



## MOKESČIŲ IR SOCIALINIO DRAUDIMO ĮMOKŲ MASTO IR STRUKTŪROS ĮTAKOS DARBO RINKAI VERTINIMAS PASITELKIANČI STOKHASTIŠKAI INFORMATYVIĄ EKSPERTINĘ SISTEMĄ

Džiuljeta Ruškytė<sup>1</sup>, Aleksandras Vytautas Rutkauskas<sup>2</sup>, Vytas Navickas<sup>3</sup>

*Lietuvos edukologijos universitetas,*

*T. Ševčenkos g. 31, LT-03111 Vilnius, Lietuva*

*El. paštas: <sup>1</sup>dziuljeta.ruskyte@leu.lt; <sup>2</sup>aleksandras.rutkauskas@vgtu.lt; <sup>3</sup>vytas.navickas@leu.lt*

*Įteikta 2013-01-23; priimta 2013-03-15*

**Santrauka.** Straipsnio tikslas – pasinaudoti stochastiškai informatyvios ekspertinės sistemos galimybėmis, pritaikant jas mokesčių masto ir struktūros sąveikų su pokyčiais darbo rinkoje analizei. Stochastiškai informatyvi ekspertizė straipsnyje suprantama kaip ekspertinio vertinimo atvejis, kai nagrinėjamo požymio galimybių ekspertiniai įverčiai pateikiami kaip galimybių tikimybės skirstiniai. Stochastiškai informatyvios ekspertizės idėją bandoma konstruktyviai sujungti su koreliacinės ir regresinės analizės metodų galimybėmis. Viena vertus, pasiektos koreliacinės regresinės analizės galimybės nustatyti priklausomybių pobūdį ir formas kartu atsižvelgiant į neapibrėžties poveikį. Kita vertus, stochastiškai informatyvios ekspertizės metodika, pasitelkiant imitacinio modeliavimo galimybes, leidžia regresinės koreliacinės analizės metu gautą informaciją panaudoti nagrinėjamų sąveikų rodikliams aprašyti jų reikšmių galimybių tikimybės skirstiniais, taip pat natūraliai sujungiant efektyvumo ir patikimumo galimybes, nagrinėjant darbo rinkos ir socialinio draudimo įmokų sąveikos procesus.

**Reikšminiai žodžiai:** ekspertinių sistemų tinklas, stochastiškai informatyvi ekspertizė, požymio reikšmės galimybių tikimybės skirstinys, optimalus išteklių paskirstymas neapibrėžties sąlygomis.

## EVALUATION OF THE INFLUENCE OF THE STRUCTURE AND RATE OF TAXES AND SOCIAL INSURANCE CONTRIBUTIONS ON LABOUR MARKET USING THE STOCHASTICALLY INFORMATIVE EXPERT SYSTEM

Džiuljeta Ruškytė<sup>1</sup>, Aleksandras Vytautas Rutkauskas<sup>2</sup>, Vytas Navickas<sup>3</sup>

*Lithuanian University of Educational Sciences,*

*T. Ševčenkos g. 31, LT-03111 Vilnius, Lithuania*

*E-mails: <sup>1</sup>dziuljeta.ruskyte@leu.lt (corresponding author); <sup>2</sup>aleksandras.rutkauskas@vgtu.lt; <sup>3</sup>vytas.navickas@leu.lt*

*Received 23 Jan. 2013; accepted 15 Mar. 2013*

**Abstract.** The aim of this article is to make use of the possibilities of stochastically informative expertise system, adapting it for the analysis of interactions between the tax scale and structure with changes in the labour market. In this article, stochastically informative expertise is understood as a case of expert evaluation, when the expert estimate of the possibilities of the analysed characteristic are presented as probability distributions. The authors aim to constructively merge the idea of stochastically informative expertise with possibilities of correlation and regression analysis methods. On one hand, possibilities of the correlation regression analysis to determine the characteristics and forms of dependencies are achieved taking into account the influence

of the indeterminate. On the other hand, the method of stochastically informative expertise used together with possibilities of imitative modelling allows the information obtained through correlation regression analysis to be used for the description by their value probability distributions of the indicators of analysed interactions, this way naturally merging the possibilities of effectiveness and reliability while assessing the interactive processes between the labour market and taxes or social insurance contributions.

**Keywords:** network of expert systems, stochastically informative expertise, distribution of the attribute value probability, optimal allocation of resources under uncertainty.

**JEL Classification:** C01 – Econometrics, J21 – Labour Force and Employment, Size, and Structure.

## Įvadas

Naudojant stochastiškai informatyvią ekspertizę mokesčių ir įmokų poveikio darbo rinkai įvertinti susiduriama su keliomis problemomis. Pirma, stochastiškai informatyvi ekspertizė žengia pirmuosius žingsnius. Stochastiškai informatyvios ekspertizės idėja ta, kad kiekvienas iš ekspertų turėtų operuoti vertinamo požymio reikšmių galimybių tikimybės skirstiniais ir kitais stochastinio modeliavimo atributais. Antra, ekspertai neretai savus įverčius teikia be papildomų argumentų, kodėl jie yra tokie, tuo labiau nepateikiama modelių, kuriuos naudojant parengiami duomenys stochastiškai informatyviai ekspertizei atlikti. Šiame straipsnyje siekiama visiškai panaudoti koreliacinės regresinės analizės generuojamą informaciją, siekiant turėti kiekybiškai patikrinamą informaciją, kuria remiantis formuojasi ekspertiniai įverčiai.

Straipsnyje minėti metodai ir modeliai pasitelkiami nagrinėti darbo rinkos ir mokesčių bei socialinio draudimo įmokų sąveiką. Ši sritis itin svarbi, nes, formuojant socialinės bei ekonominės politikos priemones tradiciniais analizės metodais, sudėtinga identifikuoti kiekybinius ir kokybinius pokyčius nedarbo mažinimo fiskalinės politikos priemonėmis.

Pirmame skyriuje pateikiamas nuoseklus stochastiškai informatyvios ekspertinės sistemos supratimas ir organizavimas, antrame skyriuje sujungiami koreliacinės regresinės analizės metodai ir stochastiškai informatyvios ekspertizės principai, siekiant įvertinti mokesčių poveikį nagrinėjamiems pokyčiams darbo rinkoje, trečiame – mokesčių ir socialinių įmokų struktūra optimizuojama atsižvelgiant į darbo rinkos ir biudžeto poreikius.

**Tyrimų objektas** – mokesčių ir socialinio draudimo įmokų masto bei struktūros įtakos darbo rinkai vertinimas.

**Tyrimo tikslas** – atlikti mokesčių ir socialinio draudimo įmokų masto ir struktūros įtakos darbo rinkai vertinimą, taikant stochastiškai informatyvius ekspertinius metodus.

**Metodai:** koreliacinė regresinė analizė, stochastiškai informatyvi ekspertizė, tikimybiniai teoriniai metodai, ekonometriniai statistiniai metodai, apvalaus stalo dialogo metodas, analitinis-ekspertinis metodas, daugiafaktorė, daugiakriterė, stochastinė analizė.

## 1. Stochastiškai informatyvi ekspertizė kaip natūrali ekspertinių sistemų tinklo plėtotė

Šiame skyriuje nagrinėjama bendra ekspertinių sistemų tinklo plėtotės problema ir stochastiškai informatyvios ekspertizės sistemos, suvokiant ją kaip ypač svarbią tokio tinklo komponentę, parengimas. Konkrečiai nagrinėjamas atvejis, kai ekspertiniam požymio galimybių vertinimui naudojamas požymio reikšmės galimybių tikimybės skirstinys. Tokios metodikos netaikymas argumentuojamas tuo, kad vertinant įprastiniais rodikliais, t. y. pasirenkant viena-tąškį ar intervalinį įvertį, vėliau iš įvairių prielaidų bandoma atkurti tą aplinką, kurią būtų leidę matyti įverčiai, pateikti kaip požymio reikšmių galimybių tikimybės skirstiniai.

### 1.1. Stochastiškai informatyvios ekspertizės ypatumai

Ekspertinė sistema yra būdas, kuriuo kuriami naujų žinių generavimo arba sprendimų priėmimo principai, jau egzistuojantys ekspertų mintyse vaizdiniais, remiantis labiausiai išvystytomis sprendimų priėmimo sistemomis, žinių bazėmis ir kitais šaltiniais. Jais remiantis kaupiama tikslinė informacija pasirinktoms problemoms spręsti. Ją analizuoja tokie mokslininkai, kaip Avraamides ir Rikker (2002), Billari *et al.* (2012), Kalogirou (2002), St-Pierre ir Delisle (2006), Elnathan ir Gavius (2009), McDaniel *et al.* (2002).

Ekspertinių sistemų tinklo plėtos tikslas – kurti specializuotus aukščiausios kompetencijos centrus, galinčius integruotomis pastangomis spręsti ar kurti prielaidas spręsti problemas, kas tradiciniu būdu būtų sunkiai pasiekiamas. Kaip teigia Li (2012), Malagoli *et al.* (2007), Humpert ir Holley (2007), būtini ekspertinių sistemų tinklo atributai yra efektyvus specializuotų centrų sąveikavimas, visavertės žinių ir duomenų bazės. Deja, šiuo metu dar neturime nuodugnių mokslinių diskusijų apie ekspertinių sistemų tinklų kūrimą. Kujczyk *et al.* (1993), Maknickienė ir Maknickas (2012) daugiau nagrinėja dirbtinio intelekto sistemų ar naujausiais metodais grindžiamų analitinių sistemų, kurios vis dėlto yra bendrųjų ekspertinių sistemų komponentės, tinklų kūrimą.

Mokslininkų Kangas ir Store (2001), Liao ir Wang (2010), Maknickienė *et al.* (2011), Rutkauskas *et al.* (2011),

Billari *et al.* (2011), Kelman *et al.* (2002) nuomone, ekspertiniai vertinimai tampa ne tik populiarūs, bet ir veiksnūs. Tačiau ir ekspertų atsakomybė tampa vis didesnė, nes imama spręsti vis sudėtingesnes ir svarbesnes problemas.

### 1.2. Pagrindiniai reikalavimai stochastiškai informatyviai ekspertinei sistemai

Stochastinė ekspertinė sistema kaip būdas generuoti naujas žinias ir naujus sprendimo kriterijus, kai tradiciniai fundamentalūs metodai ir jiems būtina aplinka dar nepasiruošę to daryti, privalo ne tik nepriekaištingai apdoroti ekspertų nuomones, bet ir disponuoti stochastinių dydžių rangavimo, stochastinio naudingumo funkcijų sudarymo, stochastinio optimizavimo ir racionalaus išteklių naudojimo, esant neapibrėžtumui, nepriekaištingomis posistemėmis (Rutkauskas 2012a, 2012b).

Išsakytos aplinkybės turi daryti tiesioginę įtaką ir ekspertinėms grupėms, kuriančioms ir eksploatuojančioms ekspertines sistemas ir metodus spręsti vis įvairesnes problemas. Be to, labai svarbu, kad naudojama ekspertinė sistema ar metodas būtų tinkami spręsti kilusią problemą. Universalių sistemų vis sudėtingesnių ir įvairių problemų visumai spręsti vargu ar gali būti.

### 1.3. Stochastiškai informatyvaus vertinimo principai

Formaliai stochastiškai informatyvaus vertinimo situacijos principus ir eiliškumą galima nustatyti taip:

- tipinė ekspertinio vertinimo situacija yra tuomet, kai yra  $k$  objektų, vertinamų pagal  $l$  skirtingų požymių, ir vertinant dalyvauja  $m$  ekspertų;

- eksperto vertinimas pateikiamas vertinti pasirinkto požymio reikšmės galimybių tikimybės skirstinio nusakymu;
- jeigu požymių reikšmės matuojamos tą pačią dimensiją turinčiais vienetais, tuomet požymio galimybės išlieka ta pati dimensija. Jeigu skirtingiems požymiams matuoti naudojamos skirtingos dimensijos, tuomet paprastai pasirenkamas sutartinis bedimensis matavimo vienetas – balas (pranc. *bulle* – kamuolys, rutulys). Suprantama, tuomet atsiranda atskirų požymių balų subdramatini- mo arba tiesiog kurso (lot. *cursus*) nustatymo problema;
- vertinimo sistema turi priimti ne tik galimybių tiki- mybės skirstinius, priklausančius atskiriems skirstinių tipams (normalusis skirstinys, lognormalusis skirs- tinys ir pan.), bet ir empirinio pobūdžio skirstinius, jeigu jie atitinka skirstinio kaip reglamento atributą.

Čia atsiskleidžia takoskyra tarp galimybių vertinimo skirstiniais ir galimybių vertinimo determinuotais (viena- reikšmiais) dydžiais ar jų intervalais. Tiesa, vertinimas pasitelkiant skirstinius, atrodytų, reikalauja daug daugiau ekspertų pastangų ir atsakingumo, tačiau buvo minėta, kad egzistuoja informacinės veiksmų su stochastiniais dydžiais metodikos, leidžiančios generuoti skirstinius pagal eksperto įprastą mąstymą, vidurkio ir variacijos ar kitais skirstymo formą ir parametrus nusakančiais rodikliais. Pagaliau patys ekspertai, suformulavę savo ekspertinį vertinimą nurodytu būdu, aiškiai mato ir supranta tolesnį savo vertinimo kelią, o kartu suvokia tokio pažinimo konstruktyvumą.

Kiekvieno vertinamo objekto  $k$  kiekvienam požymiui  $l$  turėsime po  $m$  (ekspertų skaičius) skirstinių, kuriais tą požymį vertina kiekvienas ekspertas (1 lentelė).

1 lentelė.  $k$ -tojo objekto  $l$  požymius vertinančių ekspertų vertinimą nusakantys tikimybės skirstiniai  $S_{ij}^K$

Table 1. Probability distributions  $S_{ij}^K$  describing the expert evaluation of  $l$  factors of object  $k$

Ekspertai Požymiai	1	2	3	...	$m$	
1	$S_{11}^K$	$S_{12}^K$	$S_{13}^K$		$S_{1m}^k$	$\sum_{j=1}^{\bar{m}} S_{1j}^K$
2	$S_{21}^K$	$S_{22}^K$	$S_{23}^K$		$S_{2m}^k$	$\sum_{j=1}^{\bar{m}} S_{2j}^K$
3	$S_{31}^K$	$S_{32}^K$	$S_{33}^K$		$S_{3m}^k$	$\sum_{j=1}^{\bar{m}} S_{3j}^K$
...						
$l$	$S_{l1}$	$S_{l2}$	$S_{l3}$		$S_{lm}^k$	$\sum_{j=1}^{\bar{m}} S_{lj}^K$
						$\prod_{p=1}^l S_{pj}^K$

1 lentelės dešinėje skiltyje turime visų ekspertų pateiktų skirstinių svertinį aritmetinį vidurkį. Svoriais nusakoma, kokį svorį teikiame atskiriems ekspertams bendro vertinimo metu. Kartu atkreipiame dėmesį į tai, kad deklaruotas ekspertų skaičius  $m$  beveik visuomet pavirsta į  $\bar{m}$ , t. y.  $m \leq \bar{m}$ , nes ne visų ekspertų įverčiai priimami į vertinimo sistemą.

Vertinant šiuo būdu ypatingas dėmesys turi būti skirtas atskirų ekspertų nuomonių suderinimui tarpusavyje, taip pat atskirų skirstinių (ekspertų nuomonių) suderinamumui su tarpusavyje jau suderintų skirstinių svertine suma (akumuliuota jau suderintų ekspertų nuomonių visuma).

Skirstinių nesuderinamumas atidžiai tikrinamas, o pagrindiniais nesuderinamumo požymiais laikoma:

- požymių reikšmių galimybių aibių mažas susikirtimas;
- labai dideli skirstinius reziuumuojančių parametru (vidurkis, moda, mediana, variacija) skirtumai;
- labai dideli santykinių skirstinius reziuumuojančių rodiklių – variacijos koeficientų, nesuderinamumo parametru ir pan. skirtumai;
- formaliai tikimybių teorijoje naudojami suderinamumo tarp dviejų skirstinių patikrinimo kriterijai:  $\chi^2$  kriterijus, Kolmogorovo ir Smirnovo kriterijus, kiti kriterijai.

Kaupiantis tarpusavyje aiškiai suderinamų įverčių masei, kiekvienas iš skirstinių tikrinamas, ar jis derinasi su dešinėje 1 lentelės skiltyje besiakumuliuojančia suderinamų skirstinių svertinių vidurkių suma. Pats atrinkimo principas labai supaprastintai pavaizduotas 2 lentelėje.

Ekspertinių įverčių pateikimas skirstiniais vietoj taškinių ar intervalinių įverčių praktiškai neturėtų trukdyti suprasti vertinimo procesą ir naudoti įverčius. Galutinis rezultatas, suprantama, jeigu jis nėra priekaištingas, turi teikti tikrai daug papildomos informacijos. Pirma, tenka pripažinti, kad informacija, kuri generuojama taikant skirstinius, visiškai padengia kitais būdais, t. y. taškais ar intervalais, gaunamą informaciją. Antra, taip tiesiogiai atskleidžiamas neapibrėžties poveikis vertinamų procesų parametrui. Tai leidžia atsižvelgti į vieną aktualiausių

šiandienos problemų – kaip atskleisti informaciją, reikalingą sprendimams priimti esant rizikai ir neapibrėžtumui.

Praktiškai visuomet atsiranda grupė ekspertų, kurių įverčiai tarpusavyje yra suderinti ir dėl to susikaupia kritinė suderintų įverčių masė. Suprantama, atsiranda ekspertinių įverčių, kurie nesiderina su ta besikaupiančia suderintų įverčių mase ir todėl kai kurie įverčiai neįtraukiami į bendrąjį vertinimą.

Prieš surandant galutinį objekto būsenos įvertinimą – II, t. y. surandant atskirų požymių įverčių integruotąjį įvertį, kuris dažniausiai yra funkcionaliai nusakytas nagrinėjamų požymių įverčiais, nekyla problemų dėl pasitelkiant ekspertus generuotų įverčių sujungimo į integralųjį įvertį. Tačiau yra atvejų, kai nustatydami požymių integracijos rezultatą naudojame svertinį geometrinį požymių reikšmių galimybių tikimybės skirstinių vidurkį. Kaip teigia Rutkauskas *et al.* (2008), Rutkauskas ir Stasytė (2008), gautas objekto integralusis pagal visus požymius įvertis yra stochastinis dydis, kuris kaupia informaciją, atskleidžiamą ekspertų, pasirošusių šiai veiklai. Savo ruožtu galimybės tikimybės skirstinys – tai toks daugiaprofilis ateities arba vertinamo objekto portretas, kuriame atsiskleidžia visos požymio reikšmių galimybės: ir tikėtinos (vidurkiai), ir labiausiai tikėtinos (modos), ir minimalios bei maksimalios reikšmės, ir nesimetriškumo bei rizikingumo rodikliai, kuriuos praktiškai būtų sunku įvertinti nesant reikalavimo pradinę ekspertų vertinimų informaciją pateikti požymių reikšmių galimybių tikimybės skirstiniais.

#### 1.4. Reikalavimai, kurie formuojasi ekspertui generuojant informaciją stochastiškai informatyviai ekspertizei

Vis gausėja situacijų, kai atsakymus į klausimus rengia ekspertai. Gal todėl daug dėmesio skirta ekspertui ir ekspertizės sąvokų turiniui išgryninti ir jos pirmavaizdžiui konkretinti, atrodytų, jau galutinai nusistovėjusioje pažinimo „patirtis – žinios – tiesa“ grandinėje.

Tenka sutikti su mintimi, kad ekspertas skiriasi nuo specialisto tuo, kad specialistas turi mokėti išspręsti problemą, o ekspertas tą sprendimą turi žinoti. Tikrovėje vis daugiau atsiranda ekspertiniams vertinimams skirtų metodų, todėl ekspertas, prieš žinodamas sprendinį, susikuria ar pasirenka

2 lentelė. Atskirų ekspertų suderinamumas su bendrai besiformuojančiu skirstinių tikrinimu

Table 2. Compatibility of separate experts with generally formed distributions check

Ekspertai	1-o eksperto įvertis (skirstinys)	Suderintos grupės skirstinių svertinis vidurkis (atstojamoji)	Sprendimas dėl 1-o eksperto suderinamumo su vidurkiu	...	$m$ -tojo eksperto įvertis	Suderinta įverčiai atstojamoji	Sprendimas dėl $m$ -tojo eksperto suderinamumo su atstojamąja (svertiniu vidurkiu)
Požymiai	$S_1^K$	$S_2^K$	Taip/Ne		$S_m^K$	$S_2^K$	Taip/Ne

sprendimo metodą. Tai tik pirma iteracija, kai ekspertas pavirsta specialistu, o kartu ir vėl atvirsta į ekspertą. Matyt, šis procesas turi būti begalinis. Be to, galima išvardyti visą aibę savybių, kurios yra būdingos ekspertui (atitinkamoje srityje turi specifinių žinių, turi pakankamai kompetencijos praktinėje srityje, yra ambicingas ir t. t.). Jas išugdęs ekspertas įgyja pranašumą, palyginti su kitais ekspertais.

Tačiau su tam tikromis problemomis susiduria ir informacijos, pateiktos galimybių tikimybės skirstinio forma, naudotojai. Daugeliu atvejų atsakas į prognozę ar ekspertų vertinimą tegali būti vienareikšmis. Pavyzdžiui, sukauptų atsargų kiekis, numatoma kompensacijų apimtis ir pan. Kaip reaguoti į galimybių daugiareikšmiškumą? Žinoma, daugeliu atvejų situacijos yra lanksčios. Pvz., sukauptų atsargų perviršis tam tikru momentu be nuostolio gali būti panaudotas vėliau, numatytos kompensuoti lėšos gali būti panaudotos kitiems reikalams. Į kokią galimybę reikėtų orientuotis, jeigu tai būtina? Neabejotina, kad tai didžiausios tikimybės galimybė (moda). Ir nesunku įrodyti, kad orientacija į kitokią galimybę, kokia paprastai būna determinuotų sprendimų galimybė, veda prie blogesnių pasekmių.

## 2. Koreliacinės ir regresinės analizės bei stochastiškai informatyvio ekspertizės naudojimas vertinant mokesčių ir socialinio draudimo įmokų įtaką nedarbui ir ekonomikos efektyvumui

Tiriant sudėtingas ekonominių ir socialinių procesų sąsajas konkrečioje šalyje, kai nagrinėjamų procesų dinamiką ir priklausomybes veikia globaliniai ir integraciniai procesai, taip pat veikia šalyje taikomi racionalaus išteklių naudojimo principai, koreliacinė regresinė analizė išlieka pagrindiniu instrumentarijumi tiek siekiant struktūrizuoti susiklosčiusią priklausomybių sistemą, tiek siekiant pažinimo detalumo ir tikslumo.

Koreliacinės regresinės analizės praktiniai taikymai reikalauja gana sudėtingų skaičiavimų. Čia, atliekant praktinius vertinimus, naudojamos EXCEL teikiamomis galimybėmis.

### 2.1. Daugianarės koreliacinės ir regresinės analizės taikymo ypatumai

Nagrinėjant priklausomo veiksnio  $Y$  ryšį su keliais nepriklausomais veiksniais  $X_1, X_2, \dots, X_n$ , dažniausiai naudojamos daugianarės koreliacinės ir regresinės analizės galimybės. Kaip konkrečiai buvo taikoma koreliacinė ir regresinė analizė tiriant nedarbo priklausomybę nuo mokesčių ir socialinio draudimo įmokų Lietuvoje, galima perskaityti Ruškytės *et al.* (2012) publikacijoje.

Porinė ir daugianarė koreliacija ir regresija – tai ekonometrijos mokslo šaka, grindžiama klasikinėmis matematinės prielaidomis, įrodžiusi savo tinkamumą sprendžiant įvairiausias uždavinius – tiek siekiant pažinti technines

sistemas, tiek nagrinėjant sudėtingus ekonominius ir socialinius procesus. Atliekant daugianarę koreliacijos ir regresijos analizę taip pat susiduriama ir su daugeliu aplinkybių, kurias reikėtų gerai suvokti norint išvengti galimų klaidų. Tarp tokių aplinkybių pirmiausia reikėtų paminėti šias:

1. Taikant koreliacinę ir regresinę analizę, nagrinėjamos veiksmų ar procesų tarpusavio priklausomybės, jos matuojamos kiekybiškai, dažniausiai remiantis tik istoriniais duomenimis. Šiandieną socialinių sistemų sąveika išplėtotą iki globalinių procesų ar kitaip besiformuojančių pasaulinių tendencijų. Todėl net ir labai platus spektras kintamųjų ir jų priklausomybės gali būti nulemtos tų bendrųjų veiksmų, kurie net neįtraukti nagrinėjant situaciją. Į tai būtina atsižvelgti formuojant konkrečią regresinės analizės schemą.
2. Naudojant koreliacinę ir regresinę analizę, sprendimai priimami pasitelkiant stebėjimus ar ekspertinio generavimo būdu gautus duomenis. Tie duomenys būna riboti, o norint gauti ekonometrinius ir statistinius sprendimus reikalingas tam tikras jų kiekis. Tad norint išvengti stebėjimų nepakankamumo, taikomi įvairūs būdai. Kaip vienas populiariesnių, o neretai ir patikimesnių duomenų „gausinimo“ metodu laikomas adekvatusis interpoliavimas, kai bandoma atkurti dinamiką tarp dviejų gretimų stebėjimų.
3. Paprastai gavus rezultatus iliustruoti naudojama ne visa regresinės analizės metu gauta informacija. Identifikuojant regresinę lygtį  $y = a_0 + a_1x_1 + \dots + a_nx_n$ , pagal turimus ataskaitinius ar kitaip gautus duomenis koeficientų  $a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$  įverčiai gaunami kaip normalieji ar kitokios rūšies skirstiniai su konkrečiais vidurkiais ir standartiniais nuokrypiais. Naudojant šiuos duomenis galima gauti ir daugiau informacijos, kaip regresijos metodu gauti įverčiai dera su istoriniais duomenimis, o kartu ir informatyvesnes prognozes, jeigu prognozuojant pasitelkiami regresinės analizės metu gauti rezultatai. Taikant tradicinę koreliacinę ir regresinę analizę, paprastai tai nenumatyta. Vertinant mokesčių ir socialinio draudimo įmokas nedarbo lygiui ir dinamiškai buvo stengtasi išvengti minėtų trūkumų.

Pirmiausia regresijos koeficientai  $a_0, a_1, a_3, \dots, a_n$  buvo nustatyti naudojant statistinę funkciją LINEST. Rezultatai pateikti 3 lentelėje. Regresijos lygties koeficientai yra pirmojoje eilutėje. Joje regresijos lygties koeficientai pateikiami pradedant iš dešinės  $a_0, a_1, a_2, a_3, a_4, a_5$  ir  $a_6$ . Antrojoje eilutėje nurodyti šių koeficientų vidutiniai standartiniai nuokrypiai Trečiosios eilutės pirmajame stulpelyje pateikiama determinacijos koeficiento reikšmė. Šiuo atveju ji lygi 0,962169. Tai reiškia, kad naudojant regresijos lygtį galima paaiškinti 96,22 proc. statistinių taškų pasklidimą, o tai rodo, jog lygtis yra patikima.

3 lentelė. Statistinės funkcijos LINEST skaičiavimų rezultatai

Table 3. Calculation results of the statistical function LINEST

$a_6$	$a_5$	$a_4$	$a_3$	$a_2$	$a_1$	$a_0$
-0,00012	2,95E-05	-0,00044139	1,6388E-05	6,04354E-05	-0,00020788	660,6947
3,27E-05	6,63E-06	7,86878E-05	1,7903E-05	7,63335E-06	2,42457E-05	59,86837
0,962169	12,65528	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
398,4583	94	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
382,8931	15054,67	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A

Pirmosios skilties ketvirtojoje eilutėje yra dispersijų santykis, kurį lyginame su kritine statistikos  $F_{kr}$  reikšme. Šiuo atveju  $F_{kr}$  reikšmė randama pasitelkiant EXEL statistinę funkciją FINV:

$$FNIV(0,05;2;94) = 3,093266.$$

Šiuo atveju apskaičiuotoji dispersijų santykio reikšmė (398.4583) gerokai didesnė nei kritinė  $F$  reikšmė, todėl daroma išvada, kad regresijos lygtis atitinka tikrąją padėtį ir ją galima taikyti planuojant (3 lentelė). Paskutinėje penktojoje eilutėje pateiktos skirtumų kvadratų sumos, kurios naudojamos skaičiuojant regresijos ir likutinę dispersijas. Penktosios eilutės antros skilties reikšmę dalydami iš atitinkamų laisvės laipsnių ( $n - m - 1$ ), gauname likutinę dispersiją. Likutinės dispersijos laisvės laipsnių skaičius pateiktas antros skilties ketvirtojoje eilutėje. Regresijos dispersijos skirtumų kvadratų sumą (penktosios eilutės pirmasis stulpelis) reikia padalyti iš veiksnių, įtrauktų į regresijos lygtį, skaičiaus  $m$ .

Gautus rezultatus galima palyginti su netiesine regresijos lygtimi, būtent eksponentinio augimo kreive. Pateikiamų LOGEST funkcijos rezultatų reikšmių prasmė pateikta 4 lentelėje. Determinacijos koeficientas trečiosios eilutės pirmoje skiltyje yra lygus 0,945959. Šio koeficiento reikšmė tikrai didelė, tačiau mažesnė nei tiesinės regresijos lygties atveju.

Taigi tiesinė priklausomybė geriau atspindi ryšį tarp pardavimo ir šešių nagrinėtų atrinktų veiksnių. Kitas netiesinio pavidalo priklausomybes galima parinkti keičiant jų algebrinę išraišką į tiesinę priklausomybę (koeficientų atžvilgiu) ir naudojant EXCEL statistinę funkciją LINEST. Vertinant

lygčių atitiktį statistiniams duomenims ir lyginant gaunamų determinacijos koeficientų reikšmes, galima atrinkti geriausią regresijos lygtį. Tenka pažymėti, kad praktikoje gana dažnai planuoti naudojama nebūtinai pati geriausia, bet paprasčiau interpretuojama lygtis.

## 2.2. Koreliacinės-regresinės analizės metodikos galimybės prognozuoti bedarbių skaičių

Koreliacinės regresinės analizės galimybės neapsiriboja tik ryšio tarp kintamųjų stiprumo ir tendencijų išmatavimu. Regresinės analizės sistemos sprendimas suformuoja gana tvarią rodiklių sistemą, kuri išsaugo adekvataus vertinimo galimybes ir saikingai pakitusių sąlygomis. Tiesa, reikia prisiminti, kad LINEST, kaip ir kitos regresinės analizės sprendimo programos, apskaičiuoja koeficientų, kaip atsitiktinių dydžių, įverčius, tačiau saikingas regresinės analizės schemas tvarumas galioja ir koeficientų įverčiams. Tačiau pradžioje pabandydysime naudoti informaciją apie regresijos koeficientų neapibrėžtumą, detalizuoti gaunamų priklausomo kintamojo galimybių savybes sistemai aprašyti. Sakykime, jeigu 2011 m. bedarbių skaičiaus įverčiui nustatyti naudotume formulę

$$Y^{2011} = a_0 + a_1x_1^{2011} + a_2x_2^{2011} + a_3x_3^{2011} + a_4x_4^{2011} + a_5x_5^{2011} + a_6x_6$$

ir vietoje determinuotų koeficientų  $a_i$  pasitelktume stochastinius jų adekvatus, tai mūsų turimas  $Y^{2011} = 232$  pasikeis į galimybių tikimybės skirstinį, pavaizduotą 5 lentelėje ir 1 pav.

4 lentelė. Statistinės funkcijos LOGEST skaičiavimų rezultatai

Table 4. Calculation results of the statistical function LOGEST

$a_6$	$a_5$	$a_4$	$a_3$	$a_2$	$a_1$	$a_0$
-0,99999	1,000000217	0,99999801	1,00000059	1,000000392	0,999998176	8592,247939
2,56995E-07	5,21368E-08	6,18718E-07	1,4077E-07	6,00206E-08	1,90642E-07	0,470741725
0,945959	0,0995077	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
274,23556	94	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
16,29254	0,930769	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A

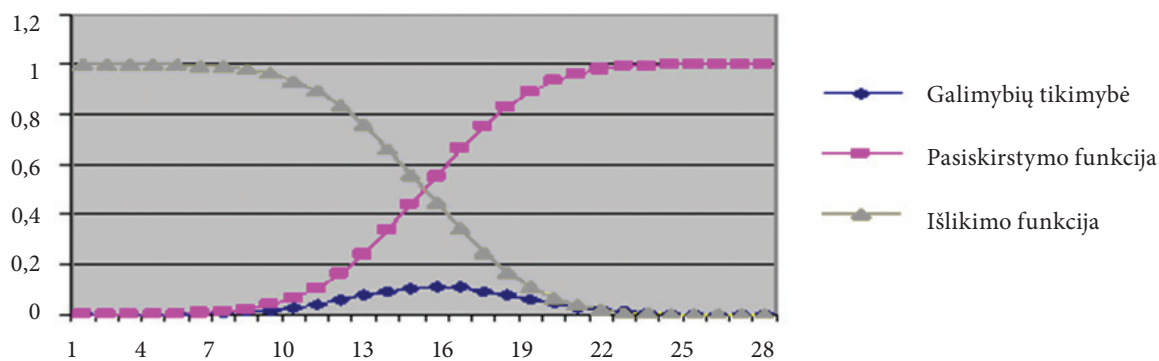
5 lentelėje pateiktas hipotetinis  $Y^{2011}$  nedarbo galimybių tikimybės skirstinys: pirmoje skiltyje pavaizduotas bedarbių skaičius, antroje – galimybių tikimybių reikšmių tankio funk-

cija, trečioje – atitinkama pasiskirstymo funkcija ir ketvirtoje – išlikimo arba garantijos funkcija (skaičiavimai atlikti 2012 metų vasarą). 1 pav. pateiktas grafinis šių funkcijų vaizdas.

5 lentelė. Bedarbių skaičiaus galimybių tikimybių skirstinys 2011 m.

Table 5. Probability distribution of the unemployed in 2011

Nr.	Bedarbių skaičius	Galimybių tikimybės	Pasiskirstymo funkcija	Išlikimo funkcija
1	58,766027	0,00005	0,00005	0,99995
2	71,165401	0	0,00005	0,9995
3	83,564775	0,00025	0,0003	0,9997
4	95,964148	0,0005	0,0008	0,9992
5	108,36352	0,00095	0,00175	0,99825
6	120,7629	0,003	0,00475	0,99525
7	133,16227	0,00505	0,0098	0,9902
8	145,56164	0,01025	0,02005	0,97995
9	157,96102	0,0162	0,03625	0,96375
10	170,36039	0,0277	0,06395	0,93605
11	182,75976	0,04175	0,1057	0,8943
12	195,15914	0,05885	0,16455	0,83545
13	207,55851	0,0784	0,24295	0,75705
14	219,95788	0,0931	0,33605	0,66395
15	232,35726	0,1058	0,44185	0,55815
16	244,75663	0,10855	0,5504	0,4496
17	257,15601	0,10815	0,65855	0,34145
18	269,55538	0,09195	0,7505	0,2495
19	281,95475	0,0792	0,8297	0,1703
20	294,35413	0,0594	0,8891	0,1109
21	306,7535	0,0437	0,9328	0,0672
22	319,15287	0,02825	0,96105	0,03895
23	331,55225	0,01905	0,9801	0,0199
24	343,95162	0,0102	0,9903	0,0097



1 pav.  $Y^{2011}$  galimybių tikimybės skirstinio tankio, pasiskirstymo ir išlikimo funkcijų grafinis vaizdas

Fig. 1. The graphical view of  $Y^{2011}$  probability distribution possibilities' density, accumulated distribution and survival functions

Tikėdami regresinės analizės galimybių tvarumu, t. y. jos gebėjimu adekvačiai aprašyti nedarbo rodiklių kaitą bent trejetui metų ir slankiojo vidurkio metodu suprognozavę  $X_i^j$  reikšmes, kur  $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ , o  $j = 2011.2012.2013$ , bei

įvertinę jų atsitiktinumą, turėsime analogiškai 1 pav.  $Y^{2012}$ ,  $Y^{2013}$  metų tikimybių skirstinių įvertinimus (1 ir 2 pav.) Kartu panagrinėkime ir prognozę, kurią duotų slankieji vidurkiai (6 lentelė).

6 lentelė. Bedarbių skaičiaus prognozė taikant slankiojo vidurkio metodą

Table 6. The forecast of the unemployed performed using the moving average method

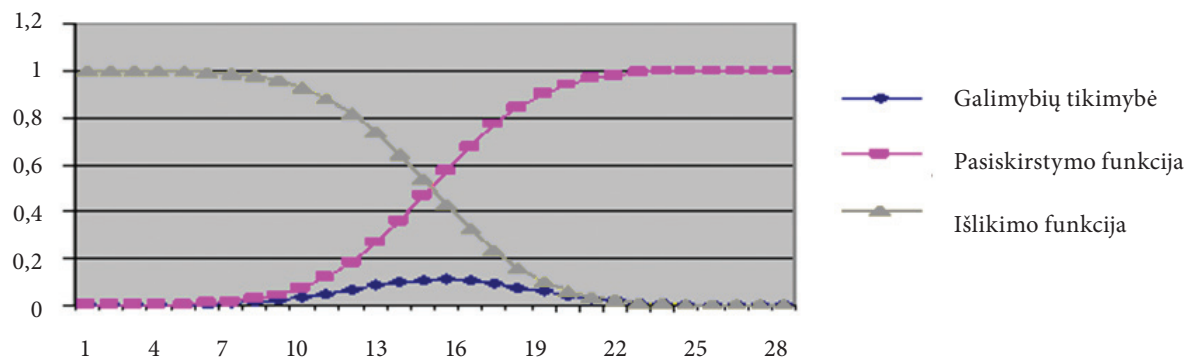
Metai	Bedarbių skaičius	$X_1$	$X_3$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$
2012	215,4174	-838,707	627,6714	28,73978	-121,122	234,5363	-386,355
2013	238,7435	-78,018	617,3589	24,00238	-123,42	22,0845	-381,918
2014	237,9809	-781,864	608,6042	23,00734	-124,432	231,2717	-379,26

7 lentelė. 2012 m. bedarbių skaičiaus galimybių tikimybės skirstinys

Table 7. Probability distribution of the unemployed of 2012

Nr.	Bedarbių skaičius	Galimybių tikimybės	Pasiskirstymo funkcija	Išlikimo funkcija
1	29,71566	0,00005	0,00005	0,99995
2	42,46798	0,00015	0,0002	0,9998
3	55,22031	0,00025	0,00045	0,99955
4	67,97263	0,0006	0,00105	0,99895
5	80,72495	0,00135	0,0024	0,9976
6	93,47728	0,00295	0,00535	0,99465
7	106,2296	0,0066	0,01195	0,98805
8	118,9819	0,01175	0,0237	0,9763
9	131,7342	0,0182	0,0419	0,9581
10	144,4866	0,0302	0,0721	0,9279
11	157,2389	0,04535	0,11745	0,88255
12	169,9912	0,06405	0,1815	0,8185
13	182,7435	0,08145	0,26295	0,73705
14	195,4959	0,09615	0,3591	0,6409
15	208,2482	0,1053	0,4644	0,5356
16	221,0005	0,1086	0,573	0,427
17	233,7528	0,1048	0,6778	0,3222
18	246,5052	0,0914	0,7692	0,2308
19	259,2575	0,07345	0,84265	0,15735
20	272,0098	0,05725	0,8999	0,1001
21	284,7621	0,04025	0,94015	0,05985
22	297,5145	0,02555	0,9657	0,0343
23	310,2668	0,01665	0,98235	0,01765
24	323,0191	0,0094	0,99175	0,00825
25	335,7714	0,00425	0,996	0,004
26	348,5238	0,0023	0,9983	0,0017
27	361,2761	0,00085	0,99915	0,00085
28	374,0284	0,0007	0,99985	0,00015
29	386,7807	0,0001	0,99995	5E-05
30	399,5331	0,00005	1	0





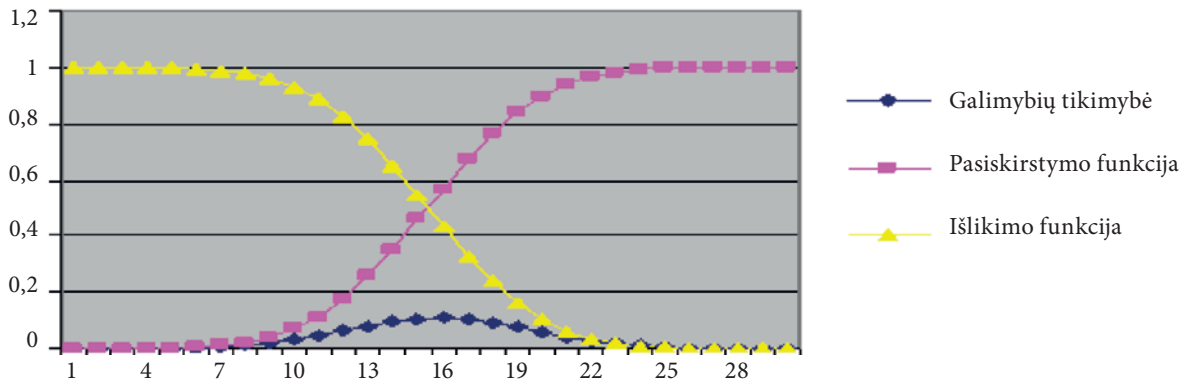
2 pav. 2012 m. galimybių tikimybės skirstinio tankio, pasiskirstymo ir išlikimo funkcijų grafinis vaizdas

Fig. 2. The graphical view of the density of probability distribution possibilities, accumulated distribution and survival functions of 2012

8 lentelė. 2013 m. bedarbių skaičiaus galimybių tikimybės skirstinys

Table 8. Probability distribution of the unemployed of 2013

Nr.	Bedarbių skaičius	Galimybių tikimybės	Pasiskirstymo funkcija	Išlikimo funkcija
1	67,290482	0,00005	0,00005	0,99995
2	79,677246	0,00005	0,0001	0,9999
3	92,06401	0,0002	0,0003	0,9997
4	104,45077	0,0005	0,0008	0,9992
5	116,83754	0,0014	0,0022	0,9978
6	129,2243	0,003	0,0052	0,9948
7	141,61107	0,00585	0,01105	0,98895
8	153,99783	0,0111	0,02215	0,97785
9	166,38459	0,01755	0,0397	0,9603
10	178,77136	0,0296	0,0693	0,9307
11	191,15812	0,044	0,1133	0,8867
12	203,54488	0,0621	0,1754	0,8246
13	215,93165	0,081	0,2564	0,7436
14	228,31841	0,096	0,3524	0,6476
15	240,70518	0,10525	0,45765	0,54235
16	253,09194	0,10855	0,5662	0,4338
17	265,4787	0,1069	0,6731	0,3269
18	277,86547	0,0901	0,7632	0,2368
19	290,25223	0,0771	0,8403	0,1597
20	302,639	0,05715	0,89745	0,10255
21	315,02576	0,04125	0,9387	0,0613
22	327,41252	0,0262	0,9649	0,0351
23	339,79929	0,01655	0,98145	0,01855
24	352,18605	0,0103	0,99175	0,00825
25	364,57281	0,0041	0,99585	0,00415
26	376,95958	0,00235	0,9982	0,0018
27	389,34634	0,00105	0,99925	0,00075
28	401,73311	0,0006	0,99985	0,00015
29	414,11987	0,0001	0,99995	5E-05
30	426,50663	0,00005	1	0



3 pav. 2013 m. galimybės tikimybės skirstinio tankio, pasiskirstymo ir išlikimo funkcijų grafinis vaizdas

Fig. 3. The graphical view of the density of probability distribution possibilities, accumulated distribution and survival functions of 2013

5–8 lentelėse bei 1, 2 ir 3 pav. pateikti duomenys atskleidžia, kad taikant tiek regresinio vertinimo sistemą, tiek slankiojo vidurkio metodiką gaunama ganėtinai aiški susijusi 2012–2014 m. nedarbo dinamika:

1. Koreliacinė regresinė analizė patvirtino, kad nedarbo lygio kaita yra sudėtingas stochastinis procesas, kurį lemia visas mokesčių ir įmokų kompleksas. Kiekybinio šio proceso aprašymo adekvatumo ir patikimumo požymiai stebimi tik vertinant bent tris pagrindinius mokesčių ir įmokų elementus: gyventojų pajamų mokesťį, valstybinio socialinio draudimo įmokas ir pelno mokesťį.

2. Įvairiais metodais gauti nedarbo kaitos vertinimai indikuoja, kad nedarbo augimas stabilizavosi ir po 2012 m. turėtų pradėti mažėti, tačiau kartu atskleidžia, kad pati augimo dinamika tampa rizikingesnė.

3. Kiekybiniai nedarbo dinamikos analizės ir prognozavimo metodai tobulintini, ypač tie, kurie skirti priemonių poveikio skirtumui (angl. *lag*) įvertinti. Pateiktuose skaičaviuose poveikio skirtumo įtraukimas rodo pakankamus pokyčius atliekant vertinimus. Tai parodo ne tik koreliacinė regresinė analizė, bet ir kiti nedarbo analizės ir prognozavimo metodai.

### 3. Mokesčių ir socialinio draudimo įmokų struktūros optimizavimas atsižvelgiant į darbo rinkos ir biudžeto poreikius

Ankstesniuose skyriuose nagrinėti mokesčiai ir socialinės įmokos – tai tikslinės valstybės biudžeto lėšos. Todėl mokesčių ir socialinių įmokų dydžio ir ypač jų struktūros parinkimas – tai ypač subtili tiek pasiūlos (sukurtų produktų ir paslaugų) didinimo, tiek mokios paklausos formavimo bendro valdymo problema.

#### 3.1. Problemos sudėtingumas ir siekiamų tikslų įvairovė

Šios problemos sprendimas turi ganėtinai skirtingas prielaidas skirtingos ekonominės galios šalyse; jis ypač sudėtingas ten,

kur tam tikro mokesčių kiekio surinkimas ar nesurinkimas atsiremia į minimalius tam tikrų poreikių (pakankamos mitybos, minimalios sveikatos apsaugos, kokybiško švietimo ir mokslinimo) ar būtino darbo vietų išlaikymo problemų nesprendimą. Šiuo atveju ekonomikos mokslui tenka spręsti ne tiek tradicinę – negausių išteklių naudojimo – problemą, kiek ypač negausių išteklių normatyvinio naudojimo sudėtingas, beveik neturinčias elastingumo sumažinti piniginius išteklius ir pakeisti tarpusavio prioritetus problemas.

Todėl sprendžiant šias kritinės būsenos problemas turi būti atkreiptas dėmesys į integracijos ir tarptautinės paramos galimybes, rengiant kritinių problemų prevencijos ir operatyvaus jų sprendimo principus ir metodus. Šiuo atveju reikia įžvalgiai nagrinėti, kaip apsidrausti nuo neapibrėžties nešamų neigiamų pasekmių. Taigi strateginis mąstymo kriterijus turi apimti ir efektyvumą, ir patikimumą.

Igyvendinti šį metodologinį principą minėtoje situacijoje yra tikrai keblu. Visų pirma čia beveik neturime nei tikslinių tyrimų, nei statistinių duomenų apie tai, kaip formuosis verslo, dirbančiųjų ar vartotojų elgsena, kai ganėtinai staigiai keičiasi piniginių išteklių valdymo principai ir rezultatai.

Ne mažiau svarbu ir sudėtinga suvokti, kaip turėtų keistis pagrindinės proporcijos ir parametrai, kurie lemia pasiūlos ir paklausos balansą, kaip panaudoti mokesčių, kaip finansavimo svarto, galią. Tačiau svarbu nuspręsti, kaip reikėtų reaguoti į tikrovės tapsmui juntamą įtaką darančios neapibrėžties pasireiškimą, kaip reikėtų racionaliai valdyti neapibrėžties suformuotą ar tiesiog subjektyvių sprendimų sukeltą riziką.

Iškeltai problemai spręsti pasitelkta tokia veiksmų sistema:

- Suformuluota problema – kaip parinkti mokesčių ir socialinio draudimo įmokų mastus ir jų struktūrą, kai tai užtikrintų palankiausia šaliai nedarbo lygį, kurį valdyti įmanoma tik pasitelkus informaciją tiek apie nedarbo galimybes, tiek apie tų galimybių patikimumo parametrus.
- Anksčiau suformuluotam problemos sprendimui taikyti koreliacinės regresinės analizės principai, siekiant kiekybiškai struktūrizuoti nagrinėjamoje problemoje

esančią priklausomybės sistemą, o pasitelkus stochastiškai informatyvios ekspertizės galimybes konkretinti visus sprendimų paieškai reikalingus parametrus.

- Pasitelkta inovatyvi sprendimų paieškos metodika, kai sprendimo paieškos procese vyksta aktyvi kiekybinė diskusija tarp atskirų kriterijų (kurie, kaip įprasta, yra atskirų interesų išraiška) ir specialistų, kurie, disponuodami sukurtomis informacinėmis sistemomis, yra tos srities ekspertai.
- Būtinu diskusijos tarp atskirų interesų grupių elementu turi būti ir stochastinės optimizacijos algoritmai, kuriuos naudojant kiekybiškai nagrinėjamos tiek besiformuojančios galimybės, tie jų patikimumas.

### 3.2. Apvalaus stalo kriterijus kaip būtina gaunamų sprendimų veiksnio prielaida

Socialinių ir ekonominių sistemų problemoms spręsti sukurtuose algoritmuose ar netgi konceptualiuose apmąstymuose sprendimo priėmimo kriterijai, apribojimai ir priklausomybės yra tam tikrų subjektų interesai, kažkieno valdymo objektai, o apskritai – tai sistemos posistemų, siekiančių, kad sistema neprarastų veiksnio (angl. *validity*) ar netgi egzistencijos galių, interesų ir pastangų atspindys. Šito negalima išleisti iš akiračio formuluojant problemas ir sudarant jų sprendimo algoritmus. Tačiau bene svarbiausia, kad sprendimo algoritmuose būtų atsižvelgta į tai, jog atsidūrus ant nežinomybės ribos, kai susiduriama su aibe neišspręstų ar netgi nenagrinėtų problemų, atsakymo laukiame iš ekspertų arba tiesiog naudojames ekspertinio vertinimo sistema.

Natūralu, kad kuriamos projektavimo ar optimizavimo schemas, sistemos ir konkretūs algoritmai turėtų būti tinkami ekspertų, pasirengusių ekspertuoti reikiamas problemas, komandų dalykinėms kiekybinėms diskusijoms. 4 pav. pateikiama apvalaus stalo tipo ekspertinių sprendimų generavimo schema, kai orientuojamasi į mokesčių ir socialinio draudimo įmokų dydžio ir struktūros sąveikų su nedarbo mastais tyrinėjimus.

Tokio tipo, kai į sprendimų priėmimo formalizuotas sistemas įtraukiamos intelektualios ir politiškai atsakingos institucijos (pvz., Valstybinė mokesčių inspekcija, Socialinės apsaugos ir darbo ministerija ir pan.), eksploatavimas leistų sujungti įvairių krypčių intelektą ir politinę atsakomybę, o kartu leistų pasinaudoti sukurtomis įvairaus pobūdžio žinių, sprendinių paieškos ir optimizavimo informacinėmis sistemomis ir neapibrėžties bei rizikos valdymo informacine sistema.

### 3.3. Mokesčių struktūros optimizavimas, siekiant palankiausio nedarbo pokyčio

Gauti regresijos koeficientų stochastiniai įverčiai priima, kad kiekvienas mokesčių vienetas palieka stochastinį pėdsaką nedarbo skaičiuoklėse. Todėl kyla ypač sudėtingos



4 pav. Apvalaus stalo ekspertinių vertinimų informacinė sistema

Fig. 4. Informative system of the round table expert valuations

ir subtilios problemos išsprendimo poreikis, t. y. būtina atsakyti į klausimą – kaip reikėtų formuoti apmokestinimo struktūrą arba kur ir kiek reikėtų didinti mokesčių surinkimą, kad tai palankiausiai paliestų nedarbo pokyčius.

Tekniškai tai yra stochastinio programavimo problema, kai turime surinkti papildomų mokesčių vienetą žinodami, kad skirtingos klasės mokesčių vienetas susietas su nedarbo pokyčiu skirtinga stochastine priklausomybe. Šios problemos sprendimo anatomija pateikta 5 pav.

Tarkime, kad imame daugianarės regresinės analizės metu gautus koeficientus  $a_i, i = 1, \dots, 6$  kaip veiksnių koeficientus ir optimizavimo schemeje. Tuomet visos nedarbo pokyčių galimybės matuojant jas pagal dydį (abscisė), rizikingumą (ordinatė) ir patikimumą (aplikatė) pavaizduotos 5 pav., a.

Toliau, pasirinkę klasikinės trifaktorės naudingumo funkcijos atvejį, gausime trimatį naudingumo funkcijos vaizdą (5 pav., b):

$$N = \frac{x \times P_x}{r},$$

čia  $N$  – naudingumas;  $x$  – pasirinkamoji galimybė;  $P_x$  – galimybės garantija;  $r$  – rizikos lygmuo.

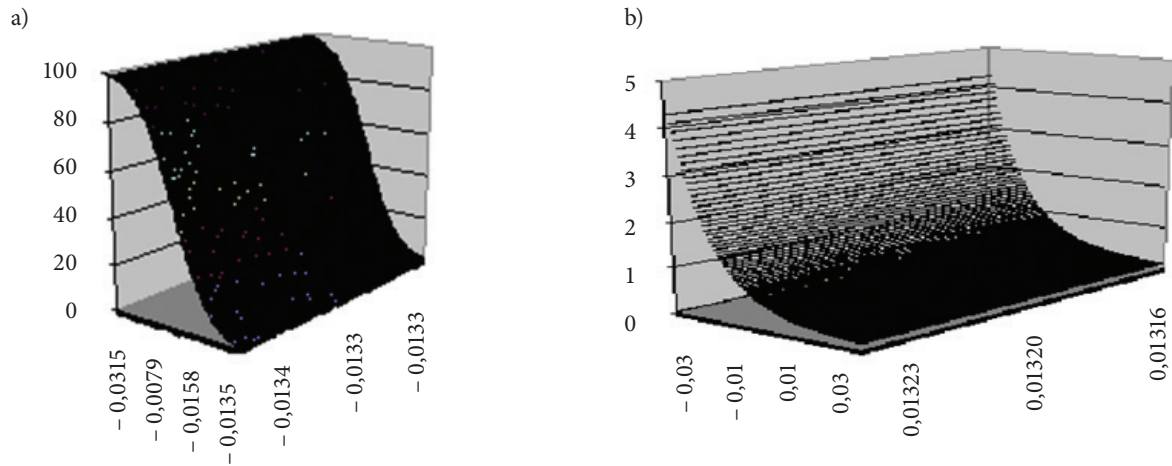
Gausime galimybių ir naudingumo paviršių susikirtimo tašką (6 pav., a), kurio koordinatės yra (6 pav., b):

$$w_1 = 0,0, \quad w_2 = 0,0267, \quad w_3 = 0,0, \quad w_4 = 0,02, \\ w_5 = 0,0467, \quad w_6 = 0,0067,$$

o parametrai:

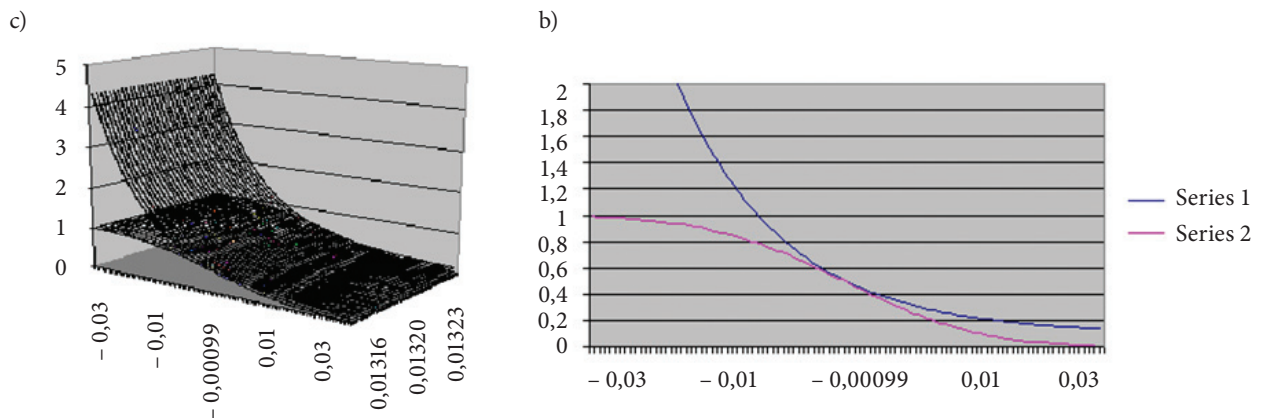
$$x = -0,00099, \quad P_x = 0,513375, \quad r = 0,013181.$$

Taigi jeigu pasirinktume nurodytą surenkamo mokesčių vieneto struktūrą (9 lentelė), tuomet palankiausia iš galimybių būtų nurodytame paviršių susikirtimo taške. Kaip tik šios galimybės pasiekimas yra tolesnio sprendimų valdymo problema.



5 pav. Trimatis galimybių paviršiaus vaizdas (a); trimatės naudingumo funkcijos vaizdas (b)

Fig. 5. Three-dimensional view of the surface of possibilities (a); the view of three-dimensional utility function (b)



6 pav. Galimybių paviršiaus ir naudingumo funkcijos susilietimas (a); geometrinis sprendimo nustatymas (b)

Fig. 6. Tangency point of the surface of possibilities and the utility function surface (a); geometric decision-making (b)

9 lentelė. Optimalaus taško koordinatės, arba kaip reikėtų optimaliai suformuoti ribinį pajamų ir mokesčių vienetą

Table 9. The co-ordinates of the optimal point, or how the marginal unit of income and taxes should be optimally formed

Struktūra					
$w_1$	$w_2$	$w_3$	$w_4$	$w_5$	$w_6$
0,0	0,0267	0,0	0,02	0,0467	0,0067

## Išvados ir pasiūlymai

1. Neapibrėžties įtaka tikrovės tyrimui nemažėja, nepaisant žmogaus patirties, mokslo žinių, informacinių sistemų augimo mastų. Norint turėti efektyvios neapibrėžties ir rizikos valdymo strategijas, būtina visų pirma suvokti, kiek dabartinės tikrovės tapsme yra determinacijos ir kiek lieka neapibrėžties.
2. Statistinėse informacinėse sistemose, deja, kol kas dar nėra net pradmenų apie neapibrėžties poveikį sėkmės ar net nesėkmės atveju. Nesukūrus atitinkamų metodinių nuostatų ir pragmatinių jų naudojimo nurodymų, kažin ar pavyks sukurti adekvačią neapibrėžties valdymo sistemą.

3. Profesionaliai beveik visose žmogaus veiklose ir žinių srityse dažniausiai su sprendimais neapibrėžties ir nežinios sąlygomis susiduria ekspertai. Todėl žinios apie tapsmą ekspertui yra išskirtinai svarbios ir ne visuomet lengvai suvokiamos.
4. Teikiamas siūlymas ekspertinio vertinimo sistemas grįsti reikalavimu, kad visi ekspertų vertinimai – tiek nagrinėjamų parametrų reikšmės, tiek įvykių tikimybės, tiek procesų trajektorijos – nuo pat pradžių būtų formuluojami nagrinėjamų požymių galimybių tikimybės skirstiniais. Tai leistų ne tik pateikti visavertę informaciją apie nagrinėjamus objektus, bet ir taptų ekspertų, galinčių generuoti informaciją, esant įvairiam neapibrėžtumo laipsniui, rengimo priemone.
5. Kalbant apie neapibrėžties fenomeno pažinimą – šiuo atveju apie sprendimų priėmimą neapibrėžties sąlygomis, reikia prisiminti, kad pirmoji užkarda į neapibrėžties pažinimą yra rizikos fenomenas. Rizika dažnai įvardijama ir suvokiama kaip apibrėžta neapibrėžtis (angl. *certain uncertainty*), t. y. kada nagrinėjamo požymio reikšmių galimybės yra pažinios ar net žinomos, o ne iki galo žinomos jų tapimo tikimybės. Ekspertinių įverčių pateikimas tikimybės skirstiniais daugiausia orientuotas jau į konstruktyvų rizikos valdymo problemų formulavimą ir sprendimą.
6. Rizikos valdymo problema bene aktualiausia tvarios plėtros organizavimo ir valdymo srityje, todėl išlieka svarbi šiandienos problema. Tiesa, jai spręsti turima gan didelės, nors gal ir ne visai adekvačios patirties. Tai ekonometriniai statistiniai metodai, kuriais vertinant parametrus ar procesų trajektorijų reikšmes, daromos prielaidos, kokia proporcija tikrovės tapsmą lemia determinuota veiksmų įtaka ir kas lieka neapibrėžčiai, nors kaip paskirstyti tas proporcijas įvairioms neapibrėžties atmainoms – problema, kurią būtina spręsti. Ekspertas, kuris turi pažinti riziką tikrovėje tiek protu, tiek pojūčiu, turi žinių, kurios leis jiems tai padaryti, o priemonė, kaip tai daryti, yra teorija ir praktika. Kai reikia ekspertinius įverčius adekvačiai formuoti, vertinamos jų reikšmės galimybės tikimybės skirstiniais.
7. Ekspertiniai vertinimai vis plačiau įsigali galimybių pažinimo, sprendimų priėmimo, trūkstamos informacijos generavimo, žinių apie ateities galimybes, žinių apie neapibrėžties įtakos mastus, erdves. Ekspertų vertinimai atsiranda tarp mokslo žinių ir žinių apie žmonijos socialinės ir ekonominės plėtros kelius ir ateities galimybes.
8. Galima teigti, kad ekspertiniai vertinimai braunasi į avangardines socialinės raidos tyrimų sritis. Suprantama, kad turi atitinkamai augti ir reikalavimai ekspertinių vertinimų adekvatumui ir pagrįstumui.
9. Laikotarpiui akcentuojant neapibrėžties ir rizikos anatomijos suvokimo ir sprendimų, esant rizikai ir neapibrėžtumui, pagrindimo būtinumą, stochastiškai informatyvių ekspertinių sistemų plėtotė tampa ir laikotarpio reikalavimu. Savo ruožtu veiksni efektyvumo ir patikimumo kompozicija tampa galinga sistemų, procesų ir priklausomybių plėtos tvarumo matavimo ir valdymo priemone.
10. Mokesčių ir socialinių įmokų sąveikos su padėtimi darbo rinkoje tyrimas, sutelktai naudojant koreliacinės regresinės analizės ir stochastiškai informatyvių ekspertizės principus, atskleidė šių metodų natūralaus suderinamumo galimybes, o kartu ir būdus, kaip turėtų būti vystoma sąveika tarp tyrimo ir ekspertavimo principų.
11. Apvalaus stalo dialogo principas, kaip analitinių ir ekspertinių metodų derinys, taikomas ieškant sprendinių daugiakriteriškose, daugiakriteriškose, stochastinėse sistemose. Jis suvoktas kaip sprendimo paieškos scenarijų organizavimo galimybės, kai atsižvelgiama ne tik į suformuotus kriterijus, apribojimus ir priklausomybes, bet ir į interesus, atstovaujančius aptartiems tikslams, apribojimams ir priklausomybėms.
12. Tokie scenarijai, kai į sprendimo priėmimo procesą įtraukiamos intelektualiai ir politiškai atsakingos institucijos, turėtų tapti standartu sprendžiant visas strateginės reikšmės problemas.

## Literatūra

- Avraamides, M. N.; Ritter, F. E. 2002. Using multidisciplinary expert evaluations to test and improve cognitive model interfaces, in *Proceedings of the 11th Computer-Generated Forces and Behavior Representation Conference*. Orlando, FL: U. of Central Florida, 553–562, 02-CGF-100.
- Billari, F. C.; Graziani, R.; Melilli, E. 2012. Stochastic population forecasts based on conditional expert opinions, *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*, 175( 2): 491–511. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-985X.2011.01015.x>
- Billari, F.; Graziani, R.; Melilli, E. 2011. *Stochastic Population Forecasting based on a Combination of Experts Evaluations and accounting for Correlation of Demographic Components*. Prieiga per internetą: <http://epc2012.princeton.edu/papers/120268>.
- Elnathan, D.; Gavius, I. 2009. On the added value of firm valuation by financial experts, *International Journal of Business and Management* 4(3): 70–85.
- Humpert, B.; Holley, P. 2007. *Expert systems in finance planning* [žiūrėta 2012-09-24]. Prieiga per internetą: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1468-0394.1988.tb00338.x/abstract>
- Kalogirou, S. 2002. Expert systems and GIS: an application of land suitability evaluation, *Computers, Environment and Urban Systems* 26: 89–112. [http://dx.doi.org/10.1016/S0198-9715\(01\)00031-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0198-9715(01)00031-X)

- Kangas, J.; Store, R. 2001. Integrating spatial multi-criteria evaluation and expert knowledge for GIS-based habitat suitability modelling, *Landscape and Urban Planning* 55(2): 79–93. [http://dx.doi.org/10.1016/S0169-2046\(01\)00120-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0169-2046(01)00120-7)
- Keilman, N.; Pham, D. Q.; Hetland, A. 2002. Why population forecasts should be probabilistic - illustrated by the case of Norway, *Demographic Research* 6 (15): 409–454. <http://dx.doi.org/10.4054/DemRes.2002.6.15>
- Kujaszczyk, S; Nazarko, J.; Charytoniuk, W.; Broadwater, R. P. 1993. The effect of expert evaluations on the efficiency of decision processes in power distribution systems, in *Athens Power Tech. APT 93. Proceedings. Joint International Power Conference 2*: 606–610.
- Li, D. 2012. Information, bias, and efficiency in expert evaluation: evidence from the nih, *Job Market Paper*: 57.
- Liao, Z.; Wang, J. 2010. Forecasting model of global stock index by stochastic time effective neural network, *Expert Systems with Applications* 37: 834–841.
- Maknickienė, N.; Maknickas, A. 2012. Application of neural network for forecasting of exchange rates and forex trading, in *The 7th International Scientific Conference "Business and Management 2012"*. Vilnius, Lithuania 10–11 May. Selected papers. Vilnius: Technika, 122–127. ISSN 2029-4441 [žiūrėta 2012-09-24]. Prieiga per internetą: [http://leidykla.vgtu.lt/conferences/BM\\_2012/finance\\_engineering/017.html](http://leidykla.vgtu.lt/conferences/BM_2012/finance_engineering/017.html)
- Maknickienė, N.; Rutkauskas, A. V.; Maknickas, A. 2011. Investigation of financial market prediction by recurrent neural network. *Innovative Technologies for Science, Business and Education* 2(11): 3–8 [žiūrėta 2012-09-24]. Prieiga per internetą: [http://bus.vgtu.lt/PublikacijosForma/Publikacijufailai/2012110164130\\_IITSBE-2011-2\(11\).pdf](http://bus.vgtu.lt/PublikacijosForma/Publikacijufailai/2012110164130_IITSBE-2011-2(11).pdf)
- Malagoli, S.; Magni, C. A.; Mastroleo, G. 2007. The Use of Fuzzy Logic and Expert Systems for Taring and Pricing Firms: A New Perspective on Valuation, *Managerial Finance* 33(11): 836–852. <http://dx.doi.org/10.1108/03074350710823818>
- McDaniel, L.; Martin, R. D.; Maines, L. A. 2002. Evaluating Financial Reporting Quality: The Effects of Financial Expertise vs. Financial Literacy, in *The Accounting Review: Supplement 77*: 139–167.
- Ruškytė, D.; Rutkauskas, A. V.; Navickas, V. 2012. *Mokesčių ir darbo rinkos sąveika*: monografija. Vilnius: Edukologija. 206 p. ISBN 978-9955-20-747-4.
- Rutkauskas, A. V. 2012a. Using sustainability engineering to gain universal sustainability efficiency, *Sustainability* 4(6): 1135–1153. <http://dx.doi.org/10.3390/su4061135>
- Rutkauskas, A. V.; Miečinskienė, A.; Stasytytė, V. 2008a. Investment decisions modelling along sustainable development concept on financial markets, *Technological and Economic Development of Economy* 14(3): 417–427.
- Rutkauskas, A. V.; Stasytytė, V. 2008. Utility function as a constructive instrument for investment decision making, in *VI International Scientific conference "Management and Engineering'08"*. Sofia, Bulgaria 19-21 June. Technical University Sofia. Sofia: Scientific-Technical Union of Mechanical Engineering, 1(104): 217–220. ISSN 1310-3946.
- Rutkauskas, A. V.; Stasytytė, V.; Maknickienė, N. 2011. Entrepreneurship portfolio construction and management, in *Proceedings of the Annual International Conference on Innovation and Entrepreneurship (IE 2011)*, July 23-24, 2011 Singapore. Singapore: Global Science and Technology Forum (GSTF), 2011, 57–56. ISBN 9789810894931 [žiūrėta 2012-09-24]. Prieiga per internetą: [https://bus.vgtu.lt/PublikacijosForma/Publikacijufailai/2012111162710\\_Scan0014.PDF](https://bus.vgtu.lt/PublikacijosForma/Publikacijufailai/2012111162710_Scan0014.PDF)
- Rutkauskas, A. V. 2012b. Stochastically informed expertise as natural step for experts systems network development, in *Conference Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Scientific Conference „Whither our Economies – 2012“*, October 15–16, 2012, Vilnius, Lithuania, 46–53.
- St-Pierre, J.; Delisle, S. 2006. An expert diagnosis system for the benchmarking of SMEs performance, *Benchmarking: An International Journal* 13(1/2): 106–119.

**Džiuljeta RUŠKYTĖ.** Lecturer at the Department of Economy, Faculty of Social Sciences, Lithuanian University of Educational Sciences. Fields of research: problems and improvement directions of social research methodologies, research of economic–social society group characteristics and social isolation, employment, labour market.

**Aleksandras Vytautas RUTKAUSKAS.** Dr Habil, Professor at the Department of Economy, Faculty of Social Sciences, Lithuanian University of Educational Sciences. Fields of research: integrated management of value and risk, forecasting of long-term development, analysis and management of sustainable development; research of employment and labour market.

**Vytas NAVICKAS.** Dr, Associate Professor at the Department of Economy, Faculty of Social Sciences, Lithuanian University of Educational sciences. Fields of research: priorities of political economy, management of macroeconomic processes, business policy and competitiveness, assurance of state finances sustainability, employment and labour market research.