

STANDARTINIŲ NEŠIOJAMŲJŲ KOMPIUTERIŲ PIRKIMO DVINARĖ LOGISTINĖ ANALIZĖ LIETUVOJE

Jūratė Kuklytė

Vytauto Didžiojo universitetas, Kaunas, Lietuva

ANOTACIJA

Šiame straipsnyje pateikiama veiksnių, darančių įtaką standartinių nešiojamųjų kompiuterių pirkimui, statistinė analizė. Anketinių duomenų apdorojimui naudotas statistinis duomenų apdorojimo paketas SPSS. Sudarytas dvinarės regresijos modelis patvirtinti arba atmesti suformuluotas hipotezes. Pagal patobulintą dvinarės (binominės) logistinės regresijos modelį atliktas prognozavimas, pagrįstas tikimybių skaičiavimu.

Raktažodžiai: nešiojamieji kompiuteriai, pirkimai, dvinarė logistinė regresija.

ĮVADAS

Tyrimo aktualumas. Kompiuteris jau seniai nėra prabangos prekė, dabar kiekvieno namuose įprasta turėti bent vieną, jei ne kelis. Anksčiau daugeliui prieinamas kompiuteris buvo stacionarus, dabar (mobiliais laikais) žmonės kompiuterį laiko šalia savęs norėdami bet kada juo naudotis, todėl renkasi nešiojamąjį kompiuterį. Šiuo metu tokie kompiuteriai dėl savo mobilumo ir kompaktiškumo ypač populiarūs tarp studentų. Jį galima nešti į paskaitas, universitetą, biblioteką. Verslo žmonės nešiojamųjų kompiuterių mobilumą taip pat vertina, nes visuomet reikiama informacija, elektroninis paštas, kiti duomenys yra po ranka. Tai vienas iš pagrindinių argumentų, lemiančių nešiojamojo kompiuterio pasirinkimą. Šią kompiuterių pirkimo tendenciją patvirtina banko BIGBANK duomenys (2012) – išsimokėtinai vartotojai dažniausiai perka nešiojamuosius kompiuterius (31%), o perpus mažiau stacionarius (15%). Visgi, R. Tiwari'o ir S. Buse'o (2006) teigimu, ne visi mobilūs prietaisai teikia priėjimą prie mobilių telekomunikacinių tinklų. Standartiniai nešiojamieji kompiuteriai, nors yra mobilūs prietaisai, dažnai prijungti prie stacionaraus tinklo arba ribojami dydžio, svorio ar kitų veiksnių. Nešiojamieji kompiuteriai naudoja optimizuotą mikroarchitektūrą, jie yra didesnio našumo ir mažiau suvartoja energijos, ilgesnė jų darbo trukmė, palyginti su standartinėmis sistemomis.

Tyrimo problema keliama klausimu, kokie veiksniai daro įtaką standartinių nešiojamųjų kompiuterių pirkimui.

Problemos ištyrimo lygmuo. Esant sparčiam technologijų progresui, nešiojamieji kompiuteriai, jų naudojimas ir pirkimas yra plačiai analizuojamas užsienio literatūroje (Van Eyegen et al., 2016; Dhingra, Bhatia, 2015; Jimenez-Parra et al., 2014; De Macedo Guimaraes et al., 2013; Streicher-Porte et al., 2009; Wurst et al., 2008; Demb et al., 2004 ir kt.) dėl jų mobilumo ir kompaktiškumo. Užsienio autoriai tiria nešiojamųjų kompiuterių naudojimą ir paklausą švietimo, mokslo srityje, nes jų dėka padidinama mokslo kokybė, užtikrinamas kokybiškas moksleivių, turinčių neįgalumą, poreikių tenkinimas. Lietuvoje tokie tyrimai vykdomi tik statistikos departamento ir privačiame sektoriuje, taigi šiuo tyrimu bandoma užpildyti spragą.

Tyrimo objektas: veiksniai, lemiantys standartinių nešiojamųjų kompiuterių pirkimus Lietuvoje.

Tyrimo tikslas – išanalizuoti veiksnius, lemiančius standartinių nešiojamųjų kompiuterių pirkimą Lietuvoje.

Tikslui pasiekti suformuluoti šie **tyrimo uždaviniai**:

1. Atlikti veiksnių, darančių įtaką standartinių nešiojamųjų kompiuterių pirkimui statistinę analizę.
2. Suformuoti ir išanalizuoti dvinarės logistinės regresijos modelį.

Tyrimo metodai: sisteminė mokslinės literatūros analizė, indukcija, klausimynas (anketinė apklausa) ir statistinė duomenų analizė.

METODIKA

Apžvelgtas standartinių nešiojamųjų kompiuterių poreikis, tyrimai ir problematika. Atlikta anketinė apklausa ir statistinė duomenų analizė. Statistinė duomenų analizė ir dvinarė logistinė regresijos analizė atlikta taikant *SPSS 19* ir *MS Excel* duomenų apdorojimo paketus. Empirinio tyrimo metu gautiems duomenims įvertinti naudoti aprašomosios statistikos metodai: atsakiusiųjų skaičius (N), procentinė analizė, standartinis nuokrypis, patikimumo lygmuo, Hosmer'io ir Lemeshow'io, Nagelkelke'ės koeficientas, Wald'o kriterijus ir prognozavimas.

TYRIMO REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

„Samsung“ atliktas tyrimas parodė, kad naujam kompiuteriui įsigyti Lietuvos gyventojai yra pasiryžę išleisti daugiau pinigų nei Latvijos ar Estijos – daugiau nei trečdalis lietuvių (36,3%) kompiuteriui galėtų skirti 6–9 tūkstančius eurų, kai tokią sumą norėtų išleisti tik 19,6% respondentų Estijoje ir 14% Latvijoje. Visų trijų Baltijos šalių gyventojai mano, kad idealus nešiojamasis kompiuteris, kurį pirktų ateityje, turi būti galingas (75,1%), su ilgos trukmės baterija (65,7%), talpia atminties (61,9%) ir kietojo disko įranga (60,8%). Renkantis kompiuterį, 65,4% respondentų sprendimui įtakos turi ir jo kaina. Penktadaliui apklaustųjų svarbus kompiuterio dizainas, trečdalis atsižvelgtų į planuojamo pirkinio svorį. Pasak Simono Skupo, „Nešiojamasis kompiuteris tampa įprasta ir neatsiejama mūsų gyvenimo dalimi – kas penktas respondentas Lietuvoje per pastaruosius metus įsigijo nešiojamąjį kompiuterį ir beveik tiek pat planuoja jį įsigyti per artimiausią pusmetį. Šiuo metu sparčiai tobulėja naujos kategorijos nešiojamieji kompiuteriai – „Ultrabook“, kurių pagrindinės ypatybės yra mobilumas ir galia. Pastarajai savybei ir atminties talpai, kaip paaiškėjo atliekant tyrimą, lietuviai skiria itin didelį dėmesį.“ Apklausus 500 gyventojų Lietuvoje nustatyta, su kokiais nepatogumais susiduria kompiuterių vartotojai. Kas penktas lietuvis kaip didžiausią trūkumą įvardija lėtą kompiuterio veikimą. Įdomu tai, kad lyginant visų Baltijos šalių tyrimo rezultatus labiausiai šia problema skundžiasi estai, naudojantys stacionarius kompiuterius. Kitas nepatogumas, su kuriuo susiduria apklausti Lietuvos gyventojai, yra nepakankama atminties talpa. Dešimtadalis apklaustųjų mūsų šalyje yra nepatenkinti trumpu baterijos veikimo laiku ir dar dešimtadalis mano, kad jų kompiuterio dizainas ir technologijos yra pasenusios.

Norint įvertinti, kokie veiksniai turi įtakos standartinių nešiojamųjų kompiuterių pirkimui, priklausomu kintamuoju pasirinktas dvireikšmis pirkimo faktorius, t. y. ar respondentas yra įsigijęs standartinį nešiojamąjį kompiuterį, ar ne. Nepriklausomi kintamieji detalizuojami ir kategorizuojami, kad būtų įvairiapusiškiau ištirtas pasirinktų veiksnių tikėtinas poveikis.

Nepriklausomi kintamieji

Stacionaraus kompiuterio įsigijimo faktas. Pastarąjį dešimtmetį įprasta turėti stacionarų kompiuterį ar net kelis namuose, nes vykstant sparčiam technologiniam progresui, galima patobulinti techninę kompiuterio įrangą pagal naudojimo specifiką ir poreikius. Šis patobulinimas nėra efektyvus (tiksliau sunkiai įgyvendinamas) turint standartinį nešiojamąjį kompiuterį, todėl svarbu iširti, ar stacionaraus kompiuterio įsigijimo faktas lemia respondentų apsisprendimą įsigyti standartinį nešiojamąjį kompiuterį.

Socialinis statusas. Svarbu kategorizuoti respondentų užimamą statusų visumą (Durrani, Smallwood, 2003). Pasak sociologo R. Merton'o (1973), socialinį statusą tikslinga interpretuoti pagal profesiją, kvalifikaciją, pareigas, realiai atliekamų darbų pobūdį, materialinę padėtį ir dalykinius ryšius, įvertinant biologinius faktorius (pvz., amžių, lytį, rasę ir kt.). Šis veiksnys interpretuojamas skirstant respondentus į studentus, darbuotojus, vadovus, pensininkus ir bedarbius.

Lytis. *Kartu.lt* tyrimo rezultatai, publikuoti internetiniame portale *Marketnews.lt* (2011) atskleidžia, kad vyrai labiau nei moterys naudojami kompiuterių įranga (63% vyrų, 34% moterų). Vertėtų daryti prielaidą, kad vyrai labiau linkę domėtis technologijomis ir naudotis kompiuterine įranga, todėl jie būtų labiau linkę įsigyti standartinius nešiojamuosius kompiuterius negu moterys.

Amžius ir respondentų pajamos, gaunamos per mėnesį. Remiantis Nobelio premijos laureato Frank'o Modigliani'o (1990) gyvenimo ciklo teorija, žmogaus pajamos visą gyvenimą kinta: gyvenimo ir darbo veiklos pradžioje jos yra mažesnės (dar neįgyta kvalifikacija, dar nepadaryta karjera), vėliau jos padidėja, o profesinės veiklos ir gyvenimo ciklo pabaigoje dėl mažesnių galimybių dirbti vėl sumažėja. Išlaidos turėtų būti maždaug vienodos visą gyvenimą. Tik gyvenimo ciklo pradžioje, kai išlaidos didesnės už pajamas (įsigijamas būstas, kuriama šeima), tenka skolintis; kai pajamos didžiausios, dera atiduoti ankstesnes skolas ir kaupti pinigus senatvei arba laikui, kai pajamos gali sumažėti, norint išlaikyti tą patį išlaidų lygmenį. Anot šitos hipotezės, vyresniojo amžiaus respondentai, uždirbantys didesnes pajamas gyvenimo ciklo viduryje, labiau linkę įsigyti standartinius nešiojamuosius kompiuterius. Visgi, atsižvelgiant į sparčią technologijų ir inovacijų plėtrą bei dėstytojo rekomendacijas, nuspręsta šiek tiek modifikuoti formuluojamas hipotezes ir pritaikyti prie šiuolaikinių pakitusių gyvenimo ciklo tendencijų – tikėtina, kad jaunesniojo amžiaus respondentai labiau linkę įsigyti standartinius nešiojamuosius kompiuterius negu vyresniojo amžiaus respondentai. Atsižvelgiant į F. Modigliani'o gyvenimo ciklo teoriją, daroma prielaida, kad didesnes pajamas uždirbantys respondentai labiau linkę įsigyti standartinius nešiojamuosius kompiuterius.

Hipotezės: pagrindinė hipotezė H_0 : visi nepriklausomi kintamųjų koeficientai lygūs nuliui.

H_1 : bent vienas kintamųjų koeficientas nelygus nuliui.

H_0 : tikėtina, kad vyrai labiau negu moterys linkę įsigyti standartinį nešiojamąjį kompiuterį.

H_0 : tikėtina, kad jaunesniojo amžiaus respondentai turėtų būti labiau suinteresuoti įsigyti standartinį nešiojamąjį kompiuterį negu vyresniojo amžiaus respondentai.

H_0 : tikėtina, kad respondentai, neturintys stacionaraus kompiuterio, yra labiau linkę įsigyti standartinį nešiojamąjį kompiuterį.

H_0 : tikėtina, kad vadovai yra labiau linkę įsigyti standartinį nešiojamąjį kompiuterį negu studentai, darbuotojai, pensininkai ir bedarbiai.

H0: tikėtina, kad didesnes pajamas per mėnesį uždirbantys respondentai yra labiau linkę įsigyti nešiojamąjį kompiuterį.

Remiantis teorinėmis žiniomis, šiuo etapu suformuluotos hipotezės bus patvirtintos arba paneigtos, įvertintas kintamųjų reikšmingumas ir interpretuojami gauti rezultatai kitais dvinarės (binominės) logistinės regresinės analizės tyrimo etapais (Čekanavičius, Murauskas, 2003; Meyers et al., 2006).

Aptariant kokybinius kintamuosius, išskiriami tokie faktai (Garson, 2009 a, 2009 b): standartinio nešiojamojo kompiuterio įsigijimo; stacionaraus kompiuterio įsigijimo faktas, lyties (kaip nepriklausomo kintamojo), socialinio statuso (kaip nepriklausomo kintamojo). Pristatant kiekybinius kintamuosius, išskiriamas amžius (kaip nepriklausomas kintamasis) ir pajamos, gaunamos per mėnesį (kaip nepriklausomas kintamasis).

Kokybiniai kintamieji

Standartinio nešiojamojo kompiuterio įsigijimo faktas (priklausomas dvinaris kintamasis) interpretuojamas kaip polinkis įsigyti standartinį nešiojamąjį kompiuterį ir vertinamas dvejopai: ar respondentas yra įsigijęs standartinį nešiojamąjį kompiuterį (koduojamas SPSS programa 1), ar ne (koduojamas 0). *Stacionaraus kompiuterio įsigijimo faktas* (nepriklausomas dvinaris kintamasis) identifikuoja, ar respondentas yra įsigijęs stacionarų kompiuterį (koduojamas SPSS programa 1), ar ne (koduojamas 0). *Lytis* (nepriklausomas kintamasis) identifikuoja respondento lytį (vyras = 1 ar moteris = 0 koduojant SPSS programa).

Socialinis statusas (nepriklausomas kintamasis) identifikuoja respondento pareigas ir socialinę grupę. Kita vertus, socialinį statusą galima būtų matuoti kvalifikacijos lygmeniu, profesijų įvairove. Socialinis statusas skaidomas į pseudokintamuosius.

Nepriklausomų kintamųjų alternatyvos. Atliekant išsamesnį veiksmių, lemiančių standartinių nešiojamųjų kompiuterių pirkimą, tyrimą, galima būtų įtraukti išsilavinimą (vidurinis, profesinis, neuniversitetinis aukštasis, aukštasis), gyvenamąją vietą (didmiestis, miestas, kaimas), domėjimąsi technologijomis ir inovacijomis.

Kiekybiniai kintamieji

Amžius (nepriklausomas kintamasis) matuojamas metais (1 lent.). Papildomai nekoduojamos *pajamos, gaunamos per mėnesį* (nepriklausomas kintamasis), matuojamos eurais per mėnesį (Eur/mėn).

1 lentelė. **Kiekybinių kintamųjų aprašomosios statistikos kriterijai**

Aprašomoji statistika	N	Minimumas	Maksimumas	Suma	Vidurkis
Respondento amžius	100	20	70	3373	33,73
Kokios jūsų pajamos per mėnesį?	100	320	4000	163800	1638,00
Validumas N (angl. <i>listwise</i>)	100				

Pastaba. Vidutinis respondentų amžius – 33 metai, respondentai disponuoja vidutiniškai 1638 EUR/mėn.

Nors 2 lentelėje koreliacijos *Sig.* reikšmė didesnė už 0,05, Pearson'o koreliacijos koeficientas nėra didelis. Kintamuosius galima būtų traktuoti kaip tenkinančius binominės logistinės regresijos prielaidą, t. y. kad koreliacija nėra stipri tarp nepriklausomų kintamųjų. Stebinių ir nepriklausomų

kintamųjų santykis turi būti didesnis nei 10 ($n/k > 10$). Tiriamosios imties atveju $100/9 = 11,11 > 10$. Remiantis reikšmingumo koeficientais, stebinių ir nepriklausomų kintamųjų santykis tenkina prielaidą, todėl tikslinga atlikti binominę logistinę analizę.

2 lentelė. Respondentų amžiaus ir pajamų per mėnesį koreliacija

Analizuojami aspektai		Respondento amžius	Pajamos per mėnesį
Respondento amžius	Pearson koreliacija	1	0,126
	Reikšmingumas		0,212
	Imtis	100	100
Pajamos per mėnesį	Pearson koreliacija	0,126	1
	Reikšmingumas	0,212	
	Imtis	100	100

Atsižvelgiant į Pearson'o koreliacijos koeficientą, kintamuosius galima būtų traktuoti kaip tenkinančius binominės logistinės regresijos prielaidą – koreliacija nėra stipri tarp nepriklausomų kintamųjų. Pažymėtina, kad pagrindinė binominės regresijos sąlyga yra glaudžios koreliacijos tarp nepriklausomų kintamųjų nebuvimas.

Tyrimas atliktas anketavimo metodu, respondentai apklausiami tiesiogiai arba jiems asmeniškai el. paštu siunčiant fiksuotą anketos šabloną, sukurtą *MS Word* programa.

Dvinarės (binominės) logistinės regresijos matematinis modelis sudaromas ne pačiam priklausomam kintamajam, o jo tikimybių santykio logaritmui (vadinamajai *logit funkcijai*):

$$\ln \frac{P(Y = 1)}{P(Y = 0)} = C + b_1 X + b_2 Z + b_3 W.$$

Ekvivalentus modelio užrašas yra:

$$P(Y = 1) = \frac{e^z}{1 + e^z} = \frac{1}{1 + e^{-z}}, \quad P(Y = 0) = 1 - P(Y = 1).$$

$$z = C + b_1 X + b_2 Z + b_3 W.$$

Koeficientų C , b_1 , b_2 , b_3 reikšmės nėra žinomos. Jų įverčiai gaunami panaudojus imties duomenis.

Kokybinės analizės metu pakanka atsižvelgti į koeficientų reikšmes. Jeigu koeficientas prie kažkurio kintamojo teigiamas, šiam kintamajam didėjant, tikimybė Y (o kokią situaciją ta modelio lygybė $Y = 1$ atitinka, reikia žinoti iš sąlygos) didėja. Jeigu koeficientas neigiamas, atitinkamam kintamajam didėjant, tikimybė Y įgyti vienetą mažėja (didėja tikimybė, kad Y įgys 0).

Sudaryto dvinarės logistinės regresijos modelio duomenų tinkamumo sąlygos

Priklausomas kintamasis Y turi būti dvireikšmis. Turėtų įgyti reikšmes 0 arba 1. Duomenyse negali vyrauti viena iš Y reikšmių. Viena iš kategorijų turi sudaryti ne daugiau kaip 60% Y stebėjimų. Duomenyse negali vyrauti viena iš Y reikšmių. Dažniausiai reikalaujama, kad stebimų Y reikšmių vienetų (nulių) būtų ne mažiau kaip penktadalis ir būtų galimybė nustatyti, kas būdinga kiekvienai kategorijai. Tada turėtume informacijos apie abiejų kategorijų respondentus.

3 lentelė. Tyrimo aprašomoji statistika

Ar esate įsigiję standartinį nešiojamąjį kompiuterį?		Dažnis	Procentai	Validumas, proc.	Kaupiamoji procentinė dalis
Validumas	Ne	41	41,0	41,0	41,0
	Taip	59	59,0	59,0	100,0
Iš viso:		100	100,0	100,0	

Regresoriai *neturi stipriai koreliuoti* (Wooldridge, 2009). Dėl multikolinearumo gali atsirasti netikslūs kintamųjų ryšiai modelyje. Pavyzdžiui, gali būti taip, kad logistinės regresijos modelį papildžius naujais regresoriais regresoriaus X daugiklis gali pakeisti ženklą.

Sudaryto dvinarės logistinės regresijos modelio tinkamumas

4 lentelėje yra informacijos apie tai, kaip gerai pavyksta atpažinti faktą, ar respondentas yra įsigijęs standartinį nešiojamąjį kompiuterį, ar ne, taikant logistinės regresijos modelį imties duomenims, pasirinkus *Enter* metodą. Akivaizdu, kad teisingai atpažino 65,9% respondentų, įsigijusių standartinį nešiojamąjį kompiuterį, ir 78,0% jo neįsigijusiųjų. Bendrasis tinkamai klasifikuotų atvejų procentas yra 73,0%. Kadangi aklas spėjimas apie standartinio nešiojamojo kompiuterio įsigijimo faktą duotų tik 59,0% teisingų respondentų klasifikavimų (1 atvejis), galima daryti išvadą, kad modelis tinka duomenims. Kita vertus, modelį reikėtų interpretuoti atsargiai, nes skirtumas tarp bendrai tinkamai klasifikuotų atvejų procento ir aklo spėjimo klasifikavimo lygmens yra 14% , o nerekomenduojami 25%.

Chi kvadrato kriterijaus statistika ir p reikšmė svarbi analizuojant kintamųjų tinkamumą. Dėl pasirinktos tiesioginės, o ne žingsninės, regresijos visos trys eilutės lentelėje yra identiškos. Gerai, kai $p < 0,05$. Kadangi $p = 0,004$, modelis gerai tinka. Nors neaišku, ar visi kintamieji modelyje reikalingi.

Cox'o ir Snell'o $R^2 = 0,213$, Nagelkerk'ės $R^2 = 0,287$. Abu determinacijos koeficientai rodo gerą modelio tinkamumą duomenims, nes $R^2 \geq 0,20$. Blogai būtų, jeigu $R^2 < 0,20$ (logistinėje regresijoje, jeigu modelio tinkamumo rodikliai Hosmer'io ir Lemeshow'o (chi kvadratu kriterijus ir Wald'o kriterijus, o determinacijos koeficientai $< 0,20$, modelis dar visai tinkamas). Atsižvelgiant į Chi kvadrato statistiką ir kriterijaus p reikšmę ($p = 0,571$), kai būtina sąlyga yra $p > 0,05$, galima daryti išvadą, kad modelis duomenims tinka.

Raidė N , atsidūrusi virš x -ų ašies į kairę nuo 0,5, žymi tikslų neįsigijusio standartinio nešiojamojo kompiuterio respondento klasifikavimą. Raidė N , atsidūrusi už 0,5, rodo, kad neįsigijęs respondentas klaidingai priskirtas respondentams, įsigijusiems standartinį nešiojamąjį kompiuterį. Analogiškai yra su respondentais, įsigijusiais standartinį nešiojamąjį kompiuterį, t. y. gerai, kai T raidės yra į dešinę nuo 0,5, ir blogai – kai į kairę. Jeigu logistinės regresijos modelis gerai tinka duomenims, turėtų būti daug N raidžių į kairę nuo 0,5 ir daug T raidžių į dešinę nuo 0,5. Galima daryti išvadą, kad sudarytas modelis tinka duomenims, nes N ir T reikšmės panašiai pasiskirstę pagal modelio tinkamumo prielaidą, tik dėl mažos imties netolygiai išsibarstę. Verta atkreipti dėmesį į tai, kad kiekvienas simbolis atitinka 0,25 respondento, todėl raidžių grafike daugiau nei respondentų.

Išskirčių analizė. Norint nustatyti, ar imtyje nėra išskirčių būtina patikrinti, ar duomenyse (ne rezultatų išsklotinėje) atsiradusio stulpelio COO_1 ir visų DFB stulpelių reikšmės neviršija vieneto. Cook'o mato reikšmė yra viena vienam respondentui. Joje matoma informacija apie visus to

respondento duomenis, o DFB reikšmės – kiekvienam regresoriui ir konstantai atskirai. Maksimali Cook'o mato reikšmė $0,739 < 1$. Visos DFB reikšmės neviršija vieneto (išskyrus DFB0_1). Visgi DFB0_1 = 1,06654, t. y. reikšmė beveik lygi 1. Be to, tai reikšmė, skirta konstantai, mažiausiai svarbiam iš visų koeficientų. Galima daryti išvadą, kad duomenyse išskirčių nėra.

Modelio tinkamumo išvada: nors dauguma rodiklių rodė gerą modelio tinkamumą, buvo daug statistiškai nereikšmingų kintamųjų. Taigi modelį vertėtų tobulinti.

Modelio tobulinimas. Eliminavus iš pradinio modelio statistiškai *nereikšmingus nepriklausomus kintamuosius* (amžių, lytį ir socialinį statusą išreiškiančius pseudokintamuosius) *sudarytas naujas modelis* su dviem statistiškai reikšmingais kintamaisiais: stacionaraus kompiuterio įsigijimo faktu ir pajamomis, kurias respondentai gauna per mėnesį. Naudojamas *Enter* metodas.

Tiksliai buvo atpažinti 68,3% respondentų, įsigijusių standartinį nešiojamąjį kompiuterį, ir 78,0% neįsigijusiųjų. Bendrasis tiksliai klasifikuotų atvejų procentas yra 74,0%. Kadangi aklas spėjimas apie standartinio nešiojamojo kompiuterio įsigijimo faktą duotų 59,0% tikslų respondentų klasifikavimų, galima daryti išvadą, kad modelis tinka duomenims. Visgi modelį reikėtų interpretuoti atsargiai, nes skirtumas tarp bendrai tiksliai klasifikuotų atvejų procento ir aklo spėjimo klasifikavimo lygmens yra 15%, o ne rekomenduojamų – 25%. Chi kvadrato kriterijaus statistika ir $p = 0,000 < 0,05$. Taigi modelis gerai tinka. Kuo didesnis chi kvadrato kriterijus, tuo modelis geresnis.

Cox'o ir Snell'io $R^2 = 0,213$, Nagelkelke'ės $R^2 = 0,200$. Abu determinacijos koeficientai rodo gerą modelio tinkamumą duomenims, nes $R^2 \geq 0,20$. Tikėtinumo lyginimas su nulinio modelio *log* tikėtinumu yra tinkamas (reikšmė daug mažesnė nei 1). Svarbi chi kvadrato statistika ir kriterijaus p reikšmė, nes imtis buvo nedidelė ($n = 100$) ir p reikšmę verta atsižvelgti. Gerai, kai $p > 0,05$. Kadangi $p = 0,003 < 0,05$, galima daryti išvadą, kad modelis duomenims netinka.

Modelio tinkamumo išvada: nors kai kurie rodikliai (klasifikavimo procentas, Cox'o ir Snell'io bei Nagelkelke'ės determinacijos koeficientai) rodė gerą modelio tinkamumą, eliminavus statistiškai nereikšmingus kintamuosius, modelio tinkamumo duomenims kriterijai (pvz., chi kvadrato statistika pagal Hosmer'į–Lemeshow'ą) radikalčiai pasikeitė. Taigi modelį vertėtų interpretuoti labai atsargiai.

Iš pradinio modelio eliminavus statistiškai nereikšmingus kintamuosius (lytį ir amžių), nuspręsta tirti pseudokintamųjų, identifikuojančių respondentų socialinį statusą, statistinį reikšmingumą, juos eliminuojant po vieną ir tiriant, ar modelio tinkamumo duomenims rodikliai keičiasi. Išbandžius įvairias pseudokintamųjų eliminavimo variacijas, *sudarytas naujas modelis su statistiškai reikšmingais kintamaisiais* (stacionaraus kompiuterio įsigijimo faktas, respondentų pajamos, gaunamos per mėnesį, ir socialinį statusą identifikuojantis pseudokintamasis „vadovas“, pasirinkus *Enter* metodą).

Bendrasis tiksliai klasifikuotų atvejų procentas yra 75,0%. Galima daryti išvadą, kad modelis tinka duomenims, kadangi aklas spėjimas apie standartinio nešiojamojo kompiuterio įsigijimo faktą duotų tik 59,0% tikslų respondentų klasifikavimų (1 atvejis). Chi kvadrato kriterijaus statistika ir p reikšmė yra $p = 0,000 < 0,05$, vadinasi modelis nagrinėjimui gerai tinka.

Cox'o ir Snell'io $R^2 = 0,185$ (R^2 koeficientas nedaug skiriasi nuo 0,20, todėl daroma išvada, kad modelis yra tinkamas), Nagelkelke'ės koeficientas $R^2 = 0,250$ rodo gerą modelio tinkamumą

duomenims, nes $R^2 \geq 0,20$. Tikėtimumo lyginimas su nulinio modelio *log* tikėtimumu yra tinkamas (reikšmė daug mažesnė nei 1). Remiantis chi kvadrato statistika ir kriterijaus p reikšme, kai $p > 0,05$, galima daryti išvadą, kad modelis duomenims gerai tinka, nes $p = 0,066$. Maksimali Cook'o mato reikšmė $0,62554 < 1$. Visos DFB reikšmės neviršija vieneto. Galima daryti išvadą, kad duomenyse išskirčių nėra (4 lent.).

4 lentelė. Aprašomoji statistika pagal Cook'o reikšmę

Aprašomoji statistika	Imtis	Maksimali reikšmė
Cook'o statitinis reikšmingumas	100	0,62554
DFBETA konstanta	100	0,92410
DFBETA stacionaraus_pc_faktas (1)	100	0,08805
DFBETA pajamos	100	0,00007
DFBETA vadovas (1)	100	0,31403
Imtis	100	

Nuspręsta patikrinti *Generalized Linear Models (GLM)* modelio tinkamumą (5 lent.). Gauti rezultatai, kad deviacijos ir laisvės santykis lygus 1,034. Vadinas, sudarytas modelis tinka duomenims, nes deviacijos matas nedaug viršija 1. Viena iš deviacijos priežasčių yra negausus skirtingų aiškinamų kintamųjų skaičius.

5 lentelė. Modelio tinkamumo diagnostika (GLM)

Modelio tinkamumo diagnostika	Value	df	Value/df
Deviacija	8,269	8	1,034
Deviacija pagal skalę	8,269	8	
Pearson'o chi kvadratu koeficientas	6,378	8	0,797
Pearson'o chi kvadratu koeficientas pagal skalę	6,378	8	
Log tikimybė	-11,518		
Akaike'ės informacijos kriterijus (AIC)	29,036		
Baigtinės imties korekcija AIC (AICC)	29,465		
Bayesian'o informacijos kriterijus (BIC)	35,319		
Pastovus AIC (CAIC)	38,319		
Priklausomas kintamasis: Ar esate įsigiję nešiojamąjį kompiuterį? Modelis: Stacionaraus_pc_faktas, pajamos, vadovas			

Modelio tinkamumo išvada: kadangi dauguma rodiklių rodo gerą modelio tinkamumą, patobulintas modelis tinka duomenims. Multikolinearumo nėra pasirinktame patobulintame modelyje, nes S.E. reikšmės neviršija sąlygos S.E. < 5.

$$P(Y = 1) = \frac{e^z}{1 + e^z} = \frac{1}{1 + e^{-z}}, \quad P(Y = 0) = 1 - P(Y = 1).$$

$$z = C + b_1X + b_2Z + b_3W.$$

Sudaryto naujo (patobulinto) modelio prognozavimas. Kokybinei analizei atlikti pakanka atsižvelgti į koeficientų reikšmes. Jeigu koeficientas prie kažkurio kintamojo teigiamas, šiam kintamajam didėjant, tikimybė Y (o kokią situaciją ta modelio lygybė $Y = 1$ atitinka, reikia žinoti iš sąlygos) didėja. Jeigu koeficientas neigiamas, atitinkamam kintamajam didėjant, tikimybė Y įgyti vienetą mažėja (didėja tikimybė, kad Y įgys 0).

6 lentelė. Sudaryto naujo (patobulinto) modelio prognozavimas

Prognozė	Laipsnis (z)	e	e^z	Galimybių santykis
Respondentas turi stacionarų kompiuterį (1), neuždirba pajamų per mėnesį (0) ir nėra vadovas (0).	-3,627	2,71828	0,02591	0,025907
Respondentas neturi stacionaraus kompiuterio (0), disponuoja 1638 EUR/mėn. pajamomis ir nėra vadovas (0).	-0,611	2,71828	0,54281	0,35183
Respondentas turi stacionarų kompiuterį (1), neuždirba pajamų per mėnesį (0) ir turi vadovo socialinį statusą (1).	-1,735	2,71828	0,1764	0,149949
Respondentas yra įsigijęs stacionarų kompiuterį(1), uždirba 3000 EUR/mėn. ir turi vadovo socialinį statusą (1).	1,265	2,71828	3,54309	0,77989

Patikrinimas pasirenkant kitą metodą. Nuspręsta atlikti dvinarę logistinę regresiją, pasirinkus *Forward: LR* metodą. Gauti rezultatai pateikti (7 lent.). Tikrinami visi analizuoti atvejai ir tobulinti binominės logistinės regresijos modeliai ir jų tinkamumas.

7 lentelė. Atvejų klasifikacija pagal LR metodą

Atvejai	Apibendrinta klasifikacija	Prognozuojama		Procentai	
		Ar esate įsigiję standartinį nešiojamąjį kompiuterį?			
		Ne	Taip		
1 atvejis	Ar esate įsigiję standartinį nešiojamąjį kompiuterį?	Ne	27	14	65,9
		Taip	13	46	78,0
	Bendras procentas:				73,0
2 atvejis	Ar esate įsigiję standartinį nešiojamąjį kompiuterį?	Ne	28	13	68,3
		Taip	13	46	78,0
	Bendras procentas:				74,0
3 atvejis	Ar esate įsigiję standartinį nešiojamąjį kompiuterį?	Ne	28	13	68,3
		Taip	12	47	79,7
	Bendras procentas:				75,0

Bendrasis tiksliai klasifikuotų atvejų procentas 3 tikrinimo etape yra 75,0%. Galima daryti išvadą, kad modelis tinka duomenims.

8 lentelė. Modelio koeficientų statistika

Korekcijų analizė		Chi kvadratu	Koeficientas (df)	Reikšmingumo koeficientas (Sig.)
1 etapas	Atvejis	23,950	1	0,004
	Imtis	23,950	1	0,004
	Modelis	23,950	1	0,004
2 etapas	Atvejis	8,079	1	0,004
	Imtis	16,091	2	0,000
	Modelis	16,091	2	0,000
3 etapas	Atvejis	4,420	1	0,036
	Imtis	20,511	3	0,000
	Modelis	20,511	3	0,000

8 lentelėje chi kvadrato kriterijaus statistika ir p reikšmė yra $p < 0,05$, vadinasi, modelis visais nagrinėjamaais atvejais gerai tinka. Šis kriterijus rodo bendrąjį modelio tinkamumą duomenims – įgyja reikšmes iš intervalo $[0, 1]$. Kuo koeficiento reikšmė didesnė, tuo modelis geriau tinka duomenims. Ne itin gerai, kai chi kvadratu kriterijus yra labai mažas. Vis dėlto priešingai tiesinei regresijai logistinėje regresijoje chi kvadratu kriterijus yra labai menkai svarbus. Jeigu chi kvadratu kriterijus yra mažas, bet pagal visus kitus rodiklius logistinė regresija tinka, vis tiek teigiama, kad modelis tinkamas.

9 lentelė. Modelio tinkamumo aprašomoji statistika (Cox ir Snell, Nagelkelke)

Atvejis	-2 Log tikimybė	Cox'o ir Snell'io R kvadratu statistika	Nagelkerke'ės R kvadratu statistika
1	111,422 ^a	0,213	0,287
2	119,281 ^a	0,149	0,200
3	114,861 ^b	0,185	0,250

9 lentelėje pateikiamos reikšmės visais etapais. Abu determinacijos koeficientai rodo gerą modelio tinkamumą duomenims, nes $R^2 \geq 0,20$ (Nagelkelke'ės atžvilgiu) visais etapais. Cox'o ir Snell'io reikšmės patobulintas modelis atitinka visas būtinas sąlygas. Kadangi dauguma rodiklių rodo gerą modelio tinkamumą, patobulintas modelis tinka duomenims. Multikolinearumo nėra pasirinktame patobulintame modelyje, nes S.E. reikšmės neviršija sąlygos S.E. < 5 .

IŠVADOS IR PERSPEKTYVOS

Statistiškai nereikšmingi veiksniai: amžius, lytis, socialinio statuso elementai (studentas, darbuotojas, pensininkas, bedarbis). Taigi atmetamos su šiais veiksniais susijusios hipotezės. Pritaikytas dvinarės (binominės) logistinės regresijos patobulintas modelis tiko duomenims. Gautas toks dvinarės (binominės) logistinės regresijos modelis:

$$\ln \frac{P(\text{have_laptop} = \text{Taip})}{P(\text{no_laptop} = \text{Ne})} = -1,378 * \text{stacionarus_pc_įsigijimo_faktas} + 0,001 * \text{pajamos} + (-1,892) * \text{vadovas} - 2,249$$

Teigiamas beta koeficientas prie nepriklausomo pajamų kintamojo rodo: kad didėjant pajamoms auga tikimybė, respondentas įsigys standartinį nešiojamąjį kompiuterį. Teoriškai hipotezė turėtų būti patvirtinama: kuo didesnes pajamas gauna respondentas, tuo didesnė tikimybė $P(Y = 1)$,

kad respondentas įsigys standartinį nešiojamąjį kompiuterį. Visgi beta koeficientas lygus 0,001 (reikšmė beveik lygi nuliui), vadinasi, vertėtų priimti sprendimą metant monetą. Taigi patvirtinti hipotezę būtų per drąsu, o ši nepriklausomą kintamąjį reikia vertinti atsargiai, nes galimybių santykio pasikliautinis intervalas yra 1,001 ir 1,002.

Atmetama hipotezė, kad respondentai, neturintys stacionaraus kompiuterio, yra labiau linkę įsigyti standartinį nešiojamąjį kompiuterį. Neigiamas beta koeficientas rodo, kad atitinkamam kintamajam (stacionaraus kompiuterio įsigijimo faktui) keičiantis (įgyjant reikšmes: 1 – taip, įsigijęs, 0 – ne, neturi, arba $P(Y = 0)$ tikimybė, kad respondentas neįsigys nešiojamojo kompiuterio. Standartinio nešiojamojo kompiuterio įsigijimo galimybių santykis $P(Y = 1)$, rodantis, kad respondentas yra įsigijęs stacionarų kompiuterį, neuždirba pajamų ir neturi vadovo socialinio statuso, yra lygus 0,025907. Standartinio nešiojamojo kompiuterio įsigijimo galimybių santykis, įtraukus vidutines pajamas (1638 EUR/mėn.) ir kad respondentas neturi stacionaraus kompiuterio ir neturi vadovo statuso, būtų lygus 0,35183. Standartinio nešiojamojo kompiuterio įsigijimo galimybių santykis $P(Y = 1)$, rodantis, kad respondentas yra įsigijęs stacionarų kompiuterį, uždirba 3000 EUR ir turi vadovo socialinį statusą, yra lygus 0,779885.

Teigiamas beta koeficientas prie nepriklausomo kintamojo, nurodančio vadovo socialinį statusą, rodo, kad didėjant kintamojo reikšmėms auga $P(Y = 1)$ tikimybė, ir kad respondentas įsigys standartinį nešiojamąjį kompiuterį. Iškelta hipotezė patvirtinama: labiau tikėtina, kad vadovo statusą turintys respondentai dažniau pirks standartinius nešiojamuosius kompiuterius negu kitą socialinį statusą turintys respondentai, nes galimybių santykio pasikliautinis intervalas yra 1,065 ir 41,311.

LITERATŪRA

1. Čekanavičius, V., Murauskas, G. (2003). *Statistika ir jos taikymai*. Vilnius: TEV.
2. De Macedo Guimaraes, L. B., Duarte Ribeiro, J. L., Echeveste, M. E., de Jacques, J. J. (2013). A study of the use of the laptop XO in Brazilian pilot schools. *Computers and Education*, 69, 263–273. Internet link: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2013.07.020>
3. Demb, A., Erickson, D., Hawkins-Wilding, S. (2004). The laptop alternative: Student reactions and strategic implications. *Computers & Education*, 43(4), 383–401.
4. Dhingra, V., & Bhatia, K. K. (2015). Development of Ontology in Laptop Domain for Knowledge Representation. *Procedia Computer Science*, 46, 249–256.
5. Durrani, S., Smallwood, E. (2003). Mainstreaming equality, meeting needs: The Merton Library approach. *Library Management*, 24 (6/7), 348–359. Internet link: <http://dx.doi.org/10.1108/01435120310486075>
6. Garson, D. (2009 a). *Factor Analysis*. Internet link: <http://www2.chass.ncsu.edu/garson/pa765/factor.htm> [žiūrėta 2015-04-27].
7. Garson D. (2009 b). *Logistic Regression*. Internet link: <http://faculty.chass.ncsu.edu/garson/PA765/logistic.htm> [žiūrėta 2015-04-27].
8. Jimenez-Parra, B., Rubio, S., Vicente-Molina, M. A. (2014). Key drivers in the behavior of potential consumers of remanufactured products: A study on laptops in Spain. *Journal of Cleaner Production*, 85, 488–496. Internet link: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro> [žiūrėta 2014-05-04]
9. Merton, B. (1973). Community care for school leavers. *Industrial and Commercial Training*, 5 (8), 385–390. Internet link: <http://dx.doi.org/10.1108/eb003336>

10. Meyers, L. S., Gamst, G., Guarino, A. J. (2006). *Applied Multivariate Research: Design and Interpretation*. Thousand Oaks: Sage Publications.
11. Modigliani, F. (1990). *Private Saving, Public Deficit, and National Wealth: Franco Modigliani, Sloan School of Management*. Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA 02139, U.S.A.
12. Streicher-Porte, M., Marthaler, C., Schlueo, M., Camacho, A., Hilty, M. L. (2009). One laptop per child, local refurbishment or overseas donations? Sustainability assessment of computer supply scenarios for schools in Colombia. *Journal of Environmental Management*, 90 (11), 3498–3511. Internet link: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2009.06.002>
13. Tiwari, R., Buse, S., Herstatt, C. (2006). From electronic to mobile commerce. Hamburg University of Technology. *Asia-Pacific Technitor*, 38–45.
14. Van Eygen, E., De Meester, S., Tran, H. P., Dewulf, J. (2016). Resource savings by urban mining: The case of desktop and laptop computers in Belgium. *Resources, Conservation and Recycling*, 107, 53–64. Internet link: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.10.032>
15. Wooldridge, J. M. (2009). *Introductory Econometrics: A Modern Approach* (4th edition). Mason, OH: South-Western CENGAGE Learning.
16. Wurst, C., Smarkola, C., Gaffney, M. A. (2008). Ubiquitous laptop usage in higher education: Effects on student achievement, student satisfaction, and constructivist measures in honors and traditional classrooms. *Computers and Education*, 51 (4), 1766–1783. Internet link: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2008.05.006>

BINARY LOGISTIC ANALYSIS OF PURCHASING STANDARD LAPTOPS IN LITHUANIA

Jūratė Kuklytė

Vytautas Magnus University, Kaunas, Lithuania

ABSTRACT

Relevance of the research. The computer has long been not a luxury product; it is now common for each home to have at least one, if not several. Previously, most affordable computer was fixed, now people move much and want to keep the computer next to them, thus choosing a laptop. Because of their mobility and compactness, currently laptops are particularly popular among students. They can bring them to lectures, the university library. Business people also appreciate notebook mobility as a means of always relevant information, e-mail, and other data at hand. This is one of the main arguments that determine the choice of a laptop computer. This trend is confirmed by computer purchase BIGBANK data (2012), the users tend to buy laptops (31%), and half of them desktop computers (15%). However, R. Tiwari and S. Buse (2006) suggests that not all mobile devices provide access to mobile telecommunication networks. Standard laptops, despite their mobile devices, are often connected to the fixed network or restricted in size, weight and other factors. Laptops are used for optimized microarchitecture, characterized by higher productivity and lower energy consumption, increased working hours, compared to standard systems.

The research problem is posed by the question: what factors influence the standard laptop purchase.

Research object: factors affecting the standard laptop purchase in Lithuania.

Research purpose was to analyse factors affecting the standard laptop purchase. **Objectives** to achieve the purpose:

1. Perform the statistical analysis of factors influencing the purchase of standard laptops.
2. Develop and analyse binary logistic regression model.

Research methods: statistical analysis of the data and binary logistic regression analysis using a statistical package SPSS, scientific literature analysis and synthesis, induction, analogy, questionnaire (survey).

Results and conclusions. Statistically insignificant factors were age, sex, social status members (students, workers, pensioners, unemployed). Adjusted binary (binomial) improved logistic regression model was suitable for the data. It was identified that 68.3% of the respondents who bought a standard laptop, and 79.7% of the respondents did not important, which computer would be chosen. The percentage of generally classified cases is 75.0%. Wald test shows that all the factors enhanced the model statistically significantly. According to the research results there is probability that the respondents with managerial status often buy standard laptops than respondents with other social status.

Keywords: laptops, purchase, binary logistics regression.

ДВУЧЛЕННЫЙ ЛОГИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРИОБРЕТЕНИЯ СТАНДАРТНЫХ ПОРТАТИВНЫХ КОМПЬЮТЕРОВ В ЛИТВЕ

Юрате Куклите

Университет Витаутаса Великого, Каунас, Литва

АННОТАЦИЯ

Актуальность исследования. Компьютер уже давно не является предметом роскоши, теперь в каждом доме их не один, а несколько. Раньше самым доступным компьютером был стационарный, теперь – мобильные времена, люди хотят, чтобы компьютер был рядом. В настоящее время ноутбуки, благодаря своей мобильности и компактности, особенно популярны среди студентов. Можно его принести на лекции или в университетскую библиотеку. Деловые люди мобильность ООК ноутбука ценят за то, что нужная информация, электронная почта и другие данные всегда под рукой. Это один из главных аргументов, определяющих выбор портативного компьютера. Эту тенденцию подтверждают данные BIGBANKa (2012), по которым пользователи, как правило, в рассрочку покупают ноутбуки (31%) и наполовину меньше покупают стационарные компьютеры (15%). Всё-таки Р. Тивари и С. Бьюз (2006) предполагают, что не все мобильные устройства обеспечивают доступ к мобильным сетям телекоммуникационной связи. Стандартные ноутбуки, хотя и являются мобильными устройствами, часто бывают подключены к стационарной сети или ограничены в размерах, весе и других факторах. Ноутбуки используют оптимизированную микроархитектуру, они обладают более высокой производительностью и низким потреблением энергии, у них больше продолжительность рабочего времени, по сравнению со стандартными системами.

Научно-исследовательская проблема возникает по вопросу, какие факторы влияют на покупку стандартного ноутбука.

Объектом исследования являются факторы, влияющие на покупки стандартных ноутбуков в Литве.

Цель исследования – проанализировать факторы, влияющие на покупки стандартных ноутбуков.

Для достижения цели были сформулированы следующие задачи:

1. Проанализировать факторы, влияющие на покупку стандартных ноутбуков в Литве.
2. Сформировать и проанализировать модель двучленной логистической регрессии.

Методы исследования. Статистический анализ данных, а также двучленный логистический регрессивный анализ с использованием статистического пакета SPSS, систематический анализ научной литературы, индукция, вопросник (анкетный опрос).

Результаты и выводы. Статистически незначимые факторы: возраст, пол, социальный статус участников (студенты, рабочие, пенсионеры, безработные). Уточнённая и усовершенствованная модель двучленной регрессии подходит для анализа данных. Установлено, что 68,3% респондентов покупали стандартный ноутбук, а для 79,7% респондентов совсем не было разницы, какой компьютер покупать. Использована правильно классифицированная процентная часть – 75,0%. Тест Вальда показывает, что все факторы усовершенствованной модели статистически значимые. Было установлено, что стандартные ноутбуки чаще будут покупать респонденты со статусом руководителя, чем респонденты другого социального статуса.

Ключевые слова: ноутбуки, факторы, влияющие на покупки, покупки, бинарные логистической регрессии.