



## Economics and management Ekonomika ir vadyba

# PRIELAUDŲ ORŲ IŠVESTINĖMS FINANSINĖMS PRIEMONĖMS TAIKYTI LIETUVOS ŪKYJE TYRIMAS

Ernesta LATVYTĖ\*, Raimonda MARTINKUTĖ-KAULIENĖ

*Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Vilnius, Lietuva*

Gauta 2020 m. sausio 6 d.; priimta 2020 m. balandžio 20 d.

**Santrauka.** Straipsnyje nagrinėjama orų išvestinių finansinių priemonių koncepcija: kas tai yra, kokios jų savybės, kokiame srityse galima jas pritaikyti. Nustatyta, kad orų išvestinės finansinės priemonės gali būti kelių rūšių – pasirinkimo ir apsigėrimo sandorių pavidalu. Taip pat nustatyta, kad orų išvestinių finansinių priemonių pritaikymo galimybės labai plačios – jos patrauklios tiek turizmo, statybų įmonėms, tiek agrokultūroje ar šildymo bendrovių veikloje. Lietuvoje veikiančios bendrovės netaiko orų išvestinių finansinių priemonių, nors jos suteikia galimybę apsidrausti nuo rizikų, susijusių su nepalankiomis orų sąlygomis. Straipsnyje atliktas tyrimas, siekiant nustatyti, kurios šildymo paslaugas teikiančios bendrovės turėtų pritaikyti orų išvestines finansines priemones, siekdamos pagerinti savo veiklos rezultatus. Tyrimas atliekamas taikant daugiakriterio vertinimo metodus – SAW ir TOPSIS. Daugiakriteris vertinimas parodė, kad AB „Šiaulių energija“ ir UAB „Varėnos šiluma“ galėtų pasinaudoti galimybe pritaikyti orų išvestines finansines priemones savo veikloje, siekdamos pagerinti veiklos rezultatus.

**Reikšminiai žodžiai:** orų išvestinės finansinės priemonės, orų rizika, šildymo bendrovės, šilumos energija, rizikos valdymas.

## Įvadas

Versle, be kitų rizikų, susiduriama su orų sąlygų keliomis rizikomis. Vis dažniau pastebima, kad orų sąlygos keičiasi, vyksta klimato pokyčiai – kai kuriuose regionuose žiemos šiltesnės, kituose iškrinta daugiau ar mažiau kritulių nei įprastai ir pan. (Falco et al., 2019). Draudimo bendrovių teikiami siūlymai netenkina dalies įmonių poreikių, nes siūloma apsidrausti verslą tik nuo katastrofinių oro sąlygų padarinių (pvz., potvynių). Įmonės, kurių veiklai įtaką daro ne tik ekstremalios orų sąlygos, nori apsidrausti nuo galimos rizikos. Orų išvestinės finansinės priemonės – tai sąlygiškai naujas finansinis produktas, kuris yra paremtas orų indeksais. Orų išvestinės finansinės priemonės leidžia apsidrausti nuo rizikų, susijusių su oro sąlygų svyravimais. Per pastaruosius 20 metų orų išvestinės finansinės priemonės tapo svarbiausia priemone, mažinančia riziką, susijusią su klimato pokyčiais (Li, 2018). Dalies įmonių veikla ir jos rezultatai priklauso nuo oro sąlygų, todėl jos yra suinteresuotos ieškoti būdų, kaip galėtų apsidrausti nuo šių rizikų. Energetikos, žemės ūkio, turizmo, transporto sričių įmonės ypač jautrios orų sąlygoms (Lei, 2016). Orų išvestinių finansinių priemonių

rinka šiuo metu sutelkta Šiaurės Amerikoje, Vakarų Europoje, Japonijoje ir kituose išsivysčiusiuose regionuose, tačiau Lietuvoje orų išvestinės finansinės priemonės nėra taikomos įmonių veikloje. Taip pat nėra atlikta daug tyrimų apie orų išvestinių finansinių priemonių pritaikymo galimybes šalyje.

Problema – kokios yra orų išvestinių finansinių priemonių pritaikymo galimybės Lietuvoje.

Tyrimo objektas – orų išvestinių finansinių priemonių taikymo galimybės Lietuvos ūkyje.

Tikslas – ištirti prielaidas orų išvestinėms finansinėms priemonėms taikyti Lietuvos ūkyje.

Tyrimo tikslui pasiekti iškelti uždaviniai:

1. Išanalizavus mokslinę literatūrą, pateikti orų išvestinių finansinių priemonių sampratos esmę ir vertinimą.
2. Nustatyti sritis, kuriose taikomos orų išvestinės finansinės priemonės.
3. Įvertinti bendrovių, teikiančių šildymo paslaugas Lietuvoje, poreikį naudoti orų išvestines finansines priemones, taikant daugiakriterius vertinimo metodus.

\*Autorius susirašinėti. El. paštas [ernesta.latvyte@stud.vgtu.lt](mailto:ernesta.latvyte@stud.vgtu.lt)

## 1. Orų išvestinių finansinių priemonių samprata

Orų išvestinės finansinės priemonės tai sąlygiškai naujas finansinis produktas, paremtas orų indeksais. Pirmaisiais orų išvestinių finansinių priemonių produktais, paremtais JAV orų indeksu, pradėta prekiauti 1996 m. Šio finansinio produkto svarbą suprato įmonės, prekiaujančios elektros ir dujų produktais, nes jų veiklą itin paveikia šių produktų kainų, parduodamų kiekių pokyčiai, kurie priklauso ir nuo oro temperatūros (Mircea ir Cristina, 2012).

Orų išvestinių finansinių priemonių rinka sparčiai augo, sandorių šalimis tapo ir kitų industrijų kompanijos, esančios ne tik JAV, bet ir kituose Europos bei Japonijos miestuose (Jewson ir Brix, 2005).

Orų išvestinės finansinės priemonės skiriasi nuo kitų išvestinių finansinių priemonių tuo, kad jų rinka nėra išsami, t. y. šių priemonių negalima fiziškai laikyti, saugoti ar prekiauti orų kintamaisiais. Atsižvelgiant į tai, kad orų išvestinės finansinės priemonės neturi konkretaus materialiojo turto, gali atsirasti arbitražo galimybė (Cramer et al., 2019).

### 1.1. Orų išvestinių finansinių priemonių savybės

Įprastai orų išvestinėms finansinėms priemonėms būdingi keli požymiai. Kiekvienas sandoris turi turėti nustatytą laikotarpio pradžią ir pabaigą. Taip pat turi būti nustatyta vieta, kurios oro sąlygos bus apibrėžiamos. Įprastai tai būna miestas, kurio orų išvestinėmis finansinėmis priemonėmis prekiaujama biržoje (Karaktanis et al., 2017).

Sudarant sandorį nustatomas oro kintamasis pagal vietovę per laikotarpį. Oro kintamieji gali būti įvairūs – tai temperatūra, kritulių kiekis, vėjo greitis, saulėtų dienų skaičius. Pavyzdžiui, gali būti matuojama vidutinė, aukščiausia ar žemiausia per laikotarpį oro temperatūra (Pirrong ir Jermakyan, 2008). Kritulių kiekio orų išvestinės finansinės priemonės padeda apsaugoti nuo per žemo arba per aukšto iškritusių kritulių lygio tam tikroje vietovėje. Kritulių išvestinėmis finansinėmis priemonėmis prekiaujama rečiau nei kitų rūšių oro išvestinėmis finansinėmis priemonėmis, tačiau jos yra tokios pat svarbios, ypač žemės ūkiu besiverčiančioms bendrovėms (Cramer et al., 2019). Sudarant orų išvestinių finansinių priemonių sandorius, reikia pasirinkti indeksą, kuris apibendrins oro kintamumą per laikotarpį.

Ne mažiau svarbi yra atsiperkamumo funkcija. Ją pasitelkiant indeksas paverčiamas grynųjų pinigų srautu, kuriuo bus atsiskaitoma iš karto laikotarpio pabaigoje. Kai kurių rūšių sandoriams būdinga premija, kurią sumoka pirkėjas pardavėjui dar prieš sandorio pradžią (Li, 2018).

Orų išvestinės finansinės priemonės būna kelių rūšių – pasirinkimo, apsikeitimo, išankstiniai ir ateities sandoriai. Kiekvienam sandoriui būdingos tam tikros skirtingos savybės (Park, 2003).

Pasirinkimo sandorio atveju sandoriai gali būti pirkinio ir pardavimo. Pasirinkimo pirkti CALL pirkėjas susitaria su pardavėju dėl termino ir indekso dydžio ( $K$ ) ir pirkėjas sumoka premiją pardavėjui. Jeigu sandorio ter-

mino pabaigoje indeksas ( $I$ ) yra didesnis nei sutartas jo dydis ( $K$ ), pardavėjas yra įsipareigojęs sumokėti pirkėjui tam tikrą pinigų sumą, kuri apskaičiuojama pagal formulę:

$$M_{\text{call}} = k(I - K), \quad (1)$$

čia  $k$  – iš anksto sutartas koeficientas, kuris nurodo mokėjimo dydį už vieną oro indekso vienetą;  $I$  – indekso reikšmė termino pabaigoje;  $K$  – sutartas indekso dydis.

Pasirinkimo parduoti PUT sandorio atveju sandorio pardavėjas yra įsipareigojęs sumokėti pirkėjui tam tikrą lėšų sumą, jei termino pabaigoje sutartas indekso dydis  $K$  yra didesnis už faktišką oro indekso lygį. Tokiu atveju sumokamų lėšų suma apskaičiuojama pagal formulę:

$$M_{\text{put}} = k(K - I), \quad (2)$$

čia  $k$  – iš anksto sutartas koeficientas, kuris nurodo mokėjimo dydį už vieną oro indekso vienetą;  $I$  – indekso reikšmė termino pabaigoje;  $K$  – sutartas indekso dydis.

Apsikeitimo sandoriai naudojami siekiant apsidrausti nuo orų rizikos, sudaromi tarp dviejų šalių. Šiuo atveju nereikalaujama išankstinė premija. Sandorio pabaigoje  $A$  šalis turi sumokėti  $B$  šaliai pinigų sumą, kuri apskaičiuojama pagal 1 lygtį. Jeigu apskaičiuotą dydį gaunama neigiama reikšmė, tai  $B$  šalis moka pinigų sumą  $A$  šaliai, jei teigiama –  $A$  šalis moka  $B$  šaliai. Kitaip tariant, apsikeitimo sandoris – tai CALL ir PUT sandorių, kurių premijų dydžiai yra lygūs, junginys (Cabrera et al., 2013).

Išankstiniai sandoriai taip pat naudojami siekiant apsidrausti nuo nepalankių oro sąlygų, tačiau jie yra nebiržiniai. Ateities sandoriai yra standartizuoti ir jais prekiaujama biržose. Sudarydamos ateities sandorius, paremtus orų temperatūra, įmonės gali pirkti arba parduoti indeksus  $I_n^H$  arba  $I_n^C$ , atsižvelgdamos į draudimosi strategiją (Kropienė, 2007).

Jei įmonė nori apsidrausti dėl šaltos žiemos, turi pirkti  $I_n^H$  indeksą. Toks sandoris įpareigoja jo savininką termino pabaigoje įsigyti orų išvestinę priemonę už iš anksto nustatytą indekso lygį  $K$  (Kropienė, 2007).

Jeigu faktiškas oro temperatūros indekso lygis  $I_n^C$  termino pabaigoje bus didesnis už  $K$ , įmonė gaus pelną, kuris bus apskaičiuojamas:

$$k(I_n^H - K), \quad (3)$$

čia  $k$  – iš anksto sutartas koeficientas, kuris nurodo mokėjimo dydį už vieną oro indekso vienetą;  $I_n^H$  – indekso reikšmė termino pabaigoje;  $K$  – sutartas indekso dydis.

Jeigu faktiškas oro temperatūros indekso termino pabaigoje bus mažesnis nei sandoryje sutartas  $K$  lygis, tai įmonė patirs nuostolį, kuris bus apskaičiuojamas (Cabrera et al., 2013):

$$k(K - I_n^H), \quad (4)$$

čia  $k$  – iš anksto sutartas koeficientas, kuris nurodo mokėjimo dydį už vieną oro indekso vienetą;  $I_n^H$  – indekso reikšmė termino pabaigoje;  $K$  – sutartas indekso dydis.

Už ateities sandorius yra apmokama grynaisiais pinigais, kurių visos atviros pozicijos perskaičiuojamos

kiekvieną prekybos dieną. Palyginamos sutarta ir faktiška oro temperatūros indekso reikšmės ir įvertinama kiekviena pozicija, klientų sąskaitose nurodant gautą pelną ar patirtą nuostolį (Kropienė, 2007).

Orų išvestinės finansinės priemonės yra kur kas patrauklesnės nei draudimo kompanijų siūlomos paslaugos, nes draudimo bendrovės draudžia tik nuo katastrofinių padarinių – vėtrų, uraganų, potvynių ir pan. Tačiau orų išvestinės finansinės priemonės leidžia apsidrausti nuo oro temperatūrų svyravimų, nepalankaus kritulių kiekio.

Orų išvestinės finansinės priemonės patrauklios tuo, kad nepriklauso nuo ekonominių ar politinių reiškinių, kaip kitos investavimo galimybės (akcijos, obligacijos, išvestinės finansinės priemonės) (Kropienė, 2007).

## 1.2. Orų išvestinių finansinių priemonių pritaikymo sritys

Pagrindinis orų išvestinių finansinių priemonių taikymo tikslas – suteikti įmonėms ir organizacijoms galimybę apsisaugoti nuo nepastovių oro sąlygų. Pavyzdžiui, šildymo įmonėms suteikti galimybę apsidrausti nuo šiltos žiemos, kai suvartojama mažiau šilumos, statybų įmonėms išvengti nuostolių, susijusių su lietingu laikotarpiu, kai statybininkai negali dirbti lauke, ar slidinėjimo įmonėms sumažinti praradimus, kai nėra sniego (Jewson ir Brix, 2005).

Šiuo metu biržiniais orų išvestinių finansinių priemonių sandoriais prekiaujama JAV *Chicago Mercantile Exchange* (CME) biržoje. Indeksais paremti produktai susiję su vidutinėmis sezono ir mėnesio oro sąlygomis dešimtyje viso pasaulio miestų – 8 JAV ir 2 Europos. Šie miestai yra (CME, 2019):

- Niujorkas;
- Čikaga;
- Atlanta;
- Sinsinatis;
- Dalasas;
- Sakramentas;
- Las Vegasas;
- Mineapolis;
- Londonas;
- Amsterdamas.

Pagrindiniai šios biržos dalyviai yra draudimo ir perdraudimo įmonės, rizikos draudimo fondai, pensijų fondai, vyriausybės, mažmeniniai prekytojai, komunalinių paslaugų įmonės (CME, 2019).

Orų indeksai suteikia galimybę „prekiauti“ oru taip pat, kaip ir kitais indeksų produktais, pavyzdžiui, akcijų indeksais. Tai suteikia unikalią galimybę valdyti kainų riziką, kuri susijusi su orų sąlygomis, stabilizuoti pinigų srautus, gauti pelno ar padengti nuostolius, patiriamus dėl nepastovių oro sąlygų (Buchholz ir Musshoff, 2014).

Orų nepastovumas paveikia skirtingas sritis skirtingais būdais. Oras paveikia kai kurių įmonių pardavimų lygį. Pavyzdžiui, kuro gamybos įmonės parduos mažiau degalų šiltą žiemą. Slidinėjimo kurortai pritrauks mažiau slidinėtojų, kai bus mažiau sniego. Drabužiais prekiaujančios įmonės parduos mažiau drabužių, jei bus šalta vasara.

Oras taip pat gali paveikti pelną ne tik per pardavimo apimtį pokyčius, bet ir kitais būdais, taigi jis paveikia:

- statybos bendrovės, kurių darbai vėluoja dėl to, kad oras itin šaltas ar lyja ir statybininkai negali dirbti lauke;
- hidroelektrinės, kai bus sugeneruojama mažiau elektros vandens lygiui sumažėjus;
- techninės pagalbos kelyje įmonės, kurios pakelia kainas esant blogoms oro sąlygoms, kai būna daugiau eisimo įvykių;
- žuvies auginimo įmonės, kai žuvis auga lėčiau dėl mažesnės vandens temperatūros.

Agrokultūros sektorius yra ypač jautrus orų svyravimams, bet orų išvestinės finansinės priemonės gali padėti apsidrausti nuo nepalankių oro sąlygų.

Šiaurės Kinijos atveju atliktas tyrimas dėl orų išvestinių finansinių priemonių pritaikymo, apdraudžiant kukurūzų produkciją nuo nepalankių oro sąlygų. Tyrimo metu taikomos orų išvestinės finansinės priemonės, remiantis vidutine oro temperatūra. Nepastovi oro temperatūra verčia ūkininkus ieškoti būdų, kaip galėtų apsidrausti nuo sumažėjusio derliaus. Tai ypač aktualu tirtam regionui, nes pagrindinis pajamų šaltinis šiame regione – žemdirbystė. Pritaikius orų išvestines finansines priemonės, ūkis apsidraustų nuo galimų netekimų ir sumažintų riziką dėl nepalankių oro sąlygų (Sun ir Kooten, 2015).

Šiaurės Vokietijos, Saksonijos pavyzdžiu išnagrinėta situacija dėl vandens naudojimo ir orų išvestinių finansinių priemonių pritaikymo rizikai sumažinti. Dėl politinių vandens ribojimų, įvestų kvotų ir vandens kainų kilimo, mažėja ūkių pajamos ir susiduriama su rizika. Siekiant susidoroti su ekonomiais sunkumais, kuriuos ūkininkams sukelia vandens kvotos ar padidėjusios vandens kainos, pritaikytos orų išvestinės finansinės priemonės. Atlikus tyrimą paaiškėjo, kad, pritaikius orų išvestines finansines priemones, rizika patirti nuostolius dėl bulvių ir grūdų derliaus sumažėjo (Buchholz ir Musshoff, 2014).

Siekiant išsiaiškinti orų išvestinių finansinių priemonių efektyvumą slidinėjimo įmonių atžvilgiu, atliktas tyrimas Austrijoje įsikūrusių slidinėjimo įmonių bendrovių pavyzdžiu. Atliktas tyrimas parodė, kad orų išvestinės finansinės priemonės nėra dažnai taikomos šiose įmonėse, tačiau, Bank ir Wiesner (2011) nuomone, tai yra viena iš potencialiausių sričių, kur turėtų augti šių priemonių taikymas, siekiant apsidrausti nuo rizikos, susijusios su orų sąlygomis. Tai turėtų būti pritaikoma slidinėjimo bazėse, kurios yra nedideliame aukštyje ir gali susidurti su sniego susidarymo problemomis, esant šiltai žiemai. Tokiu atveju įmonės priverstos naudoti sniego gaminimo mašinas, kurios prideda papildomų kaštų. Taip pat šiltesnės oro sąlygos priverčia susidurti su mažesniu lankytojų skaičiumi. Teigiama, kad orų išvestinės finansinės priemonės leidžia aktyviai ir lanksčiai valdyti riziką, susijusią su oro sąlygomis, padeda stabilizuoti veiklos rodiklius ir riboti finansinį poveikį, atsirandantį dėl klimato pokyčių (Bank ir Wiesner, 2011).

Išanalizavus orų išvestinių finansinių priemonių pritaikymo sritis, aišku, kad orų sąlygos daro poveikį daugeliui

ūkio šakų, įvairioms įmonėms. Todėl galima teigti, kad, tinkamai pritaikius orų išvestines finansines priemones, būtų galima sumažinti riziką, kuri kyla dėl nepalankių oro sąlygų, ir apdrausti įmonės pajamas, veiklą nuo galimų netekimų.

## 2. Tyrimo metodika

Daugeliui tenka susidurti su situacija, kai norima palyginti kelias ar net keliolika alternatyvų ir iš jų išsirinkti geriausią. Alternatyvos dažnai vertinamos pagal skirtingus, kartais nesuderinamus kriterijus. Vertinant alternatyvas pagal vieną iš kriterijų, pranašesnė gali būti viena alternatyva, tačiau vertinimas pagal kitą kriterijų gali parodyti, kad pranašesnė yra kita alternatyva. Tokiu atveju, kai norima išsirinkti geriausią alternatyvą, vertinant pagal grupę kriterijų, taikomi daugiakriteriniai metodai.

Daugiakriteriniai vertinimo metodai leidžia išsirinkti geriausią alternatyvą iš visų, jas suranguoti pagal numatomus kriterijus. Taikant skirtingus daugiakriterinius metodus, jų rezultatai nebūtinai sutaps, vienas iš kriterijų gali parodyti, kad geriausia viena alternatyva, o kitas – kad kita. Tokiu atveju geriausia taikyti kelis daugiakriterio vertinimo metodus.

Siekiant išsiaiškinti, kuri šildymo paslaugas teikianti bendrovė Lietuvoje galėtų pritaikyti išvestines finansines priemones savo veikloje, pasirinkta taikyti du daugiakriterio vertinimo metodus – SAW ir TOPSIS. Šie metodai yra vieni iš plačiausiai taikomų daugiakriterių vertinimo metodų (Seyedmohammadi et al., 2018).

SAW metodas paremtas rodiklių reikšmių ir reikšmingumo sandaugų sumos skaičiavimu (Wang, 2019).

TOPSIS metodas paremtas atstumo iki „idealiai geriausios“ alternatyvos, t. y. esančios arčiausiai idealiojo teigiamo sprendimo ir toliausiai nuo idealiojo neigiamo sprendimo, skaičiavimu (Felinto ir Ferreira, 2019).

Taikant šiuos metodus yra sudaroma lentelė, kurioje surašomi visos alternatyvų kriterijų reikšmės. Alternatyvos tai variantai, kurie bus suranguojami nuo geriausio iki blogiausio, o kriterijai – tai reikšmės, pagal kurias bus ranguojamos alternatyvos. Lentelėje taip pat pateikiama, kokiais mato vienetais matuojamas kiekvienas kriterijus ir nustatomas jo kitimo pobūdis – maksimizuojantis ar minimizuojantis. Maksimizuojančio kriterijaus atveju rodiklio reikšmė yra geriausia, jei ji yra didžiausia, minimizuojančio kriterijaus atveju – mažiausia reikšmė laikoma geriausia.

Vertinant rodiklius, svarbu juos normalizuoti. Normalizavimas atliekamas todėl, kad kriterijų mato vienetai gali būti skirtingi ir nesuderinami, todėl neatlikus normalizavimo jų lyginti nebūtų galima. SAW metodo atveju normalizavimas atliekamas perskaičiuojant mažiausias reikšmes į didžiausias ir neigiamas perskaičiuojant į teigiamas, taikant formules:

$$\hat{r}_{ij} = \frac{r_{ij}}{\max_j r_{ij}}; \quad (5)$$

$$\hat{r}_{ij} = \frac{\min_j r_{ij}}{r_{ij}}; \quad (6)$$

$$\hat{r}_{ij} = r_{ij} + \left| \frac{\min_j r_{ij}}{r_{ij}} \right| + 1, \quad (7)$$

čia  $r_{ij}$  –  $i$ -tojo rodiklio reikšmė;  $\hat{r}_{ij}$  –  $i$ -tojo rodiklio normalizuota reikšmė  $j$ -ajam objektui.

Atlikus rodiklių normalizavimą, kiekvienam iš rodiklių priskiriamas svoris pagal jo svarbą. Svorijų suma visuomet turi būti lygi 1.

Kitame etape yra sumuojami kiekvienos alternatyvos kriterijai, įvertinti pagal svorius, taikant formulę:

$$S_j = \sum_{i=1}^m w_i \hat{r}_{ij}, \quad (8)$$

čia  $S_j$  – galutinė rango reikšmė kiekvienai alternatyvai;  $w_i$  –  $i$ -tojo rodiklio svoris;  $\hat{r}_{ij}$  –  $i$ -tojo rodiklio normalizuota reikšmė  $j$ -ajam objektui.

8 formulė rodo, kad kiekvienos alternatyvos kriterijų normalizuotos reikšmės dauginamos iš kiekvieno rodiklio svorio ir vertinimo pabaigoje šios reikšmės yra sumuojamos. Pagal šias sumas kiekviena alternatyva yra suranguojama.

TOPSIS metodo atveju duomenų normalizavimas atliekamas pagal formulę:

$$n_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}, \quad (9)$$

čia  $x_{ij}$  –  $i$ -tojo kriterijus reikšmė;  $n_{ij}$  –  $i$ -tojo rodiklio normalizuota  $j$ -tojo objekto reikšmė.

Atlikus duomenų normalizavimą, apskaičiuojama ir sudaroma svertinė matrica pagal formulę:

$$v_{ij} = w_j n_{ij}, \quad (10)$$

čia  $w_i$  –  $i$ -tojo kriterijaus svoris;  $v_{ij}$  – svertinė normalizuota reikšmė.

Kitas TOPSIS metodo etapas – idealiojo teigiamo ir idealiojo neigiamo sprendimo nustatymas pagal formules:

$$V^{+} = (v_1^+, v_2^+, \dots, v_n^+) = ((\max_i v_{ij} | j \in I), (\min_i v_{ij} | j \in J)); \quad (11)$$

$$V^{-} = (v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-) = ((\min_i v_{ij} | j \in I), \quad (12)$$

čia  $V^{+}$  – teigiamas idealusis sprendimas;  $V^{-}$  – neigiamas idealusis sprendimas;  $I$  – maksimizuojamų rodiklių aibė;  $J$  – minimizuojanti rodiklių aibė.

Skaičiuojant idealųjį teigiamą ir neigiamą sprendimus, taikomos formulės:

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_i^+)^2}; \quad (13)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_i^-)^2}, \quad (14)$$

čia  $S_i^+$  – teigiamas atstumas nuo idealiojo varianto;  $S_i^-$  – neigiamas atstumas nuo idealiojo varianto.



Nustatant santykinį atstumą teigiamam idealiajam sprendimui, taikoma formulė:

$$P_i = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^+}, \quad (15)$$

čia  $P_i$  – santykinis atstumas nuo idealiojo varianto.

TOPSIS metodo atveju alternatyvoms rangai nustatomi pagal santykinio atstumo reikšmes.

Atlikus daugiakriterį vertinimą TOPSIS ir SAW metodu gautus vertinimus reikia palyginti. Palyginimas atliekamas priskirtus rangus abiem metodais susumavus ir suteikiant naujus rangus alternatyvoms.

### 3. Daugiakriteris vertinimas SAW ir TOPSIS metodais

Atliekant šildymo bendrovių veiklos rezultatų ir veiksnų, turinčių įtakos bendrovių veiklai, vertinimą, pasirinktos šešios bendrovės, veikiančios skirtinguose Lietuvos miestuose – AB „Vilniaus šilumos tinklai“, AB „Kauno energija“, AB „Klaipėdos energija“, AB „Šiaulių energija“,

UAB „Utenos šilumos tinklai“ ir UAB „Varėnos šiluma“. Atliekant įmonių vertinimą, pasirinkti septyni kriterijai – pardavimo pajamos (tūkst. EUR), kuro ir energijos sąnaudos (tūkst. EUR), grynasis pelnas (tūkst. EUR), vidutinė metinė temperatūra (mieste, kuriame teikiamos šildymo paslaugos), vidutinė metinė šildymo kaina (ct/KWh), likvidumo rodiklis ir parduotos šilumos kiekis (tūkst. MWh) (žr. 1 lentelę). Kriterijai pateikti pagal 2018 metų duomenis.

Įmonės pasirinkta vertinti būtent pagal šiuos kriterijus, nes jie padeda suranguoti įmones ne tik pagal jų finansinius rezultatus ir rodiklius, bet ir pagal kitus specifinius kriterijus, kurie, manoma, padeda įvertinti orų išvestinių finansinių priemonių pritaikymo galimybes (pavyzdžiui, vidutinė metinė temperatūra, parduotos šilumos kiekis).

Pirmasis SAW metodo etapas – neigiamų reikšmių pakeitimas teigiamomis. Atsižvelgiant į tai, kad nagrinėjamoju atveju neigiamų reikšmių nėra, pereinama prie antrojo etapo – duomenų normalizavimo. SAW metodo atveju duomenų normalizavimas reiškia, kad visų kriterijų reikšmės paverčiamos maksimizuojančiomis (žr. 2 lentelę).

1 lentelė. Šildymo bendrovių veiklos rezultatai ir veiksniai, darantys įtaką įmonių veiklai, 2018 m. duomenimis (sudaryta autorių pagal AB „Vilniaus šilumos tinklai“, 2019; AB „Kauno energija“, 2019; AB „Klaipėdos energija“, 2019; AB „Šiaulių energija“, 2019; UAB „Utenos šilumos tinklai“, 2019; UAB „Varėnos šiluma“, 2019; Lietuvos statistikos departamento, 2019 duomenis)  
 Table 1. Performance results of heating companies and factors influencing the performance of companies in 2018 (compiled by the authors based on AB Vilniaus šilumos tinklai, 2019; AB Kauno energija, 2019; AB Klaipėdos energija, 2019; AB Šiaulių energija, 2019; UAB Utenos šilumos tinklai, 2019; UAB Varėnos šiluma, 2019; Lietuvos statistikos departamentas, 2019 data)

Bendrovė / rodiklis	Pardavimo pajamos (tūkst. EUR)	Kuro ir energijos sąnaudos (tūkst. EUR)	Grynasis pelnas (tūkst. EUR)	Vidutinė metinė temperatūra (°C)	Vidutinė metinė kaina (ct/KWh)	Likvidumo rodiklis	Parduota šilumos (tūkst. MWh)
AB „Vilniaus šilumos tinklai“	140 878	87 937	5938	8	5,5	1,53	2521
AB „Kauno energija“	61 317	36 240	3756	8,3	4,99	1,61	1255
AB „Klaipėdos energija“	37 686	23 921	3056	8,8	5,02	1,42	740,7
AB „Šiaulių energija“	17 438	12 292	662	8,1	4,42	2,25	394,3
UAB „Utenos šilumos tinklai“	5330	2526	787	7,7	3,9	3,53	136,8
UAB „Varėnos šiluma“	2242	921	13	7,9	2,3	1,56	42,2

2 lentelė. Duomenų normalizavimas SAW metodu (sudaryta autorių)  
 Table 2. Normalization by SAW method (compiled by the authors)

	AB „Vilniaus šilumos tinklai“	AB „Kauno energija“	AB „Klaipėdos energija“	AB „Šiaulių energija“	UAB „Utenos šilumos tinklai“	UAB „Varėnos šiluma“
Pardavimo pajamos (tūkst. EUR)	1	0,435249	0,267508	0,123781	0,037834	0,015914
Kuro ir energijos sąnaudos (tūkst. EUR)	0,010473	0,025414	0,038502	0,074927	0,364608	1
Grynasis pelnas (tūkst. EUR)	1	0,632536	0,514651	0,111485	0,132536	0,002189
Vidutinė metinė temperatūra (°C)	0,9625	0,927711	0,875	0,950617	1	0,974684
Vidutinė metinė kaina (ct/KWh)	1	0,907273	0,912727	0,803636	0,709091	0,418182
Likvidumo rodiklis	0,433428	0,456091	0,402266	0,637394	1	0,441926
Parduota šilumos (tūkst. MWh)	1	0,497818	0,293812	0,156406	0,054264	0,016739

Kitame etape yra sumuojami kiekvienos bendrovės kriterijai, įvertinti pagal svorius. Šiuo atveju svoriai kiekvienam kriterijui yra priskiriami vienodi. Pagal gautas sumines bendrovių reikšmes ( $S_j$ ) suteikiami rangai bendrovėms (žr. 3 lentelę).

SAW metodu įvertinus bendroves, nustatyta, kad geriausiai vertinama įmonės AB „Šilumos tinklai“ veikla, blogiausiai – AB „Šiaulių energija“ veikla.

Šildymo paslaugas teikiančių bendrovių analizei taikomas TOPSIS metodas, kurio pagrindu suteikiami rangai jų veiklos rodikliams ir kitiems veiksniams, turintiems įtakos bendrovių veiklai.

Atliekant vertinimą TOPSIS metodu kriterijams nustatomas svoris ir įvertinamas kriterijaus tipas – maxi-

mizuojantis arba minimizuojantis. Šiuo atveju kriterijams suteikiamas vienodas svoris (žr. 4 lentelę).

Tolesniame etape yra atliekamas duomenų normalizavimas (žr. 5 lentelę).

Kitame daugiakriterio vertinimo metodo etape apskaičiuojama svertinė matrica, kiekvieną normalizuotą reikšmę dauginant iš priskirto svorio. Taip pat nustatomas idealusis teigiamas ( $V^+$ ) ir idealusis neigiamas ( $V^-$ ) sprendimas (žr. 6 lentelę).

Kitame etape apskaičiuojami bendrovių atstumai iki idealiojo teigiamo ( $S^+$ ) ir neigiamo ( $S^-$ ) sprendimo, santykinis artumas teigiamam idealiajam sprendimui ( $P_i$ ) ir pagal  $P_i$  reikšmę suteikiami rangai (žr. 7 lentelę).

Atlikus daugiakriterių vertinimą TOPSIS metodu, nustatyta, kad pagal parinktus kriterijus geriausiai vertinama

3 lentelė. Rangavimas SAW metodu (sudaryta autorių)  
Table 3. Ranking by SAW method (compiled by the authors)

	AB „Vilniaus šilumos tinklai“	AB „Kauno energija“	AB „Klaipėdos energija“	AB „Šiaulių energija“	UAB „Utenos šilumos tinklai“	UAB „Varėnos šiluma“
$S_j$	0,772343	0,554585	0,472067	0,408321	0,471191	0,409948
Rangas	1	2	3	6	4	5

4 lentelė. Kriterijaus tipo ir svorio priskyrimas kriterijams (sudaryta autorių)  
Table 4. Assignment of criterion type and weight to criteria (compiled by the authors)

Bendrovė / kriterijus	Pardavimo pajamos (tūkst. EUR)	Kuro ir energijos sąnaudos (tūkst. EUR)	Grynasis pelnas (tūkst. EUR)	Vidutinė metinė temperatūra (°C)	Vidutinė metinė kaina (ct/KWh)	Likvidumo rodiklis	Parduota šilumos (tūkst. MWh)
AB „Vilniaus šilumos tinklai“	140878	87937	5938	8	5,5	1,53	2521
AB „Kauno energija“	61317	36240	3756	8,3	4,99	1,61	1255
AB „Klaipėdos energija“	37686	23921	3056	8,8	5,02	1,42	740,7
AB „Šiaulių energija“	17438	12292	662	8,1	4,42	2,25	394,3
UAB „Utenos šilumos tinklai“	5330	2526	787	7,7	3,9	3,53	136,8
UAB „Varėnos šiluma“	2242	921	13	7,9	2,3	1,56	42,2
Kriterijaus tipas	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MAX	MAX
Svoris	0,142857	0,142857	0,142857	0,142857	0,142857	0,142857	0,142857

5 lentelė. Duomenų normalizavimas TOPSIS metodu (sudaryta autorių)  
Table 5. Normalization by TOPSIS method (compiled by the authors)

Bendrovė / kriterijus	Pardavimo pajamos (tūkst. EUR)	Kuro ir energijos sąnaudos (tūkst. EUR)	Grynasis pelnas (tūkst. EUR)	Vidutinė metinė temperatūra (°C)	Vidutinė metinė kaina (ct/KWh)	Likvidumo rodiklis	Parduota šilumos (tūkst. MWh)
AB „Vilniaus šilumos tinklai“	0,88457	0,88935	0,76810	0,40119	0,50127	0,29496	0,85691
AB „Kauno energija“	0,38501	0,36651	0,48585	0,41623	0,45479	0,31038	0,42659
AB „Klaipėdos energija“	0,23663	0,24193	0,39531	0,44130	0,45752	0,27375	0,25177
AB „Šiaulių energija“	0,10949	0,12432	0,08563	0,40620	0,40284	0,43377	0,13403
UAB „Utenos šilumos tinklai“	0,03347	0,02555	0,10180	0,38614	0,35545	0,68053	0,04650
UAB „Varėnos šiluma“	0,01408	0,00931	0,00168	0,39617	0,20962	0,30074	0,01434

AB „Vilniaus šilumos tinklai“, o blogiausiai – UAB „Varėnos šiluma“.

Siekiant apibendrinti rezultatus, gautus abiem metodais, nustatomi rangai pagal abiejų metodų gautus rezultatus (žr. 8 lentelę).

Atlikus daugiakriterį vertinimą ir siekiant nustatyti, kuri šildymo paslaugas teikianti bendrovė galėtų pritaikyti orų išvestines finansines priemones savo veiklos rezultatams gerinti, nustatyta, kad AB „Šiaulių energija“ ir UAB „Varėnos šiluma“ pagal pasirinktus kriterijus yra 5 ir 6 vietose. Atsižvelgiant į tai, kad įmonių veiklos rezultatai atrodo prasčiausiai visų tirtų įmonių kontekste, įmonės galėtų išbandyti orų išvestines finansines priemones siekdamos apsidrausti.

Siekiant įvertinti orų temperatūros įtaką pagrindiniams rodikliams, identifikuojantiems šildymo paslaugų

poreikį, apskaičiuoti koreliacijos koeficientai tarp vidutinės metinės temperatūros ir parduotos šilumos kiekio bei pardavimo pajamų. Pagal daugiakriterių vertinimų rezultatus apskaičiuojami prasčiausiai vertinamų bendrovių koreliacijos koeficientai – UAB „Varėnos šiluma“ ir AB „Šiaulių energija“.

9 lentelėje pateikti UAB Varėnos šiluma apskaičiuoti koreliacijos koeficientai. Rezultatai parodė, kad tarp vidutinės metinės temperatūros ir parduotos šilumos kiekio egzistuoja neigiamas vidutinio stiprumo koreliacinis ryšys. Tai rodo, kad oro temperatūrai didėjant, parduotos šilumos kiekis bus mažesnis. Apskaičiuotas koreliacijos koeficientas tarp pardavimo pajamų ir vidutinės metinės temperatūros yra atvirkštinis labai silpnas, todėl būtų neteisinga teigti, kad orų temperatūrai didėjant, pardavimo pajamos mažėtų.

6 lentelė. Svertinė matrica, idealieji neigiamas ir teigiamas sprendimai (sudaryta autorių)  
Table 6. Weighted matrix, ideal negative and positive solutions (compiled by the authors)

Bendrovė / kriterijus	Pardavimo pajamos (tūkst. EUR)	Sąnaudos kurui ir energijai (tūkst. EUR)	Grynasis pelnas (tūkst. EUR)	Vidutinė metinė temperatūra (°C)	Vidutinė metinė kaina (ct/KWh)	Likvidumo rodiklis	Parduota šilumos (tūkst. MWh)
AB „Vilniaus šilumos tinklai“	0,12637	0,12705	0,10973	0,05731	0,07161	0,04214	0,12242
AB „Kauno energija“	0,05500	0,05236	0,06941	0,05946	0,06497	0,04434	0,06094
AB „Klaipėdos energija“	0,03380	0,03456	0,05647	0,06304	0,06536	0,03911	0,03597
AB „Šiaulių energija“	0,01564	0,01776	0,01223	0,05803	0,05755	0,06197	0,01915
UAB „Utenos šilumos tinklai“	0,00478	0,00365	0,01454	0,05516	0,05078	0,09722	0,00664
UAB „Varėnos šiluma“	0,00201	0,00133	0,00024	0,05660	0,02995	0,04296	0,00205
V <sup>+</sup>	0,12637	0,00133	0,10973	0,05516	0,07161	0,09722	0,12242
V <sup>-</sup>	0,00201	0,12705	0,00024	0,06304	0,02995	0,03911	0,00205

7 lentelė. Atstumai ir rangavimas TOPSIS metodu (sudaryta autorių)  
Table 7. Distances and ranking by TOPSIS method (compiled by the authors)

	$S_i^+$	$S_i^-$	$P_i$	$P_i$	Rangas
AB „Vilniaus šilumos tinklai“	0,13727	0,20909	0,60367	0,60367	1
AB „Kauno energija“	0,12634	0,13381	0,51437	0,51437	2
AB „Klaipėdos energija“	0,15317	0,12301	0,44541	0,44541	3
AB „Šiaulių energija“	0,18479	0,11780	0,38929	0,38929	5
UAB „Utenos šilumos tinklai“	0,19413	0,13905	0,41734	0,41734	4
UAB „Varėnos šiluma“	0,21592	0,12594	0,36840	0,36840	6

8 lentelė. SAW ir TOPSIS rezultatų palyginimas (sudaryta autorių)  
Table 8. Comparison of SAW and TOPSIS results (compiled by the authors)

	AB „Vilniaus šilumos tinklai“	AB „Kauno energija“	AB „Klaipėdos energija“	AB „Šiaulių energija“	UAB „Utenos šilumos tinklai“	UAB „Varėnos šiluma“
TOPSIS metodas	1	2	3	5	4	6
SAW metodas	1	2	3	6	4	5
Iš viso:	2	4	6	11	8	11
Rangas:	1	2	3	5–6	4	5–6

9 lentelė. UAB „Varėnos šilumos“ parduotos šilumos ir pardavimo pajamų koreliacijos koeficientas su vidutine metine temperatūra Varėnos mieste, 2014–2018 m. duomenimis (sudaryta autorių, pagal UAB „Varėnos šiluma“, 2019; Lietuvos statistikos departamento, 2019 duomenis)

Table 9. Correlation coefficient of heat sold and sales revenue sold by UAB Varėnos šiluma with the average annual temperature in Varėna. 2014–2018 (compiled by authors based on UAB Varėnos šiluma, 2019; Lietuvos statistikos departamentas, 2019 data)

Metai / rodiklis	Vidutinė metinė temperatūra (°C)	Parduota šilumos (tūkst. MWh)	Pardavimo pajamos (tūkst. Eur)
2014	7,6	38,4	2064,4
2015	8,2	37,2	1865,8
2016	7,4	42,3	2010,06
2017	7,5	43,5	2014,47
2018	7,9	42,2	2242,43
Koreliacijos koeficientas		-0,62929	-0,19687

10 lentelė. AB Šiaulių energija parduotos šilumos ir pardavimo pajamų koreliacijos koeficientas su vidutine metine temperatūra Varėnos mieste. 2015–2018 m. duomenimis (sudaryta autorių, pagal AB „Šiaulių energija“, 2019; Lietuvos statistikos departamento, 2019 duomenis)

Table 10. Correlation coefficient of heat and sales revenue sold by AB Šiaulių energija with the average annual temperature in Varėna. 2015–2018 (compiled by authors based on AB Šiaulių energija, 2019; Lietuvos statistikos departamentas, 2019 data)

Metai / rodiklis	Vidutinė metinė temperatūra (°C)	Parduota šilumos (tūkst. MWh)	Pardavimo pajamos (tūkst. EUR)
2015	8	354,8	17133,85
2016	7,5	382,2	17076,81
2017	7,5	388,2	15780,43
2018	8,1	394,3	17437,75
Koreliacijos koeficientas		-0,2319	0,689232

10 lentelėje pateikti AB „Šiaulių energija“ apskaičiuoti koreliacijos koeficientai. Rezultatai parodė, kad tarp vidutinės metinės temperatūros ir parduotos šilumos kiekio egzistuoja neigiamas silpnas koreliacinis ryšys. Dėl silpno koreliacinio ryšio negalime teigti, kad, orų temperatūrai didėjant, parduotos šilumos kiekis mažėtų. Apskaičiuotas koreliacijos koeficientas tarp pardavimo pajamų ir vidutinės metinės temperatūros yra stiprus tiesioginis koreliacinis ryšys. Remiantis logika, negalima teigti, kad, esant aukštesnei orų temperatūrai, pardavimo pajamos būtų didesnės.

Siekiant įvertinti orų išvestinių finansinių priemonių taikymą bendrovių veiklose, reikalingi išsamesni tyrimai, leidžiantys įvertinti ir kitus, šiame tyrime neapartus

veiksnius (pvz., įvertinti kainodarą, skolas įmonei už suteiktas šildymo paslaugas ir pan.)

Taigi, interpretuojant atliktos koreliacinės analizės rezultatus, galima teigti, kad egzistuoja atvirkštinis koreliacinis ryšys tarp vidutinės metinės temperatūros Varėnos mieste ir uždarnosios akcinės bendrovės „Varėnos šiluma“ parduotos šilumos kiekio.

## Išvados

Orų išvestinės finansinės priemonės gali būti kelių rūšių – pasirinkimo, apsigėtimo, ateities ir išankstiniai sandoriai, kuriems būdingi tam tikri požymiai. Orų išvestinės finansinės priemonės taikomos įvairiose srityse – žemės ūkyje, šildymo bendrovėse, slidinėjimo kurortuose. Yra dar daugybė sričių, kur orų išvestinės finansinės priemonės nėra taikomos, nors sąlygos yra palankios.

Lietuvos rinkoje orų išvestinės finansinės priemonės nėra taikomos. Išanalizavus mokslinę literatūrą, aišku, kad yra sričių, kur būtų galima pritaikyti šiuos sandorius Lietuvos ūkyje, siekiant išvengti rizikos, susijusios su oro sąlygomis.

Įvertinus šildymo bendrovių veiklą TOPSIS metodu, nustatyta, kad pagal parinktus kriterijus (pardavimo pajamos (tūkst. EUR), kuro ir energijos sąnaudos (tūkst. EUR), grynas pelnas (tūkst. EUR), vidutinė metinė temperatūra (mieste, kuriame teikiamos šildymo paslaugos), vidutinė metinė šildymo kaina (ct/KWh), likvidumo rodiklis ir parduotos šilumos kiekis (tūkst. MWh)) geriausiai vertinamos AB „Vilniaus šilumos tinklai“, AB „Kauno energija“ ir AB „Klaipėdos energija“, blogiausiai – AB „Šiaulių energija“ ir UAB „Varėnos šiluma“ bendrovės. Atlikus bendrovių rangavimą SAW metodu, nustatyta, kad geriausiai vertinamos AB „Vilniaus šilumos tinklai“, AB „Kauno energija“ ir AB „Klaipėdos energija“, blogiausiai AB „Šiaulių energija“ ir UAB „Varėnos šiluma“.

Atlikti daugiakriteriai vertinamai leidžia nustatyti, kad geriausiai savo veiklą vykdo AB „Vilniaus šilumos tinklai“, nes visų daugiakriterių vertinimo metodų rezultatai parodė, kad ši įmonė veikia geriausiai. Dėl prasčiausiai veikiančios bendrovės nebuvo vieno atsakymo, tačiau dviejų metodų bendro vertinimo atveju nustatyta, kad UAB „Varėnos šiluma“ ir AB „Šiaulių energija“ vertinamos blogiausiai, todėl vienas iš siūlymų anksčiau minėtoms bendrovėms – išbandyti orų išvestinių finansinių priemonių produktų taikymą veikloje, siekiant gerinti savo veiklos rezultatus.

Koreliacinės analizės rezultatai parodė, kad tarp vidutinės metinės temperatūros Varėnos mieste ir UAB „Varėnos šiluma“ parduotos šilumos kiekio egzistuoja neigiamas vidutinio stiprumo koreliacinis ryšys, tarp bendrovės pardavimo pajamų ir Varėnos vidutinės metinės temperatūros yra atvirkštinis labai silpnas koreliacinis ryšys. Tarp Šiaulių miesto vidutinės metinės temperatūros ir AB „Šiaulių energija“ parduotos šilumos kiekio egzistuoja atvirkštinis silpnas koreliacinis ryšys, apskaičiuotas koreliacijos koeficientas tarp bendrovės pardavimo pajamų ir Šiaulių miesto vidutinės metinės temperatūros yra stiprus tiesioginis koreliacinis ryšys.



Atliekant tolesnius tyrimus, bus siekiama įrodyti arba paneigti, kad orų išvestinių finansinių priemonių taikymas padėtų pagerinti veiklos rezultatus, apskaičiuojant tokio apsidraudimo būdo kainą ir tiriant, ar tai pagerintų įmonių veiklos rezultatus.

## Literatūra

- AB Kauno energija. (2019). *Veiklos ataskaitos*. <https://www.kaunoenergija.lt>
- AB Klaipėdos energija. (2019). *Veiklos ataskaitos*. <https://www.klenergija.lt>
- AB Šiaulių energija. (2019). *Veiklos ataskaitos*. <https://www.senergija.lt>
- AB Vilniaus šilumos tinklai. (2019). *Veiklos ataskaitos*. <https://chc.lt/lt>
- Bank, M., & Wiesner, R. (2011). Determinants of weather derivatives usage in the Austrian winter tourism industry. *Tourism Management*, 32(1), 62–68. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2009.11.005>
- Buchholz, M., & Musshoff, O. (2014). The role of weather derivatives and portfolio effects in agricultural water management. *Agricultural Water Management*, 146, 34–44. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2014.07.011>
- Cabrera, B. L., Odening, M., & Ritter, M. (2013). Pricing rainfall futures at the CME. *Journal of Banking & Finance*, 37(11), 4286–4398. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2013.07.042>
- CME. (2019). *CME weather futures and options*. <https://datamine.cmegroup.com/#/>
- Cramer, S., Kampouridis, M., Freitas, A. A., & Alexandridis, A. (2019). Stochastic model genetic programming: Deriving pricing equations for rainfall weather derivatives. *Swarm and Evolutionary Computation*, 46, 184–200. <https://doi.org/10.1016/j.swevo.2019.01.008>
- Falco, C., Galeottia, M., & Olpera, A. (2019). Climate change and migration: Is agriculture the main channel? *Global Environmental Change*, 59, 101995. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.101995>
- Felinto, R., & Ferreira, L. (2019). A new approach to avoid rank reversal cases in the TOPSIS method. *Computers & Industrial Engineering*, 132, 84–97. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.04.023>
- Jewson, S., & Brix, A. (2005). *Weather derivative valuation: The meteorological, statistical, financial and mathematical foundations*. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511493348>
- Karaktsanis, G., Roussis, D., Moustakis, Y., Gournari, P., Parara, I., Dimitriadis, P., & Koutsoyiannis, D. (2017). Energy, variability and weather engineering. *Energy Procedia*, 125, 389–397. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.08.073>
- Kropienė, R. (2007). Orų išvestinės priemonės (OIP) – naujas finansų inžinerijos produktas. *Ekonomika ir vadyba*, (12), 807–814.
- Lei, T. (2016). Influence on hedging cost upon weather derivatives pricing. *Journal of Finance and Accounting*, 4(4), 234–238. <https://doi.org/10.11648/j.jfa.20160404.19>
- Li, P. (2018). Pricing wather derivatives with partial differential equations of the Ornstein – Uhlenbeck process. *Computers & Mathematics with Applications*, 75(3), 1044–1059. <https://doi.org/10.1016/j.camwa.2017.10.030>
- Mircea, B. H., & Cristina, C. (2012). The use of the black-scholes model in the field of weather derivatives. *Emerging Markets Queries in Finance and Business*, 3, 611–616. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(12\)00203-1](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(12)00203-1)
- Park, K. W. (2003). Risk management and derivatives in Korea electricity markets. *IFAC Proceedings Volumes*, 36(20), 915–920. [https://doi.org/10.1016/S1474-6670\(17\)34590-1](https://doi.org/10.1016/S1474-6670(17)34590-1)
- Pirrong, C., & Jermakyan, M. (2008). The price of power: The valuation of power and weather derivatives. *Journal of Banking & Finance*, 32(12), 2520–2529. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2008.04.007>
- Seyedmohammadi, J., Sarmadian, F., Asgharm, A., Ghorbani, A., & Shahbazi, F. (2018). Application of SAW, TOPSIS and fuzzy TOPSIS models in cultivation priority planning for maize, rapeseed and soybean crops. *Geoderma*, 310, 178–190. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.09.012>
- Sun, B., & Kooten, C. (2015). Financial weather derivatives for corn production in Northern China: A comparison of pricing methods. *Journal of Empirical Finance*, 32, 201–209. <https://doi.org/10.1016/j.jempfin.2015.03.014>
- UAB Utenos šilumos tinklai. (2019). *Veiklos ataskaitos*. <https://www.ust.lt>
- UAB Varėnos šiluma. (2019). *Veiklos ataskaitos*. <http://vsiluma.lt/>
- Lietuvos statistikos departamento duomenų bazė. (2019). *Vidutinė metinė orų temperatūra*. <https://osp.stat.gov.lt/statistiniu-rodikliu-analize/>
- Wang, Y. J. (2019). Interval – valued fuzzy multi – criteria decision – making based on simple additive weighting and relative preference relation. *Information Sciences*, 503, 319–335. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2019.07.012>

## APPLICATION OF AIR DERIVATIVE FINANCIAL INSTRUMENTS IN LITHUANIAN ECONOMY

E. Latvytė, R. Martinkutė-Kaulienė

### Abstract

The paper explores the concept of weather derivatives: what it is, what its features are, and in what areas they can be applied. It has been established that there can be several types of weather derivative instruments – options and swaps. The use of weather derivatives has also been found to be very broad and attractive for tourism, construction, agriculture and heating companies. Companies operating in Lithuania do not use weather derivatives, although they do provide insurance against the risks associated with adverse weather conditions. The paper is conducting a study to determine which heating companies should apply weather derivatives to improve their performance. The study is conducted using multi-criteria assessment methods – SAW and TOPSIS. The multi-criteria assessment showed that AB Šiaulių energija and UAB Varėnos šiluma could use the opportunity to apply weather derivatives in their activities.

**Keywords:** weather derivatives, weather risk, heating companies, heat, risk management.