

Statistinių metodų taikymo edukologiniuose tyrimuose klaidos

Romanas Januškevičius

Profesorius
Fizinių mokslų habilituotas daktaras
Vilniaus edukologijos universiteto
Algebros ir statistikos katedra
Studentų g. 39, LT-08106 Vilnius
Tel. (8 5) 275 13 77
El. paštas: romjan@vpu.lt

Dalius Pumputis

Lektorius
Fizinių mokslų daktaras
Vilniaus edukologijos universiteto
Algebros ir statistikos katedra
Studentų g. 39, LT-08106 Vilnius
Tel. (8 5) 275 13 77
El. paštas: dalius.pumputis@vpu.lt

Straipsnyje aptariamos dažniausiai pasitaikančios statistinių metodų taikymo edukologiniuose tyrimuose klaidos ir netikslumai bei pateikiamos rekomendacijos, kaip galima išvengti šių klaidų ir netikslumų. Pateikiamas korektiško statistinio tyrimo pavyzdys remiantis konkrečiu edukologiniu tyrimu. O būtent – išnagrinėtas klausimas „Kokia yra studentų, ketinančių tapti mokytojais, proporcija“ pasirinktoje populiacijoje, atsakymas į kurį pastaruoju metu visiškai prieštaringai vertinamas ŠMM darbuotojų, administruojančių universitetų finansavimą, ir edukologijos specialistų, vykdančių minėtus tyrimus.

Pagrindiniai žodžiai: populiacija, reprezentatyvi imtis, imčių tyrimas, statistiškai reikšmingas (nereikšmingas) rezultatas, ištisinis tyrimas, sluoksninis ėmimas.

Įvadas

Žinomas edukologas profesorius B. Bitinas (2006, p. 9) taikliai pažymėjo, kad „peršasi išvada, kad šiuo metu edukologijos mokslas skatinamas aptarnauti pats save, t. y. moksliniai tyrimai siejami tik su mokslinių laipsnių gavimu ir šio laipsnio reikalaujančiomis pareigomis“. Deja, gautoms pareigoms reikia atitinkamo mokslinių straipsnių skaičiaus, o kaip tą mokslinį straipsnį parašyti, jei to mokslo straipsnyje nėra? Pastaruoju metu pastebima negatyvi tendencija, kai straipsniuose nagrinėjami akivaizdūs dalykai, o kad jie tokie neatrodytų, yra įvelkami į „statistinių rūbą“, straipsnis tampa „mokslo darbu“, o recenzentui yra

pagrindas padaryti išvadą, kad straipsnis „atitinka mokslo darbams keliamus reikalavimus“.

Tačiau labai dažnai ir rimtuose edukologiniuose straipsniuose statistinis rūbas kerpamas kreivai šleivai. Pavyzdžiui, daroma kažkokia apklausa, gaunami rezultatai, iš kurių daromos statistinės išvados, tačiau tai daroma visiškai neteisingai – neapibrėžiama populiacija (tai būtina padaryti prieš pradedant apklausa), sudaryta imtis dažnai yra nereprezentatyvi pasirinktos populiacijos atžvilgiu ir pan.

Pavyzdžiui, vadinamosios savaiminės imtys, sudarytos, tarkime, iš savo noru skambinančių ar rašančių žmonių, neatsto-

vauja visos šalies visuomenei. Jos, pirma, susidaro iš tų asmenų, kurie jaučiasi stiprūs nagrinėjamo klausimo tema. Antra, skambinantys turi turėti pakankamai daug laiko klausytis laidos ir prisiskambinti į studiją, o tai gana specifinių asmenų grupė. Trečia, tai turi būti pakankamai aktyvūs žmonės. Štai kodėl tokio pobūdžio tyrimai ir / arba telefoniniai bei internetiniai balsavimai yra nemoksliniai ir rodo tik apklausos organizatoriams paskambinusių žmonių nuomonę.

Kartais atliktų tyrimų išvados yra abejotinos ir dėl to, kad nepatikrinama, ar turimi duomenys tenkina naudojamų statistinių metodų prielaidas. Pavyzdžiui, darbe taikant vienfaktorinę dispersinę analizę (*ANOVA*), visų pirma reikia patikrinti, ar kintamieji pasiskirstę pagal normalųjį skirstinį, antra – ar jų dispersijos lygios, trečia – ar jie nepriklausomi. Dažnai apsiribojama vienos kurios nors prielaidos patikrinimu.

Kai kurie edukologai ir psichologai yra tos nuomonės, kad jei straipsnyje nesuformuluojama bent viena statistinė hipotezė, o jai tikrinti nepasitelkiamas *SPSS* (statistinės analizės ir duomenų apdorojimo programinė įranga), tai tokia straipsnyje „mokslo nėra“. Tačiau užmirštama, kad pagal Lietuvos statistikos standarto (Lietuvos standartas LST ISO 3534-1:1996. Statistika. Terminai ir apibrėžimai, simboliai, 1996) 2.84 straipsnį, *testo rezultatas vadinamas statistiškai reikšmingu, jei jis negali būti paaiškintas (darant prielaidą, kad nulinė hipotezė yra teisinga) vien tik atsitiktinėmis priežastimis. Jis nebūtinai reikšmingas fizikos ar ekonomikos (papildysime – edukologijos ar psichologijos) požiūriu.*

Sąvokos *statistiškai reikšmingas* negalima absoliutinti. Straipsnio (Halteman, 2009) paantraštė vaizdžiai rodo problemos

esmę: „Statistiškai reikšmingas rezultatas! O! Bet ar jis reikšmingas? Maža to, ar jis išvis yra reikšminis?“ Programinės įrangos StatPac apžvalgoje klausimui „Ką iš tikrųjų išreiškia sąvoka *statistiškai reikšmingas*?“ skirtas net atskiras straipsnis (StatPac Survey Software. Statistical Significance, žiūrėta per internetą, 2010).

Atrodytų, šios autorių pastabos nėra nei naujos, nei originalios, nes tokią analizę reikėtų pateikti pradedantiesiems tyrėjams kokiame nors statistikos vadovėlyje. Tačiau tada kyla natūralūs klausimai, kuriais būtų galima išreikšti **tyrimo problemą**: kodėl statistinių metodų taikymo edukologiniuose tyrimuose klaidos yra tokios dažnos? Kodėl jas daro ne pradedantys tyrėjai, o žinomi autoriai žinomuose edukologijos žurnaluose? Šie aktualūs probleminiai klausimai ir atsakymai į juos neturėtų būti ignoruojami mokslo visuomenės ir ypač edukologų, siekiant korektiškai suformuluotų ir nedviprasmių mokslinių tyrimų išvadų ir rekomendacijų. Atvirkščiai, reikia glaudesnio socialinių mokslų atstovų ir matematikų bendradarbiavimo. Išdėstyta problema yra aktuali ne tik Lietuvoje, ją nagrinėja ir užsienio mokslininkai (žr. Helberg, 1995; Hoekstra, 2009; Lang, 2003; Strasser, 2007 ir kt.).

Tyrimo objektas – statistinių metodų taikymas edukologiniuose tyrimuose.

Tyrimo tikslas – plėtoti matematiniu požiūriu korektišką edukologinių reiškinių kiekybinį pažinimą, propaguoti kiekybinį ugdymo reiškinių ir procesų nagrinėjimą ir ypač prasmingą ir tinkamą statistinių metodų taikymą ugdymo sociologijos, psichologijos, fiziologijos, didaktikos, socialinės, fizinio ugdymo pedagogikos, pedagoginės diagnostikos ir kitų problemų, siejamų su edukologijos objekto branduoliu, tyrimuose.

Tyrimo uždaviniai:

1. Išanalizuoti dažniausiai pasitaikančius tikimybinių imčių ir kitų statistinių metodų taikymo edukologijoje netikslumus.

2. Pateikti rekomendacijas, kaip galima išvengti šių netikslumų ir klaidų, bei aptarti kiekybinės analizės galimybes socialinių reiškinių pažinimo procese.

3. Pateikti korektiško statistinio tyrimo pavyzdį remiantis konkrečiu edukologiniu tyrimu.

Tyrimo metodai:

- Matematinės statistikos metodai: aprašomosios statistikos elementai, statistinių išvadų formulavimo taisyklės, statistinių hipotezių tikrinimas.
- Dokumentų, mokslinių publikacijų ir viešosios nuomonės analizė ir vertinimas.
- Tikimybinių imčių metodai: tikslo populiacijos apibrėžimas, reprezentatyvios imties sudarymas, imties dydžio, tenkinančio iš anksto nustatytus tikslumo reikalavimus, parinkimas, įvertinių sudarymas ir įverčių skaičiavimas. Išsamesnis naudotų metodų aprašymas pateikiamas statistinio tyrimo pavyzdyje.
- Anketinės apklausos metodas. Originalioje autorių sudarytoje anketoje pateikiama teiginių apie besikeičiantį studentų požiūrį į mokytojo profesiją, studijų reformą ir studijų kokybės VPU Matematikos ir informatikos fakultete įvertinimą.
- Statistinio tyrimo pavyzdžio duomenys apdoroti naudojant Microsoft Office Excel 2007 programinę įrangą.

Dažniausios edukologijos tyrimų klaidos

Dažnai edukologijos tyrimai neįmanomi netaikant tam tikrų statistinių metodų, kurie, deja, ne visada yra korektiškai aprašo-

mi ir naudojami. Toliau nurodomi pagrindiniai pastebėti mūsų apžvelgtų edukologinių tyrimų (Gedminienė, Gumuliauskienė, 2008; Leonavičius, Leonavičienė, 2007; Pruskus, 2008; Ustilaitė, Juškelienė, 2004; Žydžiūnaitė, Merkys, Jonušaitė, 2005) netikslumai.

• Tikslo populiacija

Edukologijos tyrimuose, kaip ir bet kuriuose praktiniuose statistiniuose tyrimuose, nagrinėjami baigtinių populiacijų elementai (studentai, mokiniai, mokytojai ir kt.). Domimasi tam tikrų apibrėžtų populiacijos kokybinių ar (ir) kiekybinių kintamųjų reikšmėmis bei šių reikšmių funkcijomis, vadinamomis populiacijos parametrais. Remiantis tyrimo metu surinktais duomenimis siekiama įvertinti šiuos parametrus ir padaryti atitinkamas išvadas apie visą populiaciją. Deja, edukologijos tyrimų mokslinėse publikacijose ne visada aiškiai apibrėžiama (tikslo) populiacija. Pavyzdžiui, viename iš apžvelgtų straipsnių, kuriame tiriama socialinio pedagogo profesinės adaptacijos mokyklos bendruomenėje ypatumai, keistokai atrodo (trijų Kauno miesto vidurinių mokyklų socialinių pedagogų) imties sudarymas, kai pati populiacija nėra apibūdinama. Todėl čia atsiranda erdvės dviprasmiškumui: intuityviai lyg ir aišku, kad populiaciją sudaro visų Kauno miesto vidurinių mokyklų socialiniai pedagogai, bet kai kurias tyrimo išvadas būtų galima priskirti ir kur kas didesnei (galbūt visų Lietuvos vidurinių mokyklų socialinių pedagogų) populiacijai.

Kito mūsų perskaityto straipsnio tekstas parašytas taip, kad gali susidaryti klaidingas įspūdis, jog nagrinėjama tik pati imtis ir nekeliama klausimo, koks yra jos ir populiacijos ryšys, t. y. čia skaičiuoja-

mos įvairios imties proporcijos (procen-tais) ir, matyt, pačiam skaitytojui reikėtų susivokti, kad tos proporcijos kartu yra ir atitinkamų populiacijos dalių įverčiai. Papildomai reikia pažymėti, kad jei jau vertinamos populiacijos dalys, tai šiam tikslui šiandienos statistika pateikia tikslesnes statistikas (įvertinius) nei paprasta imties proporcija (dvireikšmio kintamojo imties vidurkis).

• **Imtis ir imties dydis**

Dažnai nedidelės apimties edukologijos tyrimuose apklausiami (tiriami) visi tikslo populiacijos elementai. Sakoma, kad atliekamas *ištisinis tyrimas*. Kiti tyrimai, kai renkami ir nagrinėjami imties elementų duomenys, siekiant padaryti išvadas apie visą populiaciją, vadinami *imčių tyrimais* (Krapavickaitė, Plikusas, 2005). Norint gauti tikslesnius imčių tyrimo rezultatus, tikslesnes išvadas apie populiaciją, būtina mokėti (žinoti) išrinkti kuo reprezentatyvesnę imtį ir parinkti iš anksto nustatytus tikslumo reikalavimus tenkinančią imties dydį.

Deja, toks imties dydžio nustatymas ir imties parinkimas dažniausiai neatliekami. Štai, pavyzdžiui, viename straipsnyje rašoma: „Apklausoje dalyvavo VPU ... studentai.“ Iš karto kyla klausimas, o koks gi yra imties sudarymo mechanizmas? Matyt, į tai nekreipiama dėmesio – ją dažniausiai sudaro pirmi pasitaikę elementai (proginė imtis). Tačiau remiantis iš tokios imties gautais rezultatais, ne visada galima daryti statistines išvadas apie visą populiaciją.

Pavyzdžiui, apklauskime pirmos pasitaikiusios mokyklos, tarkime, Vilniaus licėjaus, abiturientus apie jų gautus egzaminų įvertinimus ir iš gautų apklausos rezultatų padarykime išvadas apie visų

Lietuvos abiturientų vidutinius balus. Abejotina, ar šios išvados atspindės realią situaciją. Todėl atliekant imčių tyrimus rekomenduojama naudoti tikimybinės imtis: lizdines, sluoksnines, sistemines ir kt. (Särndal, Swensson, Wretman, 1992). Tinkamai suskaidžius populiaciją į sluoksnis, sluoksninis ėmimas leidžia išvengti visiškai „blogų“ populiacijos parametru įverčių ir klaidingų išvadų apie populiaciją. Lizdinės ir sisteminės imtys yra dažniau taikomos edukologijos tyrimuose.

Šią straipsnio dalį apie imties išrinkimą baigsime keliose publikacijose pastebėtų posakių: „Respondentai buvo parenkami atsitiktinai“, „Imtis sudaryta atsitiktinės atrankos būdu“ aptarimu. Atrodytų, kad žodis „atsitiktinai“ viską ir pasako, t. y. apibrėžia imties tipą, bet taip juk nėra. Visos tikimybinės imtys (paprastoji atsitiktinė negražintinė, sluoksninė, lizdinė ir kt.) yra atsitiktinės. Tai kurios iš jų čia buvo naudotos? Pagaliau reikia pažymėti, kad *imties respondentas*, arba sutrumpintai *respondentas* (angl. *responder*), – tai tyrimo dalyvis (tiriamasis), užpildęs anketą ir atsakęs į klausimus.

Pasirinkęs imties tipą, statistinio tyrimo tyrėjas turi nuspręsti, kokio dydžio imtį rinks. Vienas iš pagrindinių veiksnių, nuo kurio priklauso imties dydžio parinkimas, yra išankstiniai reikalavimai, keliami vertinimo paklaidoms. Apie tai plačiau kalbama pateikiamame statistinio tyrimo pavyzdyje.

Kalbant ne taip griežtai, reikėtų žinoti, kad parenkamas imties dydis neturi būti per mažas. O per mažas jis bus tada, kai jau nėra korektiška taikyti kai kuriuos tyrimo naudojamus statistinius metodus. Pavyzdžiui, turint tik penkių imties elementų duomenis, negalima braižyti kintamojo

reikšmių histogramos ir daryti išvadų apie skirstinio formą. Jei imties dydis n mažesnis už 30, nepatariama naudoti daugelio statistinių formulių, kurių išvedimas pagrįstas prielaida apie vidurkio įvertinio pasiskirstymą pagal normalųjį skirstinį, nes viena iš statistikos praktinių taisyklių teigia: „jei tyrimo kintamojo skirstinys populiacijoje yra simetrinis ir imties dydis $n > 30$, galima naudoti vidurkio įvertinio skirstinio normaliąją aproksimaciją.“

Prieš taikant kai kuriuos statistinius metodus, pavyzdžiui, diskriminantinę analizę, reikia patikrinti hipotezę, ar nagrinėjamų kintamųjų skirstinys yra normalusis. Dažniausiai, esant mažoms imtims, nesvarbu, kuris statistinis testas yra taikomas, hipotezė apie kintamųjų pasiskirstymą pagal normalųjį skirstinį yra patvirtinama, nors tikrasis populiacijos skirstinys gali būti ir visai nepanašus į normalųjį. Taip gali būti padarytos ne visai adekvacijos išvados.

Viename iš apžvelgtų straipsnių taip pat tikrinama hipotezė apie kintamųjų normalųjį pasiskirstymą tam tikrose studentų grupėse, bet šiame tyrime buvo apklausta tik 64 studentai (respondentai iš trijų grupių), todėl yra bent viena apklaustųjų studentų grupė, kurioje yra ne daugiau kaip $64 / 3 \approx 21$ studentas, o tai gana mažas imties dydis. Galbūt dėl to ir buvo patvirtinta normalumo hipotezė šioje grupėje, o tai leido atlikti šiame straipsnyje vienfaktorinę dispersinę analizę (ANOVA) ir padaryti atitinkamas išvadas. Kita vertus, ANOVA yra pakankamai atspari normalumo prielaidos pažeidimams (Čekanavičius, Murauskas, 2002).

Analogiškų pavyzdžių, kai dėl per mažo imties dydžio nekorektiškai gali būti taikomi kai kurie statistiniai metodai, galima rasti ir daugiau.

• **Statistinės išvados**

Statistinių hipotezių tikrinimas baigiamas formuluojant statistines išvadas. Deja, jos ne visada korektiškai suformuluojamos. Štai, pavyzdžiui, dar viename darbe patikrinus statistinę hipotezę:

H_0 : Vakarinių ir neakivaizdinių grupių bendrų universitetinių dalykų vidutiniai vertinimai yra vienodi,

H_1 : Vakarinių ir neakivaizdinių grupių bendrų universitetinių dalykų vidutiniai vertinimai skiriasi,

padaroma tokia išvada: „Bendrų universitetinių dalykų vidutiniai vertinimai vakarinių ir neakivaizdinių grupių yra vienodi pagal Stjudento testą“. Kadangi statistinės išvados daromos su tam tikra tikimybe, taip teigti nėra korektiška. Šią išvadą reikėtų reformuluoti taip: „Taikant Stjudento testą nustatėme, kad skirtumas tarp bendrų universitetinių dalykų vidutinių vertinimų vakarinių ir neakivaizdinių grupių yra statistiškai nereikšmingas“. Jeigu nulinė hipotezė būtų atmesta, žodžių junginį „statistiškai nereikšmingas“ reikėtų keisti žodžiais „statistiškai reikšmingas“.

• **Neatsakymai į apklausos klausimus**

Beveik kiekviename tyrime ne visi išrinkti imties elementai (mokiniai, studentai, mokytojai ir kt.) atsako į apklausos anketų klausimus arba atsako tik iš dalies, t. y. atsako tik į kai kuriuos klausimus. Edukologijos darbuose tai dažnai nutylima, ir pradinė imtis yra sąmoningai susiaurinama, t. y. statistinės išvados apie populiaciją daromos tik iš tos imties dalies, kurią sudaro atsakiusieji į apklausą. Atkreiptinas dėmesys į tai, kad dažnai atsakiusiųjų ir neatsakiusiųjų į apklausą elementų tiriamų kintamųjų reikšmės vidutiniškai skiriasi,

nes atsakiusieji ir neatsakiusieji priklauso skirtingoms socialinėms, kultūrinėms ar kt. grupėms. Todėl naudojant tik atsakiusių imties elementų duomenis, gali būti padaromos ne visai patikimos išvados apie visą populiaciją. Taip galima daryti tada, kai neatsakymo lygis (neatsakiusių skaičiaus ir imties dydžio santykis) yra nedidelis ir populiacijos elementai pagal tiriamus požymius yra panašūs. Antraip reikėtų taikyti *persvėrimo* ar / ir *trūkstančių reikšmių įrašymo* metodus, sumažinančius neatsakymų į apklausas neigiamą įtaką tyrimo išvadoms ir rezultatams.

Statistinio tyrimo pavyzdys

Formuluodami tyrimo uždavinius autoriai įsipareigojo pateikti korektiško statistinio konkretaus edukologinio tyrimo pavyzdį, jis toliau ir aprašomas.

Atlikto statistinio tyrimo tikslas – išanalizuoti studentų požiūrį į mokytojo profesiją, kartu į vykdomą studijų reformą (ir į vadinamuosius studentų krepšelius) bei VPU vietą šioje reformoje. Šio tyrimo aktualumą lėmė ta aplinkybė, kad pastaruosiu metu pasigirdo „argumentuotų“ pamąstymų, esą didesnioji VPU absolventų dalis net neketina tapti mokytojais, o įstojo į VPU turėdami tikslą gauti universitetinį diplomą. O kadangi reforma itin skaudžiai palietė VPU matematikus – tik per pastaruosius dvejus metus drastiškai (o būtent 39 procentais) sumažėjo studentų, dėl to ir dėstytojų skaičius, – tai pirmajame tyrimo etape tikslo populiacija pasirinkta VPU Matematikos ir informatikos fakulteto studentų populiacija, kurią 2010 metų balandį sudarė $N = 379$ elementai. Aišku, pirmakursio sėkmingą startą universitete lemia vidurinė mokykla, o ar jo lūkesčiai išsipildys – jau pats studijų procesas, todėl

tyrimo išsamumui atskleisti anketa buvo papildyta šiais klausimais:

- Ar, Jūsų nuomone, mokinių parengimas vidurinėje mokykloje studijoms ir gyvenimui smunka ir prastėja?
- Ar nesigailite, kad pasirinkote studijas VPU?

Siekiant įvertinti populiacijos parametrus (pavyzdžiui, dalį tų populiacijos studentų, kurie baigę VPU planuoja dirbti mokykloje), buvo išrinkta paprastoji atsitiktinė sluoksninė imtis. Šio tipo imties sudarymo procedūrą būtų galima suskaidyti į kelis etapus: populiacijos padalijimą į nesikertančias dalis, vadinamas *sluoksniais*, imties dydžio parinkimą, imties dydžio paskirstymą į sluoksnius ir paprastųjų atsitiktinių imčių iš kiekvieno sluoksnio išrinkimą. Kiekvienas iš šių etapų aptariamasis išsamiau.

Populiacijos sluoksniavimas. Kadangi populiacijos parametru įverčiai sluoksninės imties atveju būna tikslesni, kai sluoksnius sudaro kuo panašesni (pavyzdžiui, savo požiūriu, kiekybinio ar kokybinio požymio reikšmėmis ir pan.) elementai, tai populiacija buvo padalyta į tris sluoksnius:

- 1) nuolatinų (buvusių dieninių) matematikos ir informatikos bei informatikos bakalauro studijų programų studentai plus matematikos magistrantūros studentai (šį sluoksnį sudaro $N_1 = 170$ elementų);
- 2) ištęstinių (buvusių neakivaizdinių) informatikos bakalauro studijų programos studentai (šį sluoksnį sudaro $N_2 = 109$ elementai);
- 3) nuolatinų (buvusių vakarinių) informatikos bakalauro studijų programos studentai plus informatikos magistrantūros studentai (šį sluoksnį sudaro $N_3 = 100$ elementų).

Taip suskaidžius populiaciją į sluoksnius, elementai yra panašesni sluoksniuose nei tarp jų.

Imties dydžio parinkimas priklauso nuo tikslumo reikalavimų, keliamų populiacijos parametru įverčiams. Jei nagrinėjamo parametro θ įvertinys $\hat{\theta}$ yra nepaslinktasis ir turi normalųjį skirstinį, tai pareikalavus, kad skirtumo $\hat{\theta} - \theta$ modulis tikimybe $1 - \alpha$ (α – klaidos tikimybė) būtų mažesnis už pasirinktą teigiamą dydį d (absoliučiąją paklaidą), baigtinių populiacijų statistikoje yra įrodoma, kad imties dydis n , tenkinantis išvardytas tikslumo sąlygas, apskaičiuojamas iš lygties:

$$d = z_{\alpha/2} \sqrt{D\hat{\theta}}, \quad (1)$$

čia: $z_{\alpha/2}$ – standartinio normaliojo skirstinio $1 - \alpha / 2$ lygmens kvantilis, $D\hat{\theta}$ – įvertinio $\hat{\theta}$ dispersija.

Šiame statistiniame tyrime vertinamas parametras yra populiacijos dalis p (pavyzdžiui, dalis tų studentų, kurie dirba ir toliau dirbs mokykloje; dalis studentų, kurie mano, kad mokinių parengimas vidurinėje mokykloje studijoms ir gyvenimui smunka ir prastėja ir t. t.). Jei populiacijos dalis paprastosios atsitiktinės imties atveju vertinama imties dalimi ir šiam įvertiniui galioja normalioji aproksimacija, tai imties dydis n , tenkinantis (1) lygybę, yra:

$$n = \frac{1}{\frac{1}{N} + \frac{d^2(N-1)}{Np(1-p)z_{\alpha/2}^2}}. \quad (2)$$

Kai apie vertinamą dalį neturima jokios išankstinės informacijos, tai vietoj p formulėje (2) patariama rašyti $1/2$.

Nepaisant to, kad naudota sluoksninė imtis, o ne paprastoji atsitiktinė, imties dydžiui apskaičiuoti naudota (2) formulė. Šio pasirinkimo motyvacija tokia: tinka-

mai susluoksniavus populiaciją, gaunami tikslesni parametru įverčiai, todėl, jei jau paprastosios atsitiktinės imties atveju su koku nors imties dydžiu, tarkim n^* , pasiekiamas užsibrėžtas tikslumas, tai sluoksninės imties atveju (ir esant tam pačiam imties dydžiui n^*) šie tikslumo reikalavimai bus tuo labiau patenkinti.

Parinkus $\alpha = 0,1$, o $d = 0,06$ (kad skirtumo $\hat{p} - p$ modulis tikimybe $1 - \alpha = 0,9$ būtų mažesnis už skaičių $d = 0,006$), gautas toks rezultatas: $n = 126$.

Sluoksnių imčių dydžių nustatymas.

Kai populiacija susluoksniuota ir sluoksninės imties dydis n nustatytas, lieka nuspręsti, kokio dydžio imtys bus renkamos iš kiekvieno sluoksnio taip, kad šių imčių dydžių (n_1, n_2, \dots, n_H , čia H – sluoksnių skaičius) suma būtų lygi n . Reikia pažymėti, kad šių imčių sąjunga ir sudaro tyrime naudojamą sluoksninę imtį.

Tuo atveju, kai sluoksniai yra skirtingo dydžio ir nežinoma, kaip tyrimo kintamasis (ieji) pasiskirstęs, sluoksnių imčių dydžiai gali būti apskaičiuojami proporcingai sluoksnių dydžiams, t. y. pagal formulę:

$$n_h = n \frac{N_h}{N}, \quad h = 1, 2, \dots, H.$$

Pritaikius šią formulę turimiems duomenims, gauta: $n_1 = 57$, $n_2 = 36$, $n_3 = 33$.

Imčių rinkimas iš sluoksnių. Toliau iš kiekvieno sluoksnio išrinktos nustatyto dydžio paprastosios atsitiktinės imtys, kurių sąjunga ir sudaro tyrime naudotą sluoksninę imtį. Sudarant šio tipo imtį, imtys iš sluoksnių renkamos atskirai ir neatsižvelgiant į tai, kas yra išrinkta kituose sluoksniuose.

Naudojamas įvertinys. Dalis tų imties elementų, kurie turi dominantį požymį – tai standartinis populiacijos dalies įvertinys, taikomas paprastosios atsitiktinės im-

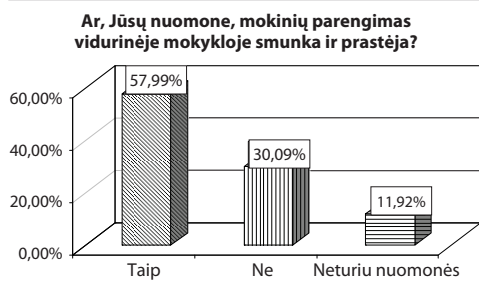
ties atveju. Esant sluoksninei imčiai, taigi ir šio statistinio tyrimo atveju, populiacijos dalis vertinama šiuo tradiciniu įvertiniu:

$$\hat{p}_{sl} = \frac{1}{N} \sum_{h=1}^H N_h \hat{p}_h, \quad (3)$$

čia \hat{p}_h – dalis tų h -ojo sluoksnio imties elementų, kurie turi dominantų požymį.

Atotrūkio tarp aukštosios ir vidurinės mokyklos didėjimas. XX amžiaus antrosios pusės mokyklinės matematikos reformos rezultatas – pernelyg formalus matematikos dėstymas vidurinėje mokykloje. Tačiau taisant klaidas nukrypta į kitą kraštutinumą – mokykliniuose matematikos vadovėliuose neliko daugelio reikšmingų temų ir sąvokų.

Taigi Lietuvos mokyklose pradėjus eksperimentuoti su seniausia, konservatyviausia, o todėl, matyt, ir garbingiausia disciplina – matematika, labai padidėjo atotrūkis tarp mokyklinio ir universitetinio žinių lygio. Tai patvirtina ir atliktas tyrimas – aprašytos imties respondentams pateikus klausimą „Ar, Jūsų nuomone, mokinių parengimas vidurinėje mokykloje studijoms ir gyvenimui smunka ir prastėja?“, gautus anketinius duomenis galima pavaizduoti taip:



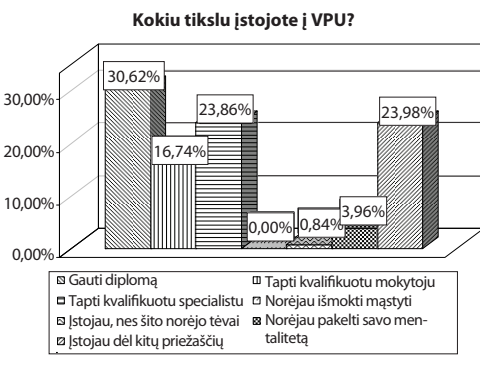
Matoma, kad apie 60 procentų studentų, palyginti neseniai baigusių vidurinę

mokyklą, mano, kad mažėja vidurinės mokyklos profesionalumas.

Pastaba: čia ir toliau teigiant, kad x procentų studentų laikosi nuomonės y , turima galvoje visų populiacijos studentų, kurie laikosi nuomonės y , dalies įvertis, apskaičiuotas pagal formulę (3) ir išreikštas procentais.

Siekinių suvokimas. Minėta, kad klausimas „Kokia yra studentų, ketinančių tapti mokytojais, proporcija“ pasirinktoje populiacijoje, šiandien tapo itin aktualus, o atsakymas pastaruoju metu visiškai prieštaringai vertinamas ŠMM darbuotojų, administruojančių universitetų finansavimą, ir edukologijos specialistų, vykdančių minėto tipo tyrimus.

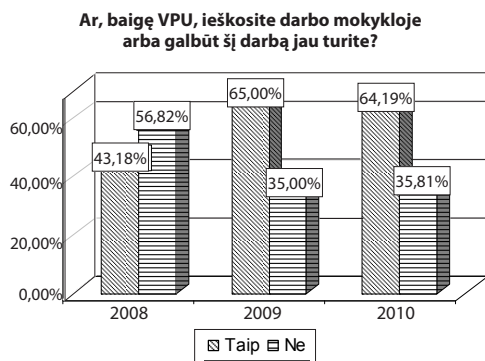
Taigi, kokių tikslų šiandien siekia studentas, studijuodamas universitete? Į klausimą „Kokiu tikslu įstojote į VPU?“ gauti tokie imties respondentų atsakymai:



Matoma, kad daugelis iš apklaustųjų norėtų tapti kvalifikuotais specialistais, tačiau ši *kvalifikuoto specialisto* sąvoka, matyt, ne visų suprantama vienodai. Atkreiptinas dėmesys, kad pastaruoju metu labai padaugėjo studentų, ketinančių ieškoti darbo mokykloje:

Štai kaip mokymosi vidurinėje mokykloje patirtį vertina garsiojo Maskvos V. Lomonosovo universiteto profesorius matematikas V. Uspenskis (Губайловский, Костинский, 2004): „Matematikos mokymo vidurinėje mokykloje rezultatas – neapykanta šiai disciplinai. Ir ne todėl, kad yra blogi matematikos mokytojai. Visuomenėje neturime supratimo, kokių tikslų siekiame ir kaip tuos tikslus turime įgyvendinti, mokydami matematikos... Ir tai liečia ne tik matematiką, bet ir literatūrą, kitas disciplinas.“ Grįžtant prie diagramos „Kokių tikslu įstojote į VPU“ atkreiptinas dėmesys į tą nerimą keliančią aplinkybę, kad pasirinkusių matematikos mokytojo kelių respondentų tarpe nėra nė vieno, kuris įstojimo pirmuoju prioritetu pasirinktų gebėjimą išmokyti mąstyti. O kas gi, jei ne matematikos mokytojas, turi ne tik skatinti, bet ir mokyti moksleivius mąstyti? Mąstyti nuosekliai, logiškai, blaiviai, argumentuotai...

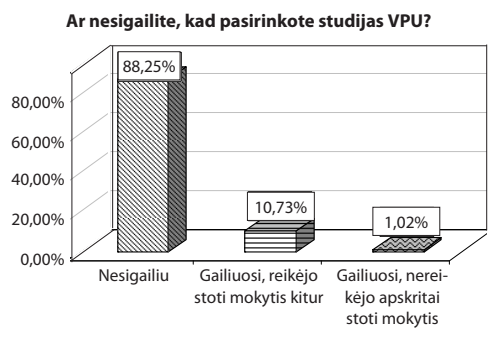
Visuomenėje didėja mokytojo prestižas. Tai tikrai džiuginanti tendencija.



Iš diagramos „Ar, baigę VPU, ieškosite darbo mokykloje arba galbūt šį darbą jau turite?“ matoma, kad 2010 metais net šiek tiek daugiau kaip 64 procentai respondentų pasirinko ar ketina pasirinkti mokytojo profesiją, o tai labai džiuginanti tendencija,

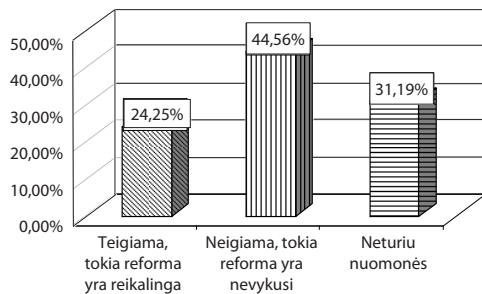
kuri, beje, buvo tokia ir pernai, bet ne užpernai (Januškevičius, Januškevičienė, 2009):

Ir vis dėlto norinčių studijuoti matematiką ir informatiką skaičius VPU kasmet mažėja. Aiškinantis priežastis, kodėl abiturientai mažai renkasi matematikos studijas VPU, natūralu buvo pradėti nuo klausimo apie studijų kokybę. Apklausos rezultatai parodė, kad beveik 90 procentų (!) Vilniaus pedagoginio universiteto Matematikos ir informatikos fakulteto respondentų nesigaili pasirinkę studijas šiame universitete:



Svarbu atkreipti dėmesį į dar vieną ne mažiau pavojingą tendenciją – dabartiniame Lietuvos aukštojo mokslo raidos etape pasirinkus laisvos konkurencijos modelį ir nepajėgiant iki galo sukomplektuoti tikslųjų mokslų specialybių grupes, universitetai, finansuojami proporcingai priimtų studentų skaičiui, bus priversti apskritai atsisakyti šių specialybių, keisti jas kitomis. Todėl sunku nesutikti su vis dažniau viešai reiškiamą nuomone, kad šiandien nepakankamai galvojama, kas pakeis šiandienius matematikos, fizikos, chemijos mokytojus, kai pastarieji išeis į užtarnautą poilsį. ŠMM strategams būtų pravartu atsižvelgti ir į studentų nuomonę apie vykdomą studijų reformą ir vadinamuosius studentų krepšelius – reformai pritaria tik 24 procentai respondentų:

Kokia yra Jūsų nuomonė apie vykdomą studijų reformą ir vadinamuosius studentų krepšelius?



Išvados

Edukologijos tyrimai dažnai neįmanomi be tam tikrų statistinių metodų, kurie, deja, ne visada yra korektiškai naudojami. Straipsnyje nurodytų pagrindinių netikslumų, kurie pastebėti apžvelgtose edukologų (ir ne tik edukologų) publikacijose, galima išvengti, jei statistiniai metodai būtų taikomi griežtai laikantis matematikų rekomendacijų.

Konkrečiau statistinio tyrimo pavyzdžiu parodyta, kad, siekiant gauti tikslesnius populiacijos parametrų (pavyzdžiui, dalies tų populiacijos studentų, kurie baigę

VPU planuoja dirbti mokykloje) įverčius, tikslinga pasirinkti paprastą atsitiktinę sluoksniinę imtį. Šio tipo imties sudarymo procedūrą galima suskaidyti į kelis etapus: 1) populiacijos padalijimą į nesikertančias dalis, vadinamas *sluoksniais*; 2) imties dydžio parinkimą, 3) sluoksnių imčių dydžių nustatymą; 4) paprastųjų atsitiktinių imčių iš kiekvieno sluoksnio išrinkimą. Kiekvienas iš šių etapų detaliam aptariamas, pažymint aptartų procedūrų įtaką galimoms įverčių paklaidoms.

Parodyta, kad pastaruosiu metu požiūris į mokytojo profesiją pradeda keistis. Į klausimą „Ar, baigę VPU, ieškosite darbo mokykloje arba galbūt šį darbą jau turite?“ net šiek tiek daugiau kaip 64 procentai respondentų matematikų 2010 metais atsakė teigiamai, o tai labai džiuginanti tendencija.

Beveik 90 procentų apklaustųjų nesigaili pasirinkę studijas VPU Matematikos ir informatikos fakultete. Tai rodo aukštą studijų kokybės įvertinimą ir tikėjimą pasirinktosios specialybės pranašumais, prisitaikant prie permainingų (dažnai ir sudėtingų) šių dienų ekonominių ir socialinių sąlygų.

LITERATŪRA

Bitinas, B. Edukologinių tyrimų metodologiniai vingiai. *Pedagogika*, 2006, t. 83, p. 9–15.

Čekanavičius, V.; Murauskas, G. (2002). *Statistika ir jos taikymai*, II. Vilnius: TEV.

Gedminienė, D.; Gumuliauskienė, A. Ugdymo kokybės vertinimas bendrojo lavinimo mokykloje: mokytojų ir mokinių požiūris. *Acta Paedagogica Vilnensia*, 2008, t. 21, p. 75–88.

Helberg, C. Pitfalls of Data Analysis. 1995. Prieiga per internetą: <http://my.execpc.com/~helberg/pitfalls/> [žiūrėta 2010 m. lapkričio 15 d.].

Haltzman, E. Statistical significance in market research. 2009. Prieiga per internetą: <http://www.surveygizmo.com/survey-blog/statistical-significance-in-market-research/> [žiūrėta 2010 m. lapkričio 4 d.].

Hoekstra, R. Much psychological research contains serious statistical errors. 2009. Prieiga per internetą: <http://www.rug.nl/gion/nieuws/hoekstra?lang=en> [žiūrėta 2010 m. lapkričio 15 d.].

Januškevičius, R.; Januškevičienė, O. Loginio mąstymo svarba ir matematinės edukacijos tendencijos bei problemos. *Pedagogika*, 2009, t. 94, p. 99–104.

Krapavickaitė, D.; Plikusas, A. (2005). *Imčių teorijos pagrindai*. Vilnius: Technika.

Lang, T. (2003). Common statistical errors in scientific articles. In *European Association of Science Editors. Science Editors' Handbook*. Surrey, England: European Association of Science Editors.

Leonavičius, G.; Leonavičienė, T. Informatikos bakalauro studijų programos (VPU) analizė. *Pedagogika*, 2007, t. 86, p. 52–60.

Lietuvos standartas LST ISO 3534-1:1996. Statistika. Terminai ir apibrėžimai, simboliai. Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas, 1996.

Pruskus, V. (2008). Išsilavinimas kaip vertybė: mokinių, mokytojų ir tėvų požiūris. *Santalka: Filologija. Edukologija*, t. 16, p. 68–77.

Särndal, C. E.; Swensson B.; Wretman, J. (1992). *Model Assisted Survey Sampling*. New York: Springer, StatPac Survey Software. Statistical Significance. Prieiga per internetą: <http://www.statpac.com/surveys/statistical-significance.htm> [žiūrėta 2010 m. lapkričio 4 d.].

Strasser, N. Avoiding Statistical Mistakes. *Journal of College Teaching & Learning*, 2007, vol. 4, no. 7, p. 51–57.

Ustilaitė, S.; Juškelienė V. Teigiamo požiūrio į dorovines vertybes ugdymas – brandaus lytiškumo ugdymo pamatas. *Pedagogika*, 2004, t. 70, p. 201–206.

Žydžiūnaitė, V.; Merkys, G.; Jonušaitė, S. Socialinio pedagogo profesinės adaptacijos kokybinė diagnostika. *Pedagogika*, 2005, t. 76, p. 23–32.

Губайловский В.; Костинский А. Математика для гуманитариев. 2004. Prieiga per internetą: <http://archive.svoboda.org/programs/edu/2004/edu.092204.asp> [žiūrėta 2010 m. lapkričio 4 d.].

ON THE MISTAKES OF APPLICATIONS OF STATISTICAL METHODS IN THE EDUCOLOGICAL INVESTIGATIONS

Romanas Januškevičius, Dalius Pumputis

S u m m a r y

In the paper we consider the most common inaccuracies and mistakes in the use of statistical methods that are applied in educological investigations. Some inaccuracies are related to the definition of population or sample. In several papers that we have considered, it is not clear also how a sample is related to a population of interest. The samples that are used for surveys are sometimes not representative and therefore the statistical inferences which are based on the data of such samples are in doubt. The results of educological investigations are also sometimes doubtful because of the assumptions of some statistical methods that are often ignored by the researchers. The other inaccuracies that we have analyzed are related to formulation of statistical inferences and unit/item nonresponse.

The recommendations how to avoid the mentioned inaccuracies and mistakes are also proposed, as well as the example of real statistical survey in the real educology research. That is, we consider in the selected population the question “What is the propor-

tion of students that intend to become a teacher”, the answer to which is in recent time absolutely controversially assessed from one side by the employees of the Ministry of Education and Science that administer financing of universities, and from the other side by educology specialists who perform research of the mentioned type.

The survey results show that slightly more than 64 percent of the respondents intend to become a teacher or already are working as a teacher. This is a very joyful tendency.

Almost 90 percent of the respondents are pleased that they are studying at the faculty of Mathematics and Informatics, Vilnius Pedagogical University. This is the fact that shows a high quality of studies, as well as the trust in the advantages of the chosen specialty that may be useful adapting to the changeable today’s economic and social conditions.

Key words: population, representative sample, sample survey, statistically significant (not significant) result, census survey, stratified sampling.

Įteikta: 2010 11 19

Priimta: 2011 04 20