – oro temperatūros stebėjimai (modeliuojamas dydis);

$\theta$  – ilgo laikotarpio temperatūros vidurkis (t. y. vidurkis, prie kurio grįžta procesas);

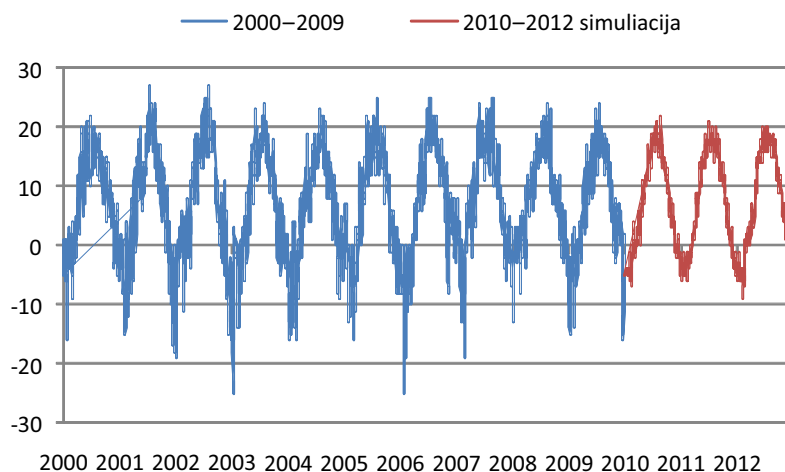
$\alpha$  – grįžimo prie vidurkio greitis;

$\gamma$  – proceso kintamumas;

$W_t$  – Wienerio procesas.

Apskaičiavus visus reikalingus parametrus bei pritaikius Monte Carlo metodą oro temperatūrai imituoti, buvo gautas pakankamai tikslus Vilniaus oro temperatūros tendencijų atkartojimo procesas (1 pav.).

1 pav. Vidutinė paros oro temperatūra 2000–2009 m. ir jos imitacija 2010–2012 m.\*



\* Sudaryta autorių.

### ŠILUMOS ENERGIJOS VARTOJIMO ANALIZĖ

Situacijai nagrinėti naudosime UAB „Vilniaus energija“, tiekiančios šilumą Vilniaus mieste, duomenis – 2005–2006 m. šildymo sezono vidutinių mėnesinių šilumos suvartojimo lygį.

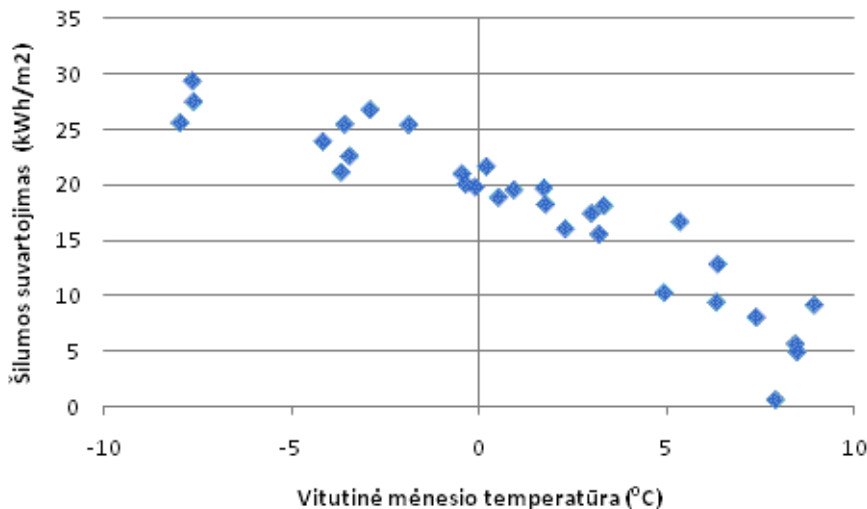
Empiriniai duomenys (2 pav.) atspindi logišką priklausomybę tarp vidutinės mėnesinės temperatūros ir šilumos energijos suvartojimo. Šios priklausomybės koreliacijos koeficientas siekia net  $-0,9271$ . Taigi, didesnis suvartotos šilumos energijos kiekis reiškia didesnes įmonės pajamas ir didesnį pelną.

Siekiant suformuoti tinkamą pasirinkimo san-

dorio strategiją, pirmiausia reikia kiekybinį šilumos sunaudojimą konvertuoti į vertinę išraišką.

Statistikos departamento duomenimis, 2009 m. Vilniuje gyveno apie 557 tūkst. gyventojų, kiekvienam vidutiniškai teko po  $25,2 \text{ m}^2$  naudingojo gyvenamojo ploto. Taigi visas Vilniaus gyvenamasis fondas sudarė 14,04 mln. kv. metrų. Naudojant mėnesinius šilumos energijos, tenkančios vienam kv. metrui, duomenis, buvo apskaičiuotas per mėnesį sunaudotos šilumos kiekis ir šilumą teikiančios įmonės gautos pajamos to meto kainomis. Sudaryta regresijos lygtis leido nustatyti kiekybinę priklausomybę tarp oro temperatūros ir pajamų, gaunamų už tiekiamą šilumos energiją, pokyčių (žr. 1 lent.).

2 pav. Vilniaus vidutinės mėnesio oro temperatūros ir šilumos suvartojimo sklaida\*



\* Sudaryta autorių, remiantis UAB „Vilniaus energija“ ir LHMT duomenimis.

1 lentelė. Pajamų už tiekiamą šilumą regresijos lygties parametrai\*, mln. litų be PVM

Kintamasis	Koeficiento reikšmė	Paklaida	t statistika	p reikšmė
Laisvasis narys	51,8013	1,4020	36,9490	0
Vidutinė mėnesio temperatūra (°C)	-3,6360	0,2778	-13,0895	0
Koreguotas $R^2$ – 85,45%		Stebėjimų skaičius – 30		
Standartinė paklaida – 7,44		F statistikos p reikšmė – 0%		

\* Sudaryta autorių.

Oro temperatūrai pakilus vienu laipsniu, UAB „Vilniaus energija“ pajamos už gyventojams tiekiamą šilumą vidutiniškai sumažėja 3,636 mln. litų. O kai oro temperatūra yra 0 °C, įmonė vidutiniškai gauna 51,8 mln. litų pajamų. Tiek t statistika, tiek p tikimybės reikšmės rodo, kad abu regresijos koeficientai yra reikšmingi, o determinacijos koeficiento reikšmė patvirtina, kad modelis pakankamai gerai parodo oro temperatūros ir pajamų pokyčius. Tačiau tokias išvadas galima daryti tik atsižvelgus į tam tikras prielaidas:

- sunaudojamas šilumos energijos kiekis atspindi tik gyvenamojo ploto šildymą ir tik šildymą centralizuotai tiekiamą šilumos energija. Ši prielaida neturi reikšmingo poveikio kiekybinei oro temperatūros ir šilumos suvartojimo priklausomybei, tačiau turi įtakos pajamų dydžiui, kuris nulemia pasirinkimo sandorio kainą. Todėl mažinant šios įtakos poveikį draudimo strategija gali būti orientuota tik į tam tikros dalies pajamų netekimą;

- viso nagrinėjamo laikotarpio pajamos už tiekiamą šilumos energiją yra perskaičiuotos 2009 m. gruodžio 1 d. kainomis;

- ignoruojamas šilumos energijos efektyvumo augimo poveikis.

### VILNIAUS IR KITŲ EUROPOS MIESTŲ ORO TEMPERATŪROS KORELIACINĖ ANALIZĖ

Šios analizės tikslas buvo surasti Vilniaus miestui oro temperatūra artimiausią miestą, kurio indeksu prekiauja CME.

Tarkime, kad  $T_{1t}$  yra kurio nors miesto oro temperatūros, prekiaujamos CME, laiko eilutė, o  $T_{2t}$  – Vilniaus oro temperatūros laiko eilutė. Darydami prielaidą, kad abiejų miestų temperatūros pasiskirsčiusios pagal normalųjį skirstinį, galime prognozuoti pirmosios tikimybę, atsižvelgdami į prognozuojamą arba numanomą antrosios lygį. Aišku, prielaida yra gana grubi, tačiau tai netrukdo pristatyti pačios draudimosi idėjos.

HDD indekso vienos dienos dydis priklausys nuo faktinės miesto oro temperatūros reikšmės, prekiaujamos CME, bet šiuo atveju nežinomos ir sąlygojamos faktine Vilniaus miesto oro temperatūros reikšme. Tuomet dydis  $t_i$  būtų:

$$t_i = 18 - \{T_{1t} | T_{2t} = t_{2t}\}. \quad (2)$$

HDD indekso atveju šis dydis įgyja tokias reikšmes:

$$t_i = \begin{cases} 0, & \text{kai } t_i \leq 0, \\ t_i & \text{kai } t_i > 0. \end{cases} \quad (3)$$

Tuomet galime apibrėžti tokias  $Z_t$  tikimybes:

$$P(Z_t = 0) = P(\{T_{1t} | T_{2t} = t_i\} \geq 18) = 1 - \Phi(18), \quad (4)$$

$$P(0 \leq t_i \leq t_i) = P(18 - t_i \leq \{T_{1t} | T_{2t} = t_i\} \leq 18) = \Phi(18) - \Phi(18 - t_i), \quad (5)$$

kur  $\Phi(x)$  – kaupiamojo normaliojo skirstinio funkcija.

Aprašytas modelis leidžia nustatyti pasirinkto miesto kiekvienos dienos oro temperatūros tikimybę, naudojant imitacinę Vilniaus oro temperatūros reikšmę. Supaprastinus šį procesą buvo apskaičiuoti laiko eilučių koreliacijos tarp Vilniaus ir kitų Europos miestų, kurių oro temperatūros indeksais prekiauja CME, koeficientai (žr. 2 lent.). Šie duomenys apima laikotarpį nuo 2006 m. lapkričio 1 iki 2009 m. gruodžio 31 d. Tiesa, dėl nežinomų priežasčių 2007 m. birželio mėn. duomenys buvo pateikti tik nuo 1 iki 18 d., Oslo oro temperatūros laiko eilutė prasideda 2008 m. gegužės mėn., o Prahos – 2010 m. sausio mėn.

2 lentelė. Vilniaus ir kitų Europos miestų oro temperatūrų koreliacija\*

Miestas	Koreliacijos koeficientas
Amsterdamas	0,828
Barselona	0,829
Berlynas	0,889
Essenas	0,827
Londonas	0,808
Madridas	0,807
Oslas	0,897
Paryžius	0,813
Praha	–
Roma	0,844
Stokholmas	0,912

\* Sudaryta autorių, remiantis CME ir LHMT duomenimis.

Nesunku pastebėti, kad trijų miestų – Berlyno, Oslo ir Stokholmo – koreliacijos koeficientų reikšmės yra didžiausios – apie 90 proc. Nors Vilnius labiausiai koreliuoja su Stokholmu, tačiau, papildžius oro temperatūros laiko eilučių koreliacinę analizę aprašomosios statistikos charakteristikomis, paaiškėjo, kad geriausiai Vilniaus oro temperatūrą imituoja Oslo miesto, kuris bus Vilniaus miesto „ambasadorius“ Čikagos prekybos biržoje, temperatūra.

### ŠILUMOS ŪKIO DRAUDIMOSI STRATEGIJA

Tarkime, kad įmonė nori pašalinti nepalankių oro sąlygų įtaką, naudodama oro temperatūros išvestinių priemonių rinką. Tuomet įmonei būtų tikslinga parduoti pasirinkimo pirkti sandorį (atidaryti *short call* poziciją). Tai reiškia, kad esant šiltesnei nei įprasta žiemai, įmonė gali tikėtis papildomų pajamų iš premijos. Ir priešingai, jei žiema būtų palyginti šalta, įmonė turėtų išmokėti kitai sandorio pusei priklausantis išmokas (pagal kontraktą) iš savo didesnių pajamų, gautų pardavus daugiau šilumos energijos.

Norint tai įgyvendinti, pirmiausia reikia apskaičiuoti HDD indekso dydį. Žinia, Europoje bazinė oro temperatūra yra 18 °C. Todėl Lietuvoje lapkričio–kovo mėn. HDD indeksas įgis teigiamas reikšmes:

$$H = nT_a \sum_{i=1}^n T_i. \quad (6)$$

Tarkime, kad įmonė draudžiasi nuo 2010 m. gruodžio mėn. oro temperatūros šuolių. Tyrimo metu buvo nustatyta, kad pastarųjų dešimties metų vidutinis gruodžio mėn. HDD indeksas siekė 624 punktus, o jo standartinis nuokrypis – 120 punktų. Per šį laikotarpį mažiausia jo reikšmė buvo 465, o didžiausia – 848 punktai. Tad tikėtinas indekso dydis yra 624 punktai.

2010 m. balandžio mėn. pabaigoje Čikagos prekybos biržoje pradėta prekiauti Europos miestų HDD indeksais 2010–2011 m. žiemos sezonui. 2010 m. gruodžio mėnesio Oslo HDD indekso ateities sandorio kaina buvo 596 punktai. Todėl besidraudžiančiai įmonei būtų tikslinga sudaryti ateities sandorio pasirinkimo kontraktą. Tarkime, įmonė nusprendžia parduoti Oslo HDD indekso ateities pasirinkimo pirkti sandorį, kurio sutartas dydis yra 580 punktų. Taigi įmonė draudžiasi nuo pajamų sumažėjimo šiltos žiemos atveju.

Žinoma (žr. 1 lent.), kad oro temperatūrai pakilus 1 °C, įmonės pajamos sumažėja 3,636 mln. litų. Vienu laipsniu šiltesnis gruodžio mėnuo apytiksliai atitinka 31 punktu mažesnę indeksą. Šiuo atveju skirtumas tarp vidutinės gruodžio mėn. Vilniaus HDD indekso reikšmės ir sutartos pasirinkimo sandorio indekso reikšmės sudaro 44 punktus. Todėl galima sakyti, kad UAB „Vilniaus energija“ draustųsi nuo 1,4 °C aukštesnės nei įprasta gruodžio mėn. temperatūros, nes tai sumažintų jos pajamas beveik 5,1 mln. litų. Ir atvirkščiai, tokią pat sumą ji turėtų sumokėti, jei temperatūra būtų 1,4 °C žemesnė nei sutarta sandorėje.

Oslo oro temperatūros indekso vieno punkto vertė CME biržoje yra dvidešimt eurų. Taigi kontraktų skaičius apskaičiuojamas taip:

$$(5,1 \text{ mln. Lt} / 3,4528 \text{ Lt/EUR}) / (44 \text{ punktai} \times 20 \text{ EUR}). \quad (7)$$

Todėl įmonė turėtų parduoti 1679 pasirinkimo pirkti kontraktus.

Pasinaudojant Alatono modeliu (8 formulė) apskaičiuojama premija, kurią turėtų gauti įmonė už vieno kontrakto pardavimą [1]:

$$C(t) = e^{-r(T-t)} \left[ (\mu - K)\Phi(-d) + \frac{\sigma}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{d^2}{2}} \right], \quad (8)$$

kur:

$$d = \frac{\mu - K}{\sigma},$$

$r$  – nerizikinga palūkanų norma;

$T$  – kontrakto galiojimo termino pabaiga;

$t$  – einamasis laikotarpis ( $t < T$ );

$K$  – sutartas indekso dydis;

$\mu$  – indekso laiko eilutės vidurkis;

$\sigma$  – indekso laiko eilutės standartinė paklaida;

$\Phi$  – kaupiamasis standartinis normalusis skirstinys.

Taigi premijos dydis turėtų būti 28 indekso punktai, t. y. 560 eurų už vieną kontraktą, o iš viso – 940 240 eurų, arba 3 246 461 litas. Diskontavus šias vertes EURIBOR palūkanų norma<sup>1</sup>, matome, kad premija už vieną kontraktą bus 556,74 euro, o už visus kontraktus – 934 771 euras, arba 3 227 578 litai.

Norint ištirti, kokios būtų buvę UAB „Vilniaus energija“ pasirinktos draudimosi strategijos baigtys ankstesniaisiais metais, reikėtų naudoti imitacinį istorinių duomenų metodą: apskaičiuoti 2000–2009 m. gruodžio mėn. HDD indeksus ir įvertinti galimas strategijos baigtis (žr. 3 lent.).

Matyti, kad per pastaruosius dešimt metų UAB „Vilniaus energija“ tik ketverius metus būtų turėjusi kompensuoti pasirinkimo sandorio pirkėjui nuostolius dėl šaltos žiemos. Visais kitais atvejais įmonė pasinaudotų premija, kaip kompensacinėmis pajamomis už riziką.

Pasirašydama (parduodama) HDD indekso 580 punktų pasirinkimo pirkti sandorį, UAB „Vilniaus energija“ vidutiniškai turėtų sumokėti 5,5 mln. litų kitai sandorio pusei. Taigi, gali pasirodyti, kad dalyvavimas orų išvestinių priemonių rinkoje įmonei yra nuostolingas. Tačiau iš tikrųjų įmonė subalansuoja savo pajamų srautus ir apsisaugo nuo pajamų sumažėjimo šiltesnėmis žiemomis (žr. 4 lent.).

<sup>1</sup> Kadangi Čikagos prekybos biržoje Oslo indeksų punktai vertinami eurais, taikysime EURIBOR palūkanų normą, kaip apibrėžiančią palūkanų normą be rizikos.



3 lentelė. Imitacinės HDD pasirinkimo pirkti sandorio pardavėjo pozicijos baigtys\*

Metai	Mėnuo	HDD reikšmė	$\min \{K - HDD; 0\}$ (K = 580)	Išmokos, mln. Lt
2000	12	537	0	Premija 3,2
2001	12	803	-223	-25,9
2002	12	848	-268	-31,1
2003	12	572	0	Premija 3,2
2004	12	556	0	Premija 3,2
2005	12	648	-68	-7,9
2006	12	465	0	Premija 3,2
2007	12	572	0	Premija 3,2
2008	12	569	0	Premija 3,2
2009	12	665	-85	-9,9
		Vidurkis	-161	-5,5

\* Sudaryta autorių.

4 lentelė. HDD indekso pasirinkimo sandorio ir pajamų už šilumą verčių suma\*

Metai	Mėnuo	HDD reikšmė	Vidutinė temperatūra, °C	Pasirinkimo sandorio vertė, mln. Lt	Pajamos už šilumą (pagal regresiją), mln. Lt	Pajamų už šilumą ir pasirinkimo sandorio verčių suma, mln. Lt
2000	12	537	0,7	Premija 3,2	49,3	52,6
2001	12	803	-7,9	-25,9	80,5	57,8
2002	12	848	-9,4	-31,1	85,8	57,9
2003	12	572	-0,5	Premija 3,2	53,4	56,7
2004	12	556	0,1	Premija 3,2	51,6	54,8
2005	12	648	-2,9	-7,9	62,4	57,7
2006	12	465	3,0	Premija 3,2	40,9	44,1
2007	12	572	-0,5	Premija 3,2	53,4	56,7
2008	12	569	-0,4	Premija 3,2	53,1	56,3
2009	12	665	-3,5	-9,9	64,4	57,7

\* Sudaryta autorių.

Tais atvejais, kai įmonei tenka susimokėti kompensaciją, jos pajamos yra apie 57,7 mln. litų, kadangi tiek įmonės pajamos, tiek galima išmoka yra tiesine priklausomybe susietos su oro temperatūros lygiu. Be to, pasirenkamas toks kontraktų skaičius, kad

būtų visiškai padengiamas dėl kiekvieno oro temperatūros pokyčio mažėjančių pajamų trūkumas. O kai žiemos būna šiltos, įmonės pajamos mažėja neproporcingai, tačiau jos papildomos pastovia premijos dydžio suma.

## IŠVADOS

Orų išvestinių priemonių rinkos plėtrą atspindi didėjanti siūlomų produktų įvairovė, gausėjantis dalyvių iš įvairių šalių skaičius ir vis naujų ūkio sektorių įsitraukimas į šią rinką. Tyrimo rezultatai rodo, kad Lietuvoje yra visos prielaidos apdrausti orų riziką naujomis finansinėmis priemonėmis – OIP. Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba teikia kokybiškus ir išsamius duomenis, tinkančius sezono arba mėnesio oro temperatūros indeksams skaičiuoti. Be to, matyti aiškus ūkio subjektų poreikis naudoti už tradicines draudimo sutartis efektyvesnes finansines priemones. Šiuo metu būtų patogiausia draustis pasaulio biržose prekiaujamais kontraktais: įmonės gali pirkti arba parduoti CME 29-ųjų pasaulio miestų oro temperatūros indeksus. Sudarytas Vilniaus oro temperatūros modelis leidžia palyginti jį su kitų Europos miestų oro temperatūros modeliais. Atlikta Vilniaus ir CME prekiaujamų Europos miestų oro temperatūros laiko eilučių koreliacinė analizė padėjo nustatyti, kad šio kintamojo atžvilgiu Vilniui yra „giminingi“ Stokholmas, Berlynas ir Oslas, ypač pastarasis. Išnagrinėta Vilniaus šilumos energijos tiekimo įmonės draudimosi orų išvestinių priemonių rinkoje strategija leidžia subalansuoti įmonės pajamas – jas padidinti, esant šiltesniam nei įprasta šildymo sezonui, arba sumažinti, išmokant sandoryje numatytą kompensaciją iš padidėjusių pajamų, gautų esant žemesnei nei vidutinė oro temperatūrai šildymo sezono metu. Šis atvejis sudaro pakankamai prielaidų taikyti tokį draudimo būdą įvairiuose Lietuvos ūkio sektoriuose. Be to, šalies valstybės institucijos, reaguodamos į energetinių žaliavų kainų pokyčius, galėtų sėkmingai dalyvauti šioje rinkoje, atstovaudamos Lietuvos gyventojų interesams.

## LITERATŪRA

1. Alaton, P., Djehiche, B., Stillberger, D. 2002: On Modelling and Pricing Weather Derivatives, *Applied Mathematical Finance*, Vol. 9. Interneto prieiga: <http://www.math.kth.se/matstat/fofu/reports/weather.pdf> (žiūrėta 2009-11-07).
2. Benth, F. E., Saltyte-Benth, J. 2005: Stochastic Modelling of Temperature Variations with a View towards Weather Derivatives, *Applied Mathematical Finance*, Vol. 12.
3. Benth, F. E., Saltyte-Benth, J., Koekebakker, S. 2006: *The Volatility of Temperature and Pricing of Weather Derivatives*, Quantitative Finance Seminar, Oslo.
4. Cao, M., Li, A., Wei, J. Z. 2003: Weather Derivatives: A New Class of Financial Instruments, *Social Science Research Network*. Interneto prieiga: [http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=1016123](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1016123) (žiūrėta 2009-03-21).
5. Carabello, F. 2005: *Introduction to weather derivatives*. Interneto prieiga: <http://www.investopedia.com/articles/optioninvestor/05/052505.asp> (žiūrėta 2009-03-19).
6. *Chicago Mercantile Exchange*, Rulebook. Interneto prieiga: <http://www.cmegroup.com/rulebook/CME/index.html> (žiūrėta 2010-04-24).
7. Considine, G. *Introduction to weather derivatives*. Interneto prieiga: [http://www.cmegroup.com/trading/weather/files/WEA\\_intro\\_to\\_weather\\_der.pdf](http://www.cmegroup.com/trading/weather/files/WEA_intro_to_weather_der.pdf) (žiūrėta 2009-03-19).
8. Dischell, R. 2002: *Climet risk and the wether market: Financial risk management with weather hedges*, London: Risk Books.
9. Kosater, P. 2006: *Cross-City Hedging with Weather Derivatives using Bivariate DCC GARCH Models*, Seminar of Economic and Social Statistics, University of Cologne.
10. Kropienė, R. 2007: Orų išvestinės priemonės (OIP) – naujas finansų inžinerijos produktas, *Ekonomika ir vadyba*, 2007 (12), p. 807–814.
11. Mraoua, M., Bari, D. 2005: *Temperature Stochastic Modeling and weather derivatives pricing: empirical study of Moroccan data*. Interneto prieiga: [http://www.univ-rouen.fr/LMRS/JSEFo6/JSEF1\\_fichiers/mraoua.pdf](http://www.univ-rouen.fr/LMRS/JSEFo6/JSEF1_fichiers/mraoua.pdf) (žiūrėta 2009-11-7).
12. Valstybės žinios, Nr. 58-2068, 2005.
13. Vilniaus energija, *Šilumos suvartojimas*, Interneto prieiga: [http://www.vilniaus-energija.lt/heat\\_consumption.php](http://www.vilniaus-energija.lt/heat_consumption.php) (žiūrėta 2010-02-02).
14. *Weather Derivatives*. Interneto prieiga: [http://www.egartech.com/docs/eGAR\\_Weather\\_Derivatives\\_Model.pdf](http://www.egartech.com/docs/eGAR_Weather_Derivatives_Model.pdf) (žiūrėta 2009-11-07).