UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE
FAKULTA MATEMATIKY, FYZIKY A INFORMATIKY



EXPERIMENTY V EKONÓMII

DIPLOMOVÁ PRÁCA

2021 Ivona JURÁŠKOVÁ

UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE
FAKULTA MATEMATIKY, FYZIKY A INFORMATIKY

EXPERIMENTY V EKONÓMII

DIPLOMOVÁ PRÁCA

Študijný program:	Ekonomicko-finančná matematika a modelovanie
Študijný odbor:	1113 Matematika
Školiace pracovisko:	Katedra aplikovanej matematiky a štatistiky
Vedúci práce:	doc. RNDr. Ján Pekár, PhD.

Bratislava 2021 **Ivona JURÁŠKOVÁ**





Univerzita Komenského v Bratislave
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

ZADANIE ZÁVEREČNEJ PRÁCE

Meno a priezvisko študenta: Bc. Ivona Jurášková
Študijný program: ekonomicko-finančná matematika a modelovanie (Jednoodborové štúdium, magisterský II. st., denná forma)
Študijný odbor: matematika
Typ záverečnej práce: diplomová
Jazyk záverečnej práce: slovenský
Sekundárny jazyk: anglický

Názov: Experimenty v ekonómii
Experiments in Economics

Anotácia: Ekonomické experimenty sú silným impulzom vývoja ekonomickej teórie od päťdesiatych rokov minulého storočia. Experimentálna ekonómia sa stala neoddeliteľnou súčasťou ekonomickej teórie. Práca poskytuje prehľad hlavných etáp jej vývoja a matematicko-štatistického aparátu, ktorý využíva. Ťažisko práce je v návrhu konkrétneho experimentu, jeho realizácii a štatistickom vyhodnotení.

Vedúci: doc. RNDr. Ján Pekár, PhD.
Katedra: FMFI.KAMŠ - Katedra aplikovanej matematiky a štatistiky
Vedúci katedry: prof. RNDr. Marek Fila, DrSc.

Dátum zadania: 17.12.2019

Dátum schválenia: 21.12.2019 prof. RNDr. Daniel Ševčovič, DrSc.
garant študijného programu

.....
študent

.....
vedúci práce

Poďakovanie Touto cestou sa chcem poďakovať svojmu vedúcemu diplomovej práce doc. RNDr. Jánovi Pekárovi, PhD. za všetky konzultácie, ochotu a cenné rady, ktoré mi veľmi pomohli pri písaní práce aj počas tohto neľahkého obdobia. Taktiež ďakujem celej mojej rodine a priateľom, ktorí mi dodávali energiu a neskutočne ma podporovali.

Abstrakt v štátnom jazyku

JURÁŠKOVÁ, Ivona: Experimenty v ekonómii [Diplomová práca], Univerzita Komenského v Bratislave, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky, Katedra aplikovanej matematiky a štatistiky; školiteľ: doc. RNDr. Ján Pekár, PhD., Bratislava, 2021, 75 s.

V našej diplomovej práci sa zaoberáme experimentálnou ekonómiou, vedným odborom, ktorého predmetom je testovať a overovať ekonomické teórie pomocou experimentov. Na začiatku čitateľa stručne zoznámime so skorou históriou experimentálnej ekonómie a následne sa hlbšie ponoríme do konkrétnej oblasti týkajúcej sa verejných statkov a problému čierneho pasažiera. V rámci tejto témy si uvedieme päť experimentov, ktoré sa stali veľkou inšpiráciou pre mnohých experimentátorov a postavili základy pre ďalší výskum. Hlavným cieľom práce je uskutočniť vlastný experiment, v ktorom preskúmame správanie ľudí v súvislosti s verejnými statkami a overíme niektoré zistenia predchádzajúcich experimentov. Navyše sa pomocou prieskumu o využívaní konkrétneho verejného statku pokúsime porovnať, či ľudia vykonávajú rovnaké rozhodnutia v umelom prostredí experimentu ako aj v reálnom živote.

Kľúčové slová: experimentálna ekonómia, experiment, verejné statky, problém čierneho pasažiera

Abstract

JURÁŠKOVÁ, Ivona: Experiments in Economics [Diploma Thesis], Comenius University in Bratislava, Faculty of Mathematics, Physics and Informatics, Department of Applied Mathematics and Statistics; Supervisor: doc. RNDr. Ján Pekár, PhD., Bratislava, 2021, 75 p.

In our diploma thesis we research experimental economics, which is a scientific department dealing with testing and verifying economic theories using experiments. Firstly, we introduce the reader to early history of experimental economics. After that we dive deeper into the specific domain that deals with public goods and the free-rider problem. Within this subject we mention five experiments, which inspired many experimenters and made the foundations for further research. The main objective of the thesis is to execute our own experiment, in which we explore how people behave when dealing with public goods and verify some of the findings of the previous experiments. In addition, with the help of our survey about the real usage of a specific public good, we try to compare whether people make the same decisions in the artificial environment of the experiment as well as in real-life situations.

Key words: experimental economics, experiment, public goods, the free-rider problem

Obsah

Úvod **9**

1 História **10**

1.1 Experimenty individuálnej voľby 11

1.2 Skúmanie hypotéz teórie hier a interaktívneho správania 13

1.3 Priemyselná organizácia 15

2 Experimenty s verejnými statkami **18**

2.1 Bohm: Odhadovanie dopytu 18

2.1.1 Návrh experimentu 19

2.1.2 Hypotézy a výsledky 21

2.1.3 Komentáre a reakcie 22

2.2 Dawes a kol.: Sociálna dilema 23

2.2.1 Návrh experimentu 23

2.2.2 Výsledky 25

2.2.3 Komentáre a reakcie 25

2.3 Marwell a kol.: Problém čierneho pasažiera 27

2.3.1 Návrh experimentu 27

2.3.2 Výsledky 28

2.3.3 Komentáre a reakcie 28

2.4 Isaac a kol.: Viackolový experiment 29

2.4.1 Návrh experimentu 30

2.4.2 Výsledky 31

2.4.3 Komentáre a reakcie 31

2.5 Isaac a kol.: Nadväzujúci systematický výskum 32

2.5.1 Návrh experimentu 32

2.5.2 Výsledky 34

2.5.3 Komentáre a reakcie 35

3 Neparametrické štatistické testy **36**

3.1 Wilcoxonov signed rank test 36

3.2 Wilcoxonov rank sum test a Mann-Whitneyho U test 38
3.3 Úprava testov v prípade zhôd 39

4 Vlastný experiment **41**
4.1 Experimenty so spoločným účtom 41
4.1.1 Návrh experimentov a očakávania 41
4.1.2 Výsledky dotazníka 45
4.1.3 Testovanie hypotéz 50
4.1.4 Ďalšie testovania 54
4.1.5 Zhrnutie experimentov 55
4.2 Prieskum o internetovom pirátstve 56
4.2.1 Návrh prieskumu 56
4.2.2 Výsledky dotazníka 57
4.2.3 Testovanie hypotéz 61
4.2.4 Zhrnutie prieskumu 64

Záver **67**

Literatúra **68**

Príloha A **70**

Úvod

Experimentálna ekonómia je relatívne nový vedný odbor, ktorého počiatky môžeme nájsť v prvej polovici 20. storočia. Jeho cieľom je predovšetkým skúmanie a overovanie ekonomických teórií, avšak v dnešnej dobe môžu jeho výsledky slúžiť napríklad aj vláde pri predpovedaní reakcií občanov na nové ekonomické opatrenia alebo zákony. Je založený na laboratórnom výskume, v ktorom vedia vedci dobre nasimulovať ekonomické prostredie. Veľký dôraz sa však kladie na detaily experimentu, keďže čo i len malá zmena môže zapríčiniť veľké rozdiely vo výsledkoch.

V našej diplomovej práci sa budeme zaoberať práve ekonomickými experimentami a pozrieme sa bližšie na jednu z oblastí výskumu tohto odboru týkajúceho sa verejných statkov a problému čierneho pasažiera. V rámci tejto témy následne navrhneme vlastný experiment, ktorý aj zrealizujeme. Na základe výsledkov potom vyvodíme vhodné hypotézy a tie štatisticky otestujeme.

Hlavný zdroj, z ktorého budeme počas písania diplomovej práce vychádzať, je kniha [11]. Najmä jej druhá kapitola s názvom *Public Goods: A Survey of Experimental Research* od J. O. Ledyarda nám pomôže zoznámiť sa s problémom verejných statkov a poskytne nám príklady viacerých experimentov, ktoré si popíšeme v tejto práci. Tie nám taktiež poslúžia ako inšpirácia pri uskutočnení nášho vlastného experimentu.

Text diplomovej práce sa bude skladať zo štyroch kapitol. V prvej kapitole si priblížime skorú históriu experimentálnej ekonómie hlavne z obdobia 30. až 50. rokov minulého storočia, kde sa prvý krát objavilo laboratórne skúmanie ekonomických teórií. Druhá kapitola sa bude bližšie zaoberať viacerými známymi experimentami z oblasti verejných statkov, ale aj ich kritikou a dôsledkami, ktoré z nich plynuli.

Tretia kapitola uvedie podrobný popis niektorých neparametrických štatistických testov, ktoré budeme neskôr využívať na testovanie dát v našom experimente.

V poslednej kapitole si predstavíme samotný experiment, ktorého dáta získame pomocou nami vyrobeného internetového dotazníka. Hlavným cieľom bude zistiť, či sa účastníci správajú ako čierni pasažieri vo viacerých umelo vytvorených situáciách a ako sa ich správanie mení pri zmene rôznych podnetov. Následne budeme chcieť porovnať, či sa respondenti správajú rovnako v prostredí experimentu ako aj v reálnom živote. Toto je hlavný zámer našej diplomovej práce.

1 História

V tejto kapitole sme vychádzali najmä z knihy [11], ktorá podrobne popisuje skorú históriu experimentálnej ekonómie.

Experimentálna ekonómia je stále vyvíjajúci sa vedný odbor a jeho dejiny ešte zďaleka nie sú dopísané. Aby sme však porozumeli tomu, odkiaľ čerpajú svoju inšpiráciu súčasní experimentátori, musíme sa pozrieť, kde to celé začalo.

Aj keď nie je možné presne určiť úplne prvý experiment z oblasti ekonómie, Roth uvádza v knihe [11] ako možnosť Bernoulliho Petrohradský paradox z roku 1738. Išlo o hru s hádzaním mince, kde na začiatku dostal hráč 2 USD a ak na minci padla hlava, výhra sa zvýšila o ďalšie 2 doláre. Pokus sa následne opakoval, až kým na minci nepadol znak. Otázkou bolo, koľko by bol hráč ochotný zaplatiť za vstup do takejto hry. Paradox spočíval v tom, že väčšina hráčov by za vstup nezaplatila viac ako 25 USD, aj keď výška výhry dosahovala 2^k dolárov a teda jej stredná hodnota rástla do nekonečna.

Skutočné dejiny experimentálnej ekonómie sa však začali písať až v 20. storočí, kde sa prvé experimenty stali inšpiráciou pre ostatných vedcov a spustili vlnu ďalšieho výskumu, ktorý trvá až dodnes. V rámci opisovania skorej histórie experimentovania sme sa pozreli na tri konkrétne oblasti záujmu.

Prvou z nich sú experimenty individuálnej voľby, kde si opíšeme Thurstonov experiment s indiferenčnými krivkami (1931) a kritiky, ktoré z neho plynuli.

Druhá oblasť sa zaoberá prevažne testami hypotéz vychádzajúcich z teórie hier. V nej si priblížime experiment Dreshera a Flooda (1950), ktorý sa neskôr stal známym aj ako Dilema väzňa (The Prisoner‘s Dilemma).

Tretia oblasť hovorí o priemyselnej organizácií, z ktorej si spomenieme známe práce od Chamberlaina (1948) a tiež Siegela a Fourakera (1960).

Všetky tri oblasti majú spoločný predpoklad, o ktorý sa ekonómovia opierajú. Ten hovorí o tom, že rozhodnutia subjektov priamo súvisia s množstvom peňazí, ktoré dokážu zarobiť. Je to jedna z praktík, ktoré odlišujú experimentálnu ekonómiu napríklad od experimentálnej psychológie.

1.1 Experimenty individuálnej voľby

Jeden z prvých evidovaných experimentov súvisiacich s individuálnou voľbou bol realizovaný L. L. Thurstonom v roku 1931, ktorý sa snažil experimentálne určiť indiferenčnú krivku jednotlivca. Indiferenčná krivka (tiež známa ako krivka ľahostajnosti) určuje množstvá dvoch tovarov, ktoré spotrebiteľovi prinášajú rovnaký stupeň uspokojenia. Vo svojom experimente dával Thurstone účastníkom na výber medzi množstvami rôznych druhov oblečenia - klobúkmi, kabátmi a topánkami. Po zozbieraní dát pre jeden subjekt odhadol jeho preferencie zámen a následne vytvoril krivky, ktoré dáta dobre opisovali. Z výsledkov vyplynulo, že dáta by rovnako dobre vedeli opisovať aj indiferenčné krivky a teda je vhodné ich používať.

Thrustonov experiment vyvolal veľkú dávku kritiky. Jednou z línií kritík od W. A. Wallisa a M. Friedmana z roku 1942 bolo, že samotné voľby v experimente boli zle špecifikované a príliš hypotetické. Zhrnuli, že subjekt v umelom prostredí experimentu nemusí reagovať tým istým spôsobom ako v reálnom živote, keďže jeho voľba tam nemá žiadne dôsledky. Podľa ich názoru musia byť pre dostatočne uspokojivé výsledky podnety experimentu reálne a nastolením hypotetických situácií pomocou dotazníkov alebo iných zariadení sa tento fakt nedosiahne.

S. W. Rousseas a A. G. Hart v roku 1951 vykonali experiment ako odozvu na túto kritiku. Účastníci si v ňom mali vyberať z rôznych možností raňajok, pričom každá obsahovala iné množstvo vajíčok a slaniny. Svoj výber mali následne aj skonzumovať. Túto situáciu považovali Rousseas a Hart za konkrétnejšiu a realistickejšiu ako v prípade Thurstona. V experimente vykonali účastníci iba jedno rozhodnutie, zopakovali ho však aj o mesiac neskôr. Navyše mal každý určiť aj svoju ideálnu kombináciu vajíčok a slaniny. V tomto prípade teda nebol problém s nedôveryhodnosťou odpovedí, ale s kombináciou rozhodnutí rôznych subjektov, keďže pre jednotlivca nemali k dispozícii dostatok dát. Ich riešením bolo pospájať subjekty s podobnými ideálnymi kombináciami raňajok, ktoré si sami určili, avšak aj tento postup bol neskôr považovaný za otázny.

Predtým, než prejdeme na ďalšie experimenty, je vhodné poznamenať, že v roku 1944 vydali J. von Neumann a O. Morgenstern publikáciu s názvom *Theory of Games and Economic Behavior*, ktorá mala obrovský vplyv nielen na ekonomickú teóriu, ale aj

na samotnú experimentálnu ekonómiu. Jej predikcie očakávanej užitočnosti dali nové zameranie experimentom zaoberajúcim sa individuálnou voľbou, zatiaľ čo predikcie teórie hier naštartovali novú vlnu testov interaktívneho správania.

Jeden z experimentov, ktoré nasledovali po vydaní tejto publikácie, vykonali F. Mosteller a P. Nogee v roku 1951. Tí chceli testovať teóriu očakávanej užitočnosti podobným spôsobom ako Thurstone, pričom brali do úvahy kritiku jeho práce. Tvrdili, že funkcie očakávanej užitočnosti sú odvodené z predpokladov o správaní sa jednotlivca, a že experimenty vykonané v laboratóriu ponúkajú pohľad na toto správanie bez ohľadu na iné činitele.

Ich plánom bol vyrobiť hru, v ktorej subjekty môžu staviť skutočné peniaze a riskovať s nimi. Z ich rozhodnutí by následne skonštruovali krivku užitočnosti pre každého z účastníkov a z kriviek by potom vypočítali predikcie pre ich budúce správanie pri vyššom riziku. Nakoniec by presnosť týchto predikcií otestovali ďalším experimentom.

Všeobecným záverom ich experimentov bolo, že je možné skonštruovať krivky užitočnosti aj experimentálne, a aj keď z nich vyvodené predikcie nie sú úplne presné, uberajú sa dobrým smerom.

Jedným z najznámejších porušení teórie očakávanej užitočnosti pozorovaných v laboratórnych podmienkach bol Allaisov paradox. M. Allais vo svojom experimente nechal subjekty vyberať z dvoch sád možností, ktoré boli definované nasledovne (hráči teda vyberali medzi možnosťami A a B a následne medzi možnosťami C a D):

- A: 100% pravdepodobnosť zisku 100 miliónov (frankov),
- B: 0.1% pravdepodobnosť zisku 500 miliónov,
  0.89% pravdepodobnosť zisku 100 miliónov,
  0.01% pravdepodobnosť zisku nuly,
- C: 0.11% pravdepodobnosť zisku 100 miliónov,
  0.89% pravdepodobnosť zisku nuly,
- D: 0.1% pravdepodobnosť zisku 500 miliónov,
  0.9% pravdepodobnosť zisku nuly.

Je ľahké ukázať, že ak človek maximalizujúci svoju užitočnosť preferuje A pred B, musí preferovať aj C pred D. Allais však počas svojho experimentu spozoroval bežný

jav, kde účastníci preferovali A pred B, ale zároveň D pred C. Musíme poznamenať, že aj keď bol experiment čisto hypotetický, tento fenomén bol neskôr zreprodukovaný aj so skutočnými peniazmi, samozrejme v menších sumách.

Ako sme spomenuli už predtým, s von Neumannovou a Morgensternovou publikáciou sa obrátila pozornosť aj na experimenty súvisiace s interaktívnym správaním. Na niektoré z nich sa pozrieme v ďalšej časti.

1.2 Skúmanie hypotéz teórie hier a interaktívneho správania

V januári roku 1950 vykonali M. Dresher a M. Flood v RAND Corporation experiment, ktorý sa neskôr stal známym aj pod názvom Väzňova dilema. Experiment spočíval v jednoduchej maticovej hre stokrát opakovanej medzi dvomi hráčmi, kde každý z nich mal na výber z dvoch možností buď v riadku alebo v stĺpci. Hra vyzerala nasledovne:

-1, 2	$\frac{1}{2}$, 1
0, $\frac{1}{2}$	1, -1

Tabuľka 1: Maticová hra.

Jednotlivé čísla predstavujú výplaty v centoch, ktoré mohli hráči v každom kole získať. Nashovým ekvilibriom tejto hry je (2,1), teda pravý dolný roh s výplatami $(0, \frac{1}{2})$. Táto možnosť však nie je optimálna, pretože ak by hráči hrali akcie (1,2), ich výplaty by boli vyššie. Keďže ekvilibrium založené na zisku jednotlivcov je v tomto prípade menej výnosné ako pri kooperácii, Dresher a Flood očakávali, že experiment poskytne náročnú skúšku pre predikcie ekvilibria.

Z výsledkov vyplývalo, že konečné payoffy boli v priemere rovné sume 0.40 USD pre riadok a 0.65 USD pre stĺpec, čo sa nepribližuje ani payoffom ekvilibria, ale ani dokonalej kooperácii (tento fakt bol neskôr aj viac krát zreplikovaný). Dresher a Flood týmto výsledkom argumentovali proti všeobecnej domnienke, že hráči majú tendenciu vyberať si akcie ekvilibria a prikláňali sa k hypotéze s rozdelením ziskov na polovicu.

Nash túto skutočnosť komentoval tým, že je rozdiel, či sa pozeráme na jednu alebo na sto hier, keďže stratégie pre tieto dve situácie sa odlišujú. Očakával by, že výsledok je závislý od skupiny ľudí, a že rozhodnutie ovplyvňuje aj to, či hráč po každom kole

vie, akú možnosť zvolil ten druhý.

Prvou udalosťou, ktorá sa špeciálne venovala téme „Dizajn experimentov v rozhodovacích procesoch“, bol dvojmesačný seminár v Santa Monice sponzorovaný nadáciou The Ford Foundation a Univerzitou v Michigane v roku 1952. Okrem iného tam Flood organizoval viaceré experimenty teórie hier vrátane úplne prvého experimentu Väzňovej dilemy. Podľa článku [8] je ťažké povedať, či tento seminár prispel k vzniku experimentálnej ekonómie, pretože okrem výnimiek boli následné publikácie (Thrall, Coombs and Davis, 1954) viac teoretické než experimentálne. Viacerí experimentátori však tvrdia, že to bol práve tento seminár, v ktorom sa prvý krát zoznámili s myšlienkou experimentovania v rámci ekonómie.

V roku 1957 T. Schelling skúmal, prečo sa v symetrických hrách často objavuje rovnomerné delenie výplat, aby sa tak dosiahla „férovosť“ hry. Navrhol hypotézu, že v mnohých situáciách je problémom ekonomických agentov predovšetkým koordinácia, a že zameraním sa na „prominentné“ dôsledky môžeme predísť niektorým stratám z jej zlyhania. Uvedieme si príklady niektorých problémov, ktoré dal Schelling vo svojich experimentoch subjektom vyriešiť:

- Vy a Váš partner (protihráč) dostanete 100 USD, ak sa zhodnete na tom, ako si ich rozdeliť bez komunikácie. Každý z vás napíše na papier sumu, ktorú by ste mali dostať Vy; ak súčet týchto dvoch hodnôt nebude väčší ako 100 USD, každý z vás dostane peniaze, ktoré ste požadovali. Ak súčet prevýši 100 USD, nikto nedostane nič.

- Vám a Vašim dvom partnerom (protihráčom) bude pridelené jedno z písmen A, B alebo C. Každý z vás napíše na papier tieto tri písmená v ľubovoľnom poradí. Ak bude poradie písmen rovnaké na všetkých troch papieroch, dostanete výplatu v celkovej hodnote 6 USD, pričom 3 USD dostane hráč s písmenom, ktoré je v poradí prvé, 2 USD dostane hráč druhý písmenom v poradí, a 1 USD dostane hráč s tretím písmenom. Ak sa poradia písmen nebudú zhodovať, nikto z vás nedostane nič.

Z výsledkov vyplynulo, že v prvej situácii si 36 zo 40 subjektov zvolilo 50 USD. Keďže to predstavuje presné rozdelenie na polovicu, mohlo to byť spôsobené skôr pocitom férovosti ako tým, že by išlo o prominentný výsledok. V druhom prípade sa však

výsledok ťažko interpretuje ako niečo iné než význačnosť abecedy: 9 z 12 áčok, 10 z 12 béčok a 14 zo 16 céčok zvolili poradie ABC.

Schellingov záver bol, že takýto výsledok môže ovplyvňovať veľké množstvo vonkajších podnetov, ktoré v pôvodnej teórii neboli brané do úvahy. Je dôležité, aby si tento fakt uvedomili hlavne experimentátori, keďže každý detail návrhu experimentu môže byť dostatočne podstatný, aby sa tak dosiahol požadovaný výsledok. Keby napríklad v druhom Schellingovom experimente subjekty namiesto písmen dostali farby, záver mohol byť úplne iný.

1.3 Priemyselná organizácia

Posledná oblasť, ktorú si opíšeme v rámci skorej histórie experimentálnej ekonómie, je organizácia trhu. Jeden z prvých experimentov, ktorý mal obrovský, aj keď možno oneskorený význam na moderné experimentovanie, bol vykonaný E. H. Chaberlinom v roku 1948.

Podľa Chamberlina ekonomické experimenty vykonané umelo nikdy nebudú dokonale opisovať realitu, keďže na trh pôsobí množstvo vonkajších vplyvov, ktoré sa neustále menia, a teda ich nevieme zreprodukovať. Taktiež je zložité skúmať dáta z reálneho života, keďže v nich nevieme pre nás nežiadúce podnety oddeliť od tých, ktoré sú predmetom nášho výskumu.

Motiváciou jeho experimentu bolo, že v rozpore s prevládajúcim názorom sa výsledky trhu často odlišujú od ekvilibria za podmienky, že aktuálne ceny nie sú predmetom zdokonalenia trhu, ale zostávajú finálne ako aj v reálnom živote.

Chamberlin vytvoril experimentálny trh tak, že predávajúci aj kupujúci boli informovaní o svojich rezervačných cenách na jednotku nedeliteľnej komodity (t.j. pre každého kupujúceho je to cena, pod ktorou by mohol nakupovať so ziskom, a pre každého predávajúceho je to cena, nad ktorou môže so ziskom predávať). Potom zaznamenal transakcie, ktoré prebehli, keď mali predávajúci a kupujúci možnosť dohadovať sa o cene. Poznamenal, že rezervačné ceny určovali krivky dopytu a ponuky, teda rovnováha mohla byť stanovená jednoznačne a bola kontrolovaná vedúcim experimentu.

Experiment pozostával zo 46 takto vytvorených trhov s odlišnými cenami v rovnovážnom stave. Na základe získaných údajov zistil, že v 42 prípadoch bolo ustálené množ-

stvo vyššie ako rovnovážne a vo zvyšných štyroch prípadoch nastala zhoda. Na druhej strane priemerná cena bola v 39 prípadoch nižšia ako v rovnováhe a vo zvyšných 7 bola vyššia.

Chamberlin usúdil, že rozdiely medzi skutočnými hodnotami a predpovedaným ekvilibriom podporujú jeho hypotézu. Poznamenal však, že výsledky jeho experimentu sú len predbežné, keďže niektoré zaznamenané pravidelnosti by mohli byť náchylné na tvar dopytových a ponukových kriviek.

Koniec 50. a začiatok 60. rokov sa niesol v znamení experimentov zaoberajúcich sa duopolným a oligopolným správaním, hlavne vďaka publikáciám od Hogatta (1959), Sauermanna a Seltena (1959, 1960) a tiež Siegela a Fourakera (1960), ktorí získali v roku 1959 Cenu monografie Americkej akadémie umení a vied. Práve ich práca bola do tej doby zrejme najviac rozšírenou štúdiou experimentálnej ekonómie.

S. Siegel a L. E. Fouraker vykonali sériu experimentov, v ktorých mali účastníci vyjednávať v pároch o cene a množstve tovaru, podľa ktorých sa potom určil ich zisk (každý mal k dispozícii tabuľku s výplatami podľa týchto dvoch parametrov). Jednou z významných vlastností ich experimentov bola pozornosť, ktorú venovali množstvu informácií, ktoré mali hráči o výplate toho druhého. Porovnávali v nich prípady, kedy hráči vedeli buď iba o výške svojej výplaty, alebo o výške výplaty oboch hráčov vedel iba jeden z nich, alebo mali obaja všetky dostupné informácie. Zistili tak, že čím bolo hráčom poskytnutých viac informácií, tým častejšie dosiahli optimálne množstvo, a tým častejšie sa ich výplaty rovnali.

Dva metodologické aspekty práce Siegela a Fourakera sú obzvlášť pozoruhodné. Prvým z nich je, že si dali špeciálnu námahu, aby interakcie medzi subjektami boli anonymné a predišlo sa tak nekontrolovanému sociálnemu fenoménu v ich experimentoch. Druhý hovorí o tom, že nielenže motivovali subjekty peňažnou odmenou, ktorá bola vtedy už bežnou súčasťou ekonomických experimentov, ale navyše skúmali efekt meniacich sa podnetov tým, že menili výšky výplat na základe rôznych rozhodnutí.

Na konci 50. rokov boli už známe dve vlastnosti charakterizujúce experimentálnu ekonómiu:

- záujem o testovanie teórií v špecifickom kontrolovanom prostredí a následná pozornosť venovaná pravidlám hry,

- motivácia subjektov peňažnou odmenou na základe ich výkonu a predpoklad, že maximalizácia úžitku subjektu je rovná maximalizácii zisku z výplaty.

2 Experimenty s verejnými statkami

Experimentálna ekonómia je rozsiahla téma, ktorá sa rozdeľuje na množstvo podoblastí. My sme sa v našej diplomovej práci rozhodli zaoberať verejnými statkami a problémom čierneho pasažiera, ktorý s nimi úzko súvisí.

Pripomeňme si najprv, ako definujeme verejný statok. Je to tovar alebo služba, z ktorého majú prospech všetci ľudia (napríklad v rámci územného celku ako je štát alebo mesto), a to za náklady, ktoré by vznikli, aj keby sa tento tovar mal zabezpečiť iba pre jednu osobu. Úžitok z verejného statku je nedeliteľný, teda úroveň spotreby jedného spotrebiteľa neznižuje spotrebu toho ďalšieho. Taktiež nemožno nikoho vylúčiť z využívania týchto výhod. Každý má teda nárok statok využívať, ale samozrejme nemusí. Typickými príkladmi verejných statkov sú verejné zdravotníctvo, národná obrana, pouličné osvetlenie, čisté ovzdušie alebo rádiový signál.

Práve pri verejných statkoch vzniká problém čierneho pasažiera (tiež známy ako free-riding). Nevylúčiteľnosť jednotlivca so spotreby totiž spôsobuje, že verejný statok využívajú aj tí, ktorí zaň nie sú ochotní zaplatiť. Čierni pasažieri majú teda plný úžitok z týchto tovarov alebo služieb, pričom sa spoliehajú, že za ne zaplatia ostatní.

Aby sme sa vedeli lepšie zahĺbiť do našej problematiky, predstavíme niekoľko experimentov, ktoré sa zaoberali verejnými statkami a mali veľký vplyv na ich ďalšie skúmanie, ako aj na výskum týkajúci sa problému čierneho pasažiera. Ak nie je stanovené inak, informácie o experimentoch a k nim príslušné komentáre sme získavali prevažne z publikácie [11].

2.1 Bohm: Odhadovanie dopytu

V tejto podkapitole sme sa podrobnejšie pozreli na jeden z prvých experimentov týkajúcich sa problému čierneho pasažiera. Vychádzali sme prevažne z originálneho článku [2], ktorý celý proces dôkladne popisuje.

Experiment bol zrealizovaný v roku 1972 Petrom Bohmom z University of Stockholm. Podľa článku [7] sa Bohm v mnohých oblastiach považuje za zakladateľa moderných experimentov a pokusov vykonávaných v teréne. Jeho výskum bol predchodcom metodológie, ktorá je dnes všeobecne akceptovaná ako doplnok ku laboratórnym expe-

rimentom.

V článku [1] Bohm píše, že cieľom experimentu bolo pokročiť v postupe odhadu dopytu po verejných statkoch v prípade, kde orgány verejnej moci nemajú predstavu jednak o súhrnnej maximálnej ochote platiť vo vzťahu k nákladom, no ani o ochote platiť v rôznych spotrebiteľských skupinách, ktoré je možné odlíšiť z daňového hľadiska. Existuje tvrdenie, že pokrok v tomto postupe zabráni vytvoreniu stimulov na skreslenie individuálnych preferencií. Navyše to potvrdzuje situáciu z reálneho sveta, v ktorej nie je možné rozhodnúť o optimálnom rozdelení platieb alebo daní predtým, než odhadneme dopyt.

2.1.1 Návrh experimentu

Experiment sa konal vo Výskumnom oddelení Švédskej spoločnosti pre rozhlasové a televízne vysielanie v novembri 1969. Náhodne vybraná vzorka 605 obyvateľov Štokholmu vo veku 20 až 70 rokov bola pozvaná do priestorov rozhlasovej spoločnosti, aby odpovedala na otázky o televíznych programoch. Z tejto vzorky na experimente objavilo približne 35% ľudí. Za hodinové odpovedanie na otázky bolo každému účastníkovi sľúbených 50 švédskych korún, ktoré dostali ihneď po príchode. Následne boli rozdelení do šiestich skupín, pričom každá z nich absolvovala experiment samostatne.

Podľa Bohma existuje šesť prístupov ako určiť celkovú maximálnu ochotu ľudí zaplatiť za daný produkt alebo výhodu plynúcu z verejného statku:

- Prvý prístup je požiadať ľudí, aby určili svoju maximálnu ochotu zaplatiť, pričom danú transakciu musia aj skutočne zrealizovať. V tomto prípade sa očakáva existencia problému čierneho pasažiera, kde človek podhodnotí svoju maximálnu ochotu zaplatiť v nádeji, že dostane niečo za nič.

- Druhý prístup predstavuje opačný prípad, kde ľudia určujú svoju maximálnu ochotu zaplatiť bez toho, aby túto platbu museli vykonať. Tu očakávame, že ľudia budú svoju ochotu nadhodnocovať. Tento a predchádzajúci prístup teda môžu byť považované za akési hranice skutočnej maximálnej ochoty ľudí zaplatiť.

- Ďalšou možnosťou je nechať ľudí učiť svoju maximálnu ochotu zaplatiť, pričom budú poznať skutočnú cenu produktu a práve tú budú musieť zaplatiť. Očakáva-

nia pri tomto prístupe sú, že ľudia, ktorí budú ochotní danú sumu zaplatiť, svoju maximálnu ochotu nadhodnotia. Ostatní ju budú naopak znižovať.

- Pozmenená verzia prvého prístupu je, že namiesto celej sumy by zaplatili iba takú časť nimi určenej sumy, aby súčet všetkých platieb presne pokryl náklady za produkt. V tomto prípade je pravdepodobné, že človek bude maximálnu ochotu podhodnocovať. Môže však nastať aj prípad nadhodnocovania, ak sa človek domnieva, že bude musieť zaplatiť len veľmi malú čiastku z nimi určenej sumy.

- V piatom prístupe sú ľudia požiadaní, aby určili svoju maximálnu ochotu zaplatiť bez dopredu určeného spôsobu platby. O rozdelení nákladov bude teda rozhodnuté až neskôr na základe ich odpovedí. Tento prípad je podľa Bohma relevantný viacerým situáciám z reálneho života najmä pri politických rozhodovaniach. Podstatná charakteristika tohto prístupu však je, že vďaka nedostatku informácií o platení nemajú dôvod nad- alebo podhodnocovať svoju maximálnu ochotu zaplatiť za daný produkt.

- Posledný prístup sa odlišuje od zvyšných piatich tým, že sa ľudí jednoducho spýtame, akú hodnotu by pre nich daný produkt alebo výhoda mala bez toho, aby sa ich odpoveď viazala na nutnosť platiť. Táto možnosť je pravdepodobne najlepším priblížením sa ku niektorým priamym politickým prístupom alebo prieskumom, ktoré sú zaužívané aj v dnešných demokraciách.

Vráťme sa teraz naspäť k experimentu vo Švédskej rozhlasovej spoločnosti. Každej zo šiestich skupín bolo povedané o predtým nezverejnenom polhodinovom programe dvoch známych švédskych komikov - Hasse Alfredssona a Tage Danielssona - pričom všetky skupiny údajne dostali rovnaké informácie. Účastníci sa mali pomocou dotazníka vyjadriť, koľko by boli ochotní zaplatiť za toto predstavenie. Ak by celková suma všetkých zúčastnených pokryla náklady rovné 500 švédskych korún, program by mohli uvidieť. Účastník by v tom prípade musel zaplatiť (rôzne podmienky pre každú zo skupín):

I. sumu, ktorú uviedol,

II. podiel zo sumy, ktorú uviedol,

III. buď ním uvedenú sumu, podiel z nej, 5 švédskych korún alebo žiadnu sumu - o spôsobe platby by sa rozhodlo neskôr pomocou lotérie,

IV. 5 švédskych korún,

V. žiadnu sumu - v tomto prípade bolo účastníkom oznámené, že za program zaplatí samotná spoločnosť, t.j. program by bol zaplatený z daní.

Šiesta skupina, ktorá dostala odlišné inštrukcie od ostatných, mala určiť, aká je podľa nich hodnota ponúkaného programu. V druhom kole mali potom povedať maximálnu sumu, za ktorú by si kúpili miesto ako diváci programu. Desiati najvyšší dražitelia mali sumu následne zaplatiť a program si pozrieť. Zo zadaných inštrukcií si teda môžeme všimnúť, že žiadnej zo skupín nebola povedaná úplná pravda o informáciách, ktoré dostali ostatní.

2.1.2 Hypotézy a výsledky

Hlavnou testovanou hypotézou experimentu bolo, že neexistuje štatisticky významný rozdiel medzi skupinami I až V, teda že každá zo skupín nám dá rovnaký odhad výšky agregátneho dopytu po verejnom statku. Ak by sa rozdiel medzi skupinami ukázal ako štatisticky významný, chceli by sme testovať, ktorá zo skupín dá najbližší odhad skutočného dopytu. Inštrukcie pre šiestu skupinu boli zadané v nádeji, že odhalia skutočný dopyt, alebo aspoň zúžia interval, ktorý ho obsahuje.

Výsledky naznačovali, že na 5% hladine významnosti neexistuje rozdiel medzi skupinami I až V. S týmito výsledkami sa zdá byť testovanie šiestej skupiny zbytočné. Na druhú stranu však šiesta skupina nemala účinok, ktorý bol očakávaný, keďže jediný signifikantný rozdiel sa dal spozorovať medzi ňou a skupinou III (na 5% hladine významnosti). Situácia sa zdá byť o to horšia, keď si uvedomíme, že pri tretej skupine sme predpokladali nulový priestor na podvádzanie.

Čo sa týka zloženia skupín, dáta nezaznamenali signifikantné rozdiely v príjme alebo veku uchádzačov a iba v jednom či dvoch prípadoch existovala korelácia medzi stanovenou výškou maximálnej ochoty platiť a príjmom alebo pohlavím uchádzačov.

2.1.3 Komentáre a reakcie

John O. Ledyard v knihe [11] uvádza tri možné aspekty, ktoré naznačujú nedostatok kontroly nad experimentom a tým mohli byť príčinou niektorých nežiadúcich výsledkov.

Prvým z nich je, že Bohm vo svojom experimente nevie priamo zmerať účastníkovu skutočnú ochotu platiť a bol nútený ju vo všetkých skupinách iba predpovedať. Taktiež sa mohlo stať, že ľudia odpovedali nezodpovedne, hlavne v prípade skupín IV a V, kde výška platenej sumy nezávisela od ich predchádzajúcej odpovede. Dáta by teda v tom prípade mohli byť považované za zbytočné.

Keďže Bohm plánoval vo svojom experimente testovať reakcie veľkého množstva ľudí, ale nemal na to dostatok financií, nepovedal skupinám pravdu o inštrukciách ostatných skupín. Navyše je potrebné dodať, že sa program na konci experimentu ľuďom ukázal bez ohľadu na to, ako jednotlivé stávky dopadli. Tu vzniká otázka, či uchádzači tejto nepravde uverili, pretože ak nie, ich odpovede môžeme opäť považovať za zbytočné. Tento fakt býva častou kritikou aj v iných experimentoch, keďže Bohm nie je jediný, kto túto stratégiu použil.

Ako posledné je vhodné spomenúť fakt, že použitie protistrategických argumentov v experimentoch je kontroverznou záležitosťou. Účastníci, ktorí by program naozaj chceli vidieť, môžu mať tendenciu jeho hodnotu preceňovať, aby sa určite dosiahlo požadovanej hranice. Ich rozhodnutie by teda vôbec nehovorilo o tom, akú hodnotu prisudzujú programu naozaj.

Navyše mohli byť aj samotné inštrukcie zavádzajúce. Skupinám I a II bolo povedané nasledovné: „... mohlo by sa Vám vyplatiť podhodnotiť Vašu maximálnu ochotu platiť. Avšak, ak sa každý z vás bude správať týmto spôsobom, celkový súčet nedosiahne 500 švédskych korún a program neuvidíte.“

Účastníci boli teda navádzaní konať podľa predstáv experimentátorov, aj keď to nemuselo byť ich cieľom. Viaceré experimenty ukazujú, že aj malé detaily v inštrukciách môžu mať veľký vplyv na rozhodnutia subjektov. V tomto prípade teda nezistíme, čo si subjekty skutočne myslia, ale iba to, ako tieto detaily a iné mechanizmy ovplyvňujú ich rozhodnutia.

2.2 Dawes a kol.: Sociálna dilema

V ďalšej časti sa pozrieme do oblasti sociálnej psychológie. Práve v nej prebiehal výskum tzv. sociálnej dilemy, ktorú mnohí považujú za špeciálny prípad problému verejných statkov. Podľa príspevku [5] nastáva sociálna dilema vtedy, keď je dominantnou stratégiou jednotlivca nespolupracovať bez ohľadu na konanie ostatných, avšak pre všetkých v rámci skupiny je výhodnejšie, ak každý z účastníkov spolupracuje, než keby nikto nespolupracoval.

Ako príklad experimentu zaoberajúceho sa touto témou si uvedieme prácu, na ktorej sa podieľali R. M. Dawes, J. McTavish a H. Shaklee v roku 1977, originálne publikovanej v článku [6]. Poučení kritikou Bohmovho výskumu sa im podarilo navrhnúť experiment tak, aby sa čo najviac vyhli jeho chybám.

2.2.1 Návrh experimentu

Experimentu sa malo zúčastniť štyridsať skupín po osem členov. V skutočnosti však prišlo iba 284 účastníkov, preto niektoré skupiny museli mať členov menej. Princíp hry bol veľmi jednoduchý. Každý jednotlivec mal súkromne označiť svoju kartu symbolom X alebo O, pričom im boli povedané nasledovné pravidlá:

- Ak zvolíte O, dostanete 2.50 USD mínus 1.50 USD za každého človeka v skupine, ktorý zvolil symbol X.
- Ak zvolíte X, dostanete 2.50 USD, plus 9.50 USD a mínus 1.50 USD za každého človeka v skupine vrátane seba, ktorý zvolil symbol X.

Dá sa teda povedať, že symbol O predstavuje prispievanie do spoločného systému a symbol X naopak neprispievanie, keďže každým ďalším výskytom X sa zisk všetkých účastníkov v skupine znižuje. Zvolenie symbolu X je teda úmerné správaniu sa čierneho pasažiera.

Každému z účastníkov bola tiež poskytnutá jedna polovica tabuľky výplat zobrazenej v tabuľke 2. Niektoré skupiny hrali s tzv. Loss Condition, teda ich výplata mohla ísť aj do záporných čísel. Zvyšné skupiny s tzv. No-Loss Condition mali zaručené, že akonáhle sa výplata účastníka dostala na nulu, viac už klesnúť nemohla.

Loss Condition				No-Loss Condition			
Výplata pre X	Počet výberov		Výplata pre O	Výplata pre X	Počet výberov		Výplata pre O
	X	O			X	O	
—	0	8	2.50	—	0	8	2.50
10.50	1	7	1.00	10.50	1	7	1.00
9.00	2	6	-0.50	9.00	2	6	0.00
7.50	3	5	-2.00	7.50	3	5	0.00
6.00	4	4	-3.50	6.00	4	4	0.00
4.50	5	3	-5.00	4.50	5	3	0.00
3.00	6	2	-6.50	3.00	6	2	0.00
1.50	7	1	-8.00	1.50	7	1	0.00
0.00	8	0	—	0.00	8	0	—

Tabuľka 2: Tabuľka výplat.

Ďalším predmetom výskumu v rámci tohto experimentu bolo zistiť vplyv komunikácie na rozhodnutie účastníka. V každej skupine bol preto aplikovaný jeden zo štyroch typov povolenej komunikácie:

- žiadna komunikácia,
- komunikácia nesúvisiaca s hrou,
- komunikácia súvisiaca s hrou,
- komunikácia súvisiaca s hrou plus verejné hlasovanie.

Po ukončení diskusie mal každý z účastníkov vykonať jednorazovú voľbu, na základe ktorej dostal neskôr výplatu podľa svojej tabuľky. Výška výplat jednotlivých účastníkov sa nezverejňovala.

Na experimente sa navyše zúčastnilo osem rôznych skupín štyroch kamarátov. Každý z kamarátov bol zadelený do skupiny účastníkov s inou komunikačnou podmienkou. Dvaja z nich dostávali výplaty s Loss Condition, dvaja s No-Loss Condition. Po roz-

delení výplat sa štyria kamaráti stretli a sčítali svoje zárobky. Ak bol celkový súčet kladný, výhru si rozdelili rovnakým dielom. Ak bola suma záporná, nikto nedostal nič.

2.2.2 Výsledky

V tabuľke 3 máme spísanú frekvenciu, ktorou účastníci volili X, teda do spoločného systému neprispeli, pre rôzne kombinácie podmienok. Hlavným zistením bolo, že iba 31% účastníkov prispelo, teda zvolilo symbol O, za podmienky žiadnej alebo irelevantnej komunikácie. Naopak 72% účastníkov prispelo, keď v rámci skupiny prebehla relevantná komunikácia. Ďalším pozoruhodným výsledkom sa zdá byť fakt, že No-Loss Condition nemala vôbec žiadny vplyv na výsledky experimentu.

	Komunikácia			
Condition	Žiadna komunikácia	Irelevantná komunikácia	Neobmedzená komunikácia	Komunikácia plus hlasovanie
Loss	0.73	0.65	0.26	0.16
No-Loss	0.67	0.70	0.30	0.42

Tabuľka 3: Frekvencia výberu X.

2.2.3 Komentáre a reakcie

Zamyslime sa najprv nad tým, prečo No-Loss Condition nemala žiadny vplyv na výsledok experimentu.

V prípade Loss Condition, zvolením symbolu X oproti O získa účastník 8 USD a zvyšní účastníci stratia po 1.50 USD. Alternatívne, ak účastník spolupracuje a zvolí symbol O, každý získa 1.50 USD bez ohľadu na rozhodnutie ostatných.

Komplikácia nastáva pri No-Loss Condition, pretože marginálny zisk zvolenia symbolu X oproti O záleží od rozhodnutí ostatných zúčastnených, ako si môžeme všimnúť v tabuľke 4.

Marginálna strata, ktorú nespolupracujúci účastník spôsobuje ostatným, je pri No-Loss Condition rovnaká alebo dokonca menšia ako pri Loss Condition. Tento fakt by mohol účastníka navádzať k tomu, aby zvolil symbol X. Avšak jeho marginálny

Počet zvolených X okrem mňa	Marginálne náklady X pre ostatných	Marginálne náklady O pre ostatných	Marginálny zisk pre mňa
0	1.50	1.50	8.00
1	1.50	1.00	8.00
2	1.50	0.00	7.50
3	1.50	0.00	6.00
4	1.50	0.00	4.50
5	1.50	0.00	3.00
6	1.50	0.00	1.50
7	1.50	0.00	0.00

Tabuľka 4: Zvolenie symbolu X pri No-Loss Condition.

zisk môže byť rovnaký alebo aj menší, čo by mohlo účastníka naopak presvedčiť, aby spolupracoval. Tieto dve skutočnosti majú teda navzájom opačný účinok a preto môžu byť jedným z dôvodov, prečo No-Loss Condition nemá žiadny efekt na výsledný stav experimentu.

Situácia sa tiež mení podľa toho, aký počet nespolupracujúcich ľudí účastník očakáva. Preto napriek tomu, že to sprvu vyzerá iba ako veľmi jednoduchá zmena pravidiel, efekt podmienky je veľmi komplexný. Závisí totiž od účastníkových očakávaní, ktoré experimentátor nevie kontrolovať.

Zavedením No-Loss Condition a pridaním skupín kamarátov do hry sa experimentátori snažili predísť tomu, aby výsledok skončil v strate. Problému sa však mohli vyhnúť úplne, keby ako pri Bohmovom experimente účastníkom poskytli dostatočne veľký počiatočný majetok. Konkrétne by to bola suma 9.50 USD. Takýmto spôsobom by však samozrejme stúpli aj celkové náklady experimentu o približne 2700 USD. Obmedzený rozpočet býva veľmi častým problémom pri vytváraní experimentov a núti tak k hľadaniu alternatívnych riešení, aby sa predišlo neželaným výsledkom.

Ako posledné pozorovanie uvádzame veľmi očividný fakt, že relevantná komunikácia má veľký dopad na výsledok. No napriek tomu, že v experimente boli uvedené štyri rôzne typy komunikácie, dáta nám neposkytujú informácie o tom, prečo je tomu tak. V komunikácii totiž existuje množstvo rôznych podnetov, ktoré by účastníkov mohli

ovplyvňovať, či už je to mimika tváre alebo obsah vyslovených viet. Ak máme teda porozumieť úlohe komunikácie pri takomto rozhodovaní, potrebovali by sme väčšiu kontrolu a presnosť v našich experimentoch.

2.3 Marwell a kol.: Problém čierneho pasažiera

V tom istom období, avšak nezávisle od Dawesa a spol., začínal svoj vlastný experimentálny výskum aj sociológ Gerald Marwell. Spoločne s Ruth E. Ames chceli svojim experimentom v roku 1979 demonštrovať, že efekt čierneho pasažiera je omnoho slabší než predpovedá ekonomická teória. Originálny výskum bol publikovaný v článku [12].

Predikcie ekonomickej teórie ako aj teórie hier hovoria o tom, že dominantnou stratégiou je neprispieť žiadnou sumou do spoločného systému, keďže práve to privádza subjektu najvyšší zisk. Každý by sa teda mal správať ako čierny pasažier na úkor ostatných. Mnoho ekonómov hovorí, že táto hypotéza je jediná správna, napriek tomu však realita funguje inak.

Okrem vyvrátenia teórie sa Marwell a Ames snažili určiť, čo presne ovplyvňuje množstvo prispievania do spoločného systému. V tomto procese testovali napríklad efekt veľkosti skupiny, rôznorodosti výplat, rozloženia majetku medzi účastníkov, atď.

Bol to práve tento experiment, ktorý inšpiroval mnoho ďalších experimentálnych ekonómov, aby položili základy potrebné na výskum problému čierneho pasažiera.

2.3.1 Návrh experimentu

Na experimente sa podujalo 256 stredoškolákov vo veku od 15 do 17 rokov, ktorí boli rozdelení do 64 štvorčlenných skupín. Interakcie medzi experimentátorom a študentom prebiehali výhradne pomocou telefonických hovorov a emailov. Vďaka tomu boli účastníci počas experimentu vo svojom prirodzenom prostredí a zabránilo sa tak aj ich vzájomnej komunikácii.

Každý študent dostal na začiatku istú sumu žetónov, ktoré predstavovali ich majetok. Tie mohli následne investovať dvomi spôsobmi: buď ich vložili do súkromnej burzy, ktorá im vynášala istý zisk 1 cent za žetón, alebo do verejnej burzy, kde zisk závisel od množstva celkových príspevkov. Nie v každej skupine bolo všetkým účastníkom poskytnuté rovnaké množstvo žetónov. Účastníci tiež dostali tabuľku výplat, v ktorej

mali informácie o možnom zisku z verejnej burzy.

Podľa slov experimentátorov boli stredoškoláci zvolení práve preto, že pre túto vekovú skupinu je suma v okolí 5 USD najvýznamnejšia a zároveň sú účastníci dostatočne vyspelí na to, aby vedeli spraviť dané investičné rozhodnutie.

Študentov síce rozdelili do skupín po štyroch, avšak nie všetkým bola povedaná pravda. Niektorí účastníci totiž dostali informáciu, že sa v ich skupine nachádza až 80 členov.

Od tohto počtu ľudí sa odvíjal aj tzv. provision point, teda najvyššia celková suma žetónov, ktorú mohla skupina spoločne prispieť do verejnej burzy. Ak zoberieme do úvahy fakt, že nie všetci museli mať rovnaký počet žetónov, mohla tak nastať situácia, že v skupine so štyrmi ľuďmi s nižším provision pointom mali niektorí študenti dostatok žetónov, aby pokryli celú verejnú burzu. Tento fakt bol všeobecne známy.

2.3.2 Výsledky

Závery experimentu hovorili o nedostatku podpory pre silnú teóriu čierneho pasažiera. Približne 57% zdrojov bolo investovaných do verejnej burzy, 41% ak vynecháme tých účastníkov, ktorí mali k dispozícii väčšie množstvo žetónov, ako bol provision point v ich skupine. Tí mali totiž tendenciu investovať do verejnej burzy viac a tak vychádzali z experimentu ako znační outlieri. Z výsledkov tiež vyplývalo, že príspevky do verejnej burzy boli nižšie v prípadoch, keď sa žetóny medzi študentov rozdelili nerovnomerne.

Zdalo sa teda, že problém čierneho pasažiera skutočne existuje, avšak nie až do takej miery, aby sa čiernymi pasažiermi stali všetci.

2.3.3 Komentáre a reakcie

Táto práca mala veľa problémov, z ktorých mnoho bolo riešených buď samotnou Marwellovou skupinou alebo inými ekonómami, ktorým sa vysoké množstvo príspevkov zdalo podozrivé.

Existencia provision pointu mohla byť príčinou zvýšenia množstva príspevkov do spoločného systému. Marwell a Ames vo svojom neskoršom výskume z roku 1980 provision point úplne odstránili. Výsledky práce však hovorili o tom, že priemerný podiel žetónov investovaných do verejnej burzy bol stále okolo 51%.

Mohli by sme sa zamyslieť nad tým, či rozhodnutie účastníkov neovplyvňuje aj forma tabuľky výplat, ktorú majú k dispozícii. Ak je tabuľka spísaná diskrétne, vznikajú v nej zjavné Nashove ekvilibriá. Otázkou teda ostáva, či by nebol lepší spojitý ekvivalent tabuľky výplat, napríklad vo forme funkcie. V tom prípade by však pre účastníkov mohlo byť menej pochopiteľné, akú výplatu svojim rozhodnutím môžu získať. Tento problém ostáva naďalej predmetom výskumu.

Posledné pozorovanie je podobné tomu, ktoré sme už spomínali v rámci Bohmovho experimentu v podkapitole 2.1.3. Približne polovica účastníkov dostala informáciu, že v ich skupine sa nachádza až 80 členov, napriek tomu, že v skutočnosti boli skupiny iba štvorčlenné. Navyše si tento fakt účastníci nemali ako overiť, keďže ich interakcia prebiehala iba pomocou hovorov a emailov s experimentátormi. Ako si teda môžeme byť istí, že tejto informácii študenti uverili? A uverili zvyšní študenti, že v ich skupine sú iba štyria ľudia?

Je všeobecne známe, že experimenty v oblasti psychológie bývajú zámerne klamlivé. Ak by sa začalo veriť, že podobnú stratégiu vo svojom výskume používajú aj ekonómovia, nad experimentom sa úplne stratí kontrola. Výsledky môžu byť prijateľné iba vtedy, ak si experiment zachová svoju pravdivosť. Práve kvôli tomu sa v dnešnej dobe taktike klamania vyhýba v čo najväčšom množstve.

2.4 Isaac a kol.: Viackolový experiment

Po zverejnení výskumu popísaného v predchádzajúcej časti bolo zjavné, že predikcia štandardnej ekonomickej teórie nebude úplne pravdivá. Dáta potvrdili, že účastníci experimentu majú tendenciu prispievať a nie všetci sa stávajú čiernymi pasažiermi. O výskum sa začali zaujímať ekonómovia, ktorí boli presvedčení, že práca sociológov musí byť chybná.

Príkladom dvoch štúdii, ktoré boli vytvorené ako priama odpoveď na Marwellov výskum, sú experimenty Kim a Walker (1984) a Isaac, McCue a Plott (1985). Ich cieľom bolo ukázať, že Marwell a Ames mali nepravdivé výsledky a tiež „preskúmať správanie skupín v rámci súboru podmienok, kde očakávame, že tradičný model bude fungovať s primeranou presnosťou“ (Isaac, McCue, Plott, 1985).

Hlavným rozdielom oboch výskumov od toho predchádzajúceho bola prítomnosť

opakovania experimentu. Znamenalo to, že účastníci museli svoje rozhodnutie zopakovať postupne vo viacerých kolách za tých istých podmienok. Experiment, ktorý budeme ďalej opisovať, bol zrealizovaný R. M. Isaacom, K. F. McCuom a C. R. Plottom, originálne publikovaný v článku [9].

2.4.1 Návrh experimentu

Na začiatku experimentu dostali účastníci po 5 USD, čo predstavovalo ich počiatočný majetok. Následne im bolo povedané, že na konci im týchto 5 USD bude vyplatených a dodatočne aj akýkoľvek zisk, ktorý sa im počas experimentu podarí zarobiť. Každému z účastníkov bola pridelená jedna z výplatných podmienok - vysoká alebo nízka - a k nim príslušná tabuľka výplat.

Počas štúdie bolo celkovo vykonaných 9 samostatných experimentov. Na všetkých experimentoch sa zúčastnilo približne 10 ľudí, pričom v každej skupine dostala polovica účastníkov vysokú výplatnú podmienku a druhá polovica nízku.

Rozhodovací proces vyzeral nasledovne. Účastníci mali na začiatku každého kola napísať na samostatný papier sumu peňazí, ktorou by chceli prispieť do spoločného verejného statku. Experimentátor následne sčítal hodnoty všetkých týchto príspevkov a predelil ich konštantou cenou, aby tak získal množstvo verejného statku, ktoré sa už podarilo financovať. Táto hladina bola verejne oznámená všetkým účastníkom. Pomocou nej si každý následne vedel vypočítať výšku svojej výplaty za dané kolo a túto sumu si zapísal. Zisk účastníka bol teda rozdiel medzi jeho výplatou a sumou, ktorou prispel v danom kole. Po krátkej prestávke sa pokračovalo do ďalšieho kola.

Tabuľka výplat ukazovala možné marginálne výplaty a celkové výplaty pre všetky úrovne verejného statku (od 0 do 40). Marginálne výplaty boli vypočítané pomocou nasledovných funkcií: $0.44 - 0.011q$ pre vysokú výplatnú podmienku a $0.278 - 0.008q$ pre nízku výplatnú podmienku, kde q predstavovalo množstvo verejných statkov.

Vzhľadom na toto nastavenie výplat bolo optimálne množstvo verejného statku rovné $q = 23$ alebo $q = 24$, keďže táto možnosť maximalizovala zisk účastníkov. Nashovým ekvilibriom bolo zvoliť $q = 0$, keďže jednokolovou dominantnou stratégiou pre oba typy výplatných podmienok bolo neprispieť žiadnou sumou.

Počas experimentu bola zakázaná akákoľvek komunikácia medzi účastníkmi. Každý

mal informácie iba o svojich výplatách a bolo verejne známe, že nikto nepoznal tabuľku výplat žiadneho zo zvyšných účastníkov. Nikto tiež dopredu nevedel, ktoré kolo bude to posledné.

2.4.2 Výsledky

Isaacovi a kol. sa sčasti podarilo aj nepodarilo splniť ciele určené na začiatku experimentu. Výsledky prvých kôl sa veľmi nápadne podobali záverom, ktoré Marwell a Ames predniesli vo svojom výskume. Po prvom kole bola úroveň financovaného verejného statku v priemere rovná 8.8, čo bolo približne 50% z možného maxima. Úroveň prispievania bola teda v oboch výskumoch rovnaká.

Okolo piateho kola bol však zaznamenaný zvrat, keďže priemerné množstvo financovaného verejného statku kleslo na 2.1, čo sa rovnalo približne 9% z možného maxima. Zdá sa teda, že opakovaním experimentu vo viacerých kolách sa ochota účastníkov prispievať do verejného statku postupne znižuje.

2.4.3 Komentáre a reakcie

Vysoký podiel prispievania, ktorý sa opakovaním znižuje bol zistený aj inými ekonómami v mnoho ďalších výskumoch. Napríklad výsledky veľmi podobného experimentu O. Kima a M. Walkera z roku 1984 hovorili o tom, že počas prvého kola bola množstvo prispievania na približne 41% a počas tretieho kola kleslo na 11%. Tento experiment však kniha [11] už bližšie neopisuje, keďže sa podobne ako predchádzajúcich výskumoch experimentátori pokúsili niektorým účastníkom klamať o veľkosti ich skupiny a tým sa dôveryhodnosť ich výsledkov znižuje.

Inovatívnou vlastnosťou Isaacovho experimentu bolo použitie klesajúcej krivky na výpočet marginálnej výplaty každého účastníka. Neexistovalo tiež žiadne obmedzenie na výšku príspevku v rámci jednotlivých kôl, jediným obmedzením bol celkový kapitál účastníka počas celého experimentu. Zavedenie tejto štruktúry znamenalo, že sa ochota jednotlivca prispievať znižovala so zvýšenou hodnotou príspevkov ostatných.

Viackolové opakovanie experimentu je teda faktor, od ktorého sú výsledky značne závislé. Tento fakt sa zdá byť veľmi dôležitý pre ďalšie experimenty, avšak z Isaacovho výskumu nie je možné presne zistiť, prečo je tomu tak. Je možné, že sa účastníci svo-

jimi skúsenosťami učia? Ak áno, čo presne sa naučili a akým spôsobom to mení ich rozhodnutie? Je možné, že výsledky sú iba kombináciou komplikovaných stratégii alebo pokusov o vysielanie signálov ostatným. Taktiež môže byť zníženie príspevku považované za akýsi trest pre ostatných, že v predchádzajúcich kolách neprispeli dostatočnou sumou. Toto sú však iba dohady, ktoré musia byť preskúmané v ďalších experimentoch pod prísnou kontrolou nad jednotlivými podnetmi.

2.5 Isaac a kol.: Nadväzujúci systematický výskum

V období 80.rokov boli už výsledky skupín Dawes a kol., Marwell a Ames, Kim a Walker a Isaac, a McCue a Plott všeobecne známe. Experimenty prvých dvoch skupín naznačovali, že silná teória čierneho pasažiera nie je pravdivá, zvyšné hovorili, že pri opakovaných experimentoch je fenomén čierneho pasažiera reálny. Bolo teda potrebné zistiť, čo je v skutočnosti pravda.

Prvú systematickú štúdiu, ktorá sa venovala vyriešeniu tohto problému, viedli R. M. Isaac, J. M. Walker a S. H. Thomas v roku 1984. Isaac a Walker pokračovali v skúmaní ľudského správania pri dobrovoľnom prispievaní aj mnoho rokov neskôr. My uvádzame ich prvý výskum práve kvôli jeho premyslenému návrhu. Napriek tomu sa však aj v takomto experimente nájdu medzery, ktoré zanechávajú veľa nezodpovedaných otázok na ďalšie skúmanie. Táto štúdia bola originálne publikovaná v článku [10].

Pomocou experimentu prišli k záveru, že fenomén čierneho pasažiera nie je ani všadeprítomný, avšak ani neexistujúci, aj keď vieme nájsť aj príklady extrémneho správania. Dosiahli však zistenie, že existujú systematické účinky atribútov rozhodnutí na existenciu free-ridingu. Dôvody, prečo silná teória o probléme čierneho pasažiera zlyháva, teda už neboli náhodné.

2.5.1 Návrh experimentu

Experimentu sa zúčastnili štyria študenti na Univerzite v Arizone. Každému z nich bol pridelený počítačový terminál PLATO, pomocou ktorého dostávali inštrukcie a vykonávali rozhodnutia. Tiež to bol jediný spôsob, ako mohli účastníci medzi sebou komunikovať.

Tento špeciálny počítačový systém bol prvkom, vďaka ktorému sa Isaacov expe-

riment odlišoval od všetkých ostatných. Okrem toho, že obmedzoval kontakt medzi subjektom a experimentátorom na minimum, zaručoval tiež, že každý účastník dostal totožné inštrukcie. Systém navyše uľahčoval proces rátania výplat a poskytovania informácii o predchádzajúcich výsledkoch pri rozhodovacom procese.

Účastníkom bolo poskytnuté isté množstvo zdrojov vo forme žetónov. Tie mohli následne vložiť, podobne ako v predchádzajúcich experimentoch, buď do súkromnej burzy ako individuálnu investíciu, alebo do verejnej burzy, ktorá predstavovala verejný statok. Súkromná burza prinášala investorovi zisk 0.01 USD za žetón. Verejná burza vynášala rovnaký zisk pre každého z účastníkov, ktorý bol závislý od počtu investovaných žetónov. Informácie o spoločných aj individuálnych výnosoch im boli poskytnuté vo forme tabuľky.

Každý zo študentov poznal svoje vlastné množstvo žetónov vo všetkých rozhodovacích kolách, ako aj celkové množstvo žetónov v skupine. Nemal však informáciu o individuálnom majetku ostatných účastníkov. Ďalej bol známy počet účastníkov experimentu a že všetci dostávali z verejnej burzy rovnaký výnos. Informácia o výnose súkromnej burzy ostatných im nebola poskytnutá. Počet rozhodovacích kôl bol dopredu stanovený na desať, pričom v každom kole bol počet dostupných žetónov rovnaký. Na konci každého kola bolo účastníkom oznámené, koľko peňazí zarobili a tiež koľko žetónov bolo celkovo vložených do verejnej burzy. Po ukončení experimentu si získané peniaze mohli študenti ponechať.

Isaac, Walker a Thomas sa svojim experimentom snažili presnejšie identifikovať podnety, ktoré zvyšovali alebo znižovali výskyt čiernych pasažierov. Zvolili si najmä tieto štyri faktory: *opakovanie, veľkosť skupiny, marginálny výnos* a *skúsenosti účastníkov*. Samozrejme však dúfali, že sa im podarí nadobudnúť kontrolu aj nad všetkými ostatnými podnetmi.

Počet opakovaní a veľkosť skupiny sa kontrolovali ľahko. Konkrétne každý účastník vedel, že celkovo sa experiment bude skladať z desiatich kôl a počet účastníkov bol rovný buď N=4 alebo N=10. Skúsenosti účastníka boli merané počtom podobných experimentov, ktoré už predtým absolvovali.

Nanešťastie udržať marginálny výnos jednotlivca a aj skupiny konštantný je takmer nemožné. Ak by sme chceli pri danom spôsobe počítania výnosov zvýšiť N a zároveň

zvýšením inej premennej ponechať konštantné M (predstavujúce marginálny výnos účastníka), táto premenná by mala za následok zvýšenie skupinového marginálneho výnosu. Kvôli tomuto Isaac a kol. zvolili 2x2 systém s hodnotami N=4 alebo 10 a M=0.3 alebo 0.75, a podľa nich určili hodnoty ostatných premenných. Získali tak naspäť istú kontrolu nad týmito faktormi.

2.5.2 Výsledky

Silná teória problému čierneho pasažiera, ktorá predpovedá, že do verejného statku neprispeje nikto žiadnou sumou, bola opäť vyvrátená. Konkrétne to môžeme to vidieť v tabuľkách 5 a 6. Priemerná miera príspevkov počas celého výskumu bola 42%, pričom priemerná miera príspevkov v prvých kolách bola rovná 51%. Tieto výsledky sa veľmi podobajú Dawesovmu experimentu z podkapitoly 2.2, ako aj Marwellovmu pokusu z podkapitoly 2.3. Rozptyl výsledkov bol však obrovský, v rozsahu od 0% (v prípade 8. kola pre parametre M=0.3, N=4, skúsení účastníci) až po 83% (v prípade 5. kola pre parametre M=0.75, N=4, neskúsení účastníci).

	Kolo										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Priemer
Celkovo	51.1	47.2	44.1	47.4	46.7	38.1	40.6	35.2	35.8	37.3	42.4
M=0.3	43	35	28	32	26	25	20	17	20	17	26
M=0.75	60	59	60	63	67	51	61	53	52	57	58
Skúsení	53	53	45	50	55	43	50	41	39	44	47
Neskúsení	49	41	43	45	38	33	31	30	33	30	37
N=4	50	50	38	40	38	30	36	32	38	30	38
N=10	56	50	40	41	41	34	32	33	37	35	40

Tabuľka 5: Priemerná miera príspevkov do verejnej burzy pre rôzne kritériá (v %).

N	M	
	0.3	0.75
4	19	57
10	33	59

Tabuľka 6: Priemerná miera príspevkov pre dvojice M a N (v %).

Z výsledkov vyplývajú tri zjavné závery. Prvý, zvýšenie hodnoty M z 0.3 na 0.75 zvyšuje aj ochotu prispievať vo všetkých prípadoch. Tento výrazný efekt sa dá očakávať, keď sa motivácia investovať do súkromnej burzy zníži v závislosti k verejnej burze. Druhý, skúsenosti sú dôležitou vlastnosťou, pričom sa ukazuje, že neskúsení účastníci majú tendenciu prispievať viac. Posledným záverom je, že opakovanie znižuje a veľkosť skupiny zvyšuje ochotu prispievať, ak máme M=0.3. Avšak pri M=0.75 nemá ani jeden z daných faktorov žiadny efekt na výsledok.

2.5.3 Komentáre a reakcie

Tento experiment nám presne ukazuje, aké problémy nastávajú pri skúmaniach problémov s verejnými statkami. Zdá sa, že je možné nájsť konkrétne faktory, ktoré spôsobujú free-riding, avšak vždy budú existovať situácie, ktoré našim zisteniam odporujú.

Ako príklad môžeme spomenúť záver, že zníženie hodnoty M spôsobí aj zníženie príspevkov do spoločného systému. Napriek tomuto zisteniu nastal prípad, že v prvom kole pri hodnotách N=10 a M=0.3 bola priemerná miera prispievania 46% zatiaľ čo pre prvé kolo pri N=10 a M=0.75 bola priemerná miera prispievania iba 44%. Zmena hodnoty M teda nemala žiadny výrazný efekt. Môže to byť samozrejme spôsobené aj náhodnosťou prvého kola ako takého, ale dáta nám neposkytujú dôkaz, ktorý by to potvrdzoval. Aby sme mohli vyvodiť jednoznačné závery, je potreba vykonať ešte mnoho ďalších experimentov podobného charakteru.

Nakoniec je vhodné spomenúť, že zistenie o neistom efekte viackolových experimentov ako aj veľkosti skupiny znamená veľkú prekážku pre všetky experimenty s verejnými statkami. Z takýchto výsledkov je totiž pre ekonómov veľmi zložité získať akékoľvek užitočné informácie, ktoré by mohli ďalej aplikovať.

3 Neparametrické štatistické testy

Predtým, než sa pozrieme na detaily nášho experimentu, považujeme za vhodné uviesť niektoré zo štatistických testov, ktoré sme v ňom využívali.

Hlavným cieľom experimentov bolo porovnávať ochotu účastníkov prispievať do spoločného systému, teda do verejného statku, v rámci rôznych situácií. V hypotézach sme preto prevažne porovnávali stredné hodnoty výšok týchto príspevkov. Buď či sa rovnajú a výška príspevkov nezávisí od zmeny daného podnetu, alebo či je medzi nimi nejaká nerovnosť.

Ak sme porovnávali výšky príspevkov v rôznych situáciách, teda skupiny dát konkrétne pochádzali z dvoch rôznych otázok z dotazníka, dáta boli medzi sebou závislé. Pracovali sme teda s párovými dátami, pretože na obe otázky odpovedala tá istá skupina respondentov.

Avšak, ak sme v rámci jednej situácie zisťovali, či sa odpovede líšia v závislosti od pohlavia alebo inej vlastnosti respondenta, dvojice boli nezávislé a dáta už neboli párové.

Pri testovaní v rámci nášho experimentu sme predpokladali, že dáta nepochádzajú z normálneho rozdelenia. Na testovanie hypotéz sme preto využívali dva neparametrické testy a to Wilcoxonov signed rank test pre párové dáta a Wilcoxonov rank sum test, respektíve Mann-Whitneyho U test, pre nepárové dáta.

Informácie o testoch sme čerpali najmä z prednášok [14], ale aj z textov [4] a [13].

3.1 Wilcoxonov signed rank test

Wilcoxonov signed rank test, resp. Wilcoxonov párový test, je neparametrický test, ktorý sa používa na porovnávanie dvoch závislých súborov dát. Predstavuje alternatívu ku párovému Studentovmu t-testu v prípade, že nevieme zaručiť normalitu dát.

Nech hodnota n predstavuje počet dát, v tomto prípade rovnaký pre X aj pre Y. Použitie testu potom vyžaduje nasledovné predpoklady:

- dáta $X_1, ..., X_n$ sú nezávislé, rovnako rozdelené a zo spojitého rozdelenia,
- dáta $Y_1, ..., Y_n$ sú nezávislé, rovnako rozdelené a zo spojitého rozdelenia,
- hustoty dát f_X a f_Y sa líšia nanajvýš posunom Δ, ktorý má neznámu hodnotu,

- rozdiely dvojíc $(X_1 - Y_1), ..., (X_n - Y_n)$ sú symetricky rozdelené okolo Δ.

Na základe týchto predpokladov potom testujeme, či sú rozdiely dvojíc dát symeticky rozdelené okolo 0. To je ekvivalentné tomu, či sa stredy symetrie jednotlivých súborov dát navzájom rovnajú. Testujeme teda hypotézy:

$$\begin{aligned} H_0 &: \Delta = 0, \\ H_1 &: \Delta \neq 0. \end{aligned}$$

Wilcoxonov signed rank test využíva vo svojom postupe priraďovanie tzv. rankov jednotlivým rozdielom dvojíc dát a to nasledovným spôsobom:

1. Vypočítame absolútne hodnoty rozdielov dvojíc dát $|X_i - Y_i|$.

2. Tieto absolútne hodnoty zoradíme od najmenšej po najväčšiu, priradíme jej poradové číslo a označíme ho príslušným rankom R_i.

3. Testová štatistika potom vyzerá nasledovne:

$$W = \sum_{i=1}^{n} sgn(X_i - Y_i) \cdot R_i.$$

Stredná hodnota a disperzia testovej štatistiky W sú rovné:

$$\begin{aligned} E(W) &= 0, \\ D(W) &= \frac{n(n+1)(2n+1)}{6}. \end{aligned}$$

Pri dostatočne veľkom množstve dát je podľa centrálnej limitnej vety rozdelenie testovej štatistiky W asymptoticky normálne a platí:

$$\frac{W - E(W)}{\sqrt{D(W)}} \dot{\sim} \mathcal{N}(0, 1).$$

Za tohto predpokladu potom pri obojstrannom teste hypotézu H_0 zamietame, ak je hodnota testovej štatistiky W po štandardizácii menšia alebo väčšia ako kritické hodnoty normálneho rozdelenia. Alternatívne vieme test upraviť aj na jednostranný, ak chceme testovať hypotézy s nerovnosťami.

V našom experimente sme vlastnosť asymptotickej normality často využívali, keďže sme mali k dispozícii dostatočne veľký počet dát.

3.2 Wilcoxonov rank sum test a Mann-Whitneyho U test

Wilcoxonov rank sum test a Mann-Whitneyho U test sú neparametrické testy, ktoré sa používajú na porovnávanie dvoch nezávislých súborov dát. Sú alternatívou Studentovho dvojvýberového t-testu v prípade, že nevieme zaručiť normalitu dát.

Nech hodnota m predstavuje počet dát pre X a hodnota n počet dát pre Y. Oba testy potom vyžadujú nasledovné predpoklady:

- dáta $X_1, ..., X_m$ sú nezávislé, rovnako rozdelené a zo spojitého rozdelenia,
- dáta $Y_1, ..., Y_n$ sú nezávislé, rovnako rozdelené a zo spojitého rozdelenia,
- hustoty dát f_X a f_Y sa líšia nanajvýš posunom Δ, ktorý má neznámu hodnotu,
- oba súbory dát sú navzájom nezávislé.

Za týchto predpokladov máme potom nasledovné hypotézy:

$$\begin{aligned} H_0 &: \Delta = 0, \\ H_1 &: \Delta \neq 0. \end{aligned}$$

Pri Wilcoxonovom rank sum teste je postup nasledovný:

1. Oba dátové súbory spojíme do jedného tzv. *pooled sample*.
2. Tieto hodnoty zoradíme podľa veľkosti a priradíme im ranky R_i.
3. Testová štatistika potom vyzerá nasledovne:

$$S = \sum_{i=1}^{m} R_i.$$

Znamená to, že testová štatistika obsahuje iba ranky prislúchajúce dátam X_i.

Mann-Whitneyho U test sa postupne pozerá na všetky dvojice X_i a Y_j a sčítava počet prípadov, v ktorých je hodnota X_i väčšia ako hodnota Y_j. Testová štatistika má teda v tomto prípade nasledovný tvar:

$$\begin{aligned} U &= \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} V(X_i, Y_j), \\ V(X,Y) &= \begin{cases} 1 & \text{ak } X_i > Y_j, \\ 0 & \text{ak } X_i \leq Y_j. \end{cases} \end{aligned}$$

Jednoduchými úpravami testových štatistík sa vieme dopracovať ku vzťahu:

$$S = U + \frac{m \cdot (m+1)}{2}.$$

Vidíme teda, že testové štatistiky oboch testov sa rovnajú až na posun o konštantu, preto sú testy navzájom zameniteľné. Teda ak jeden test zamietne nulovú hypotézu, musí ju zamietnuť aj ten druhý. Ďalej budeme počítať s Mann-Whitneyho testovou štatistikou U.

Stredná hodnota a disperzia testovej štatistiky U sú rovné:

$$\begin{aligned} E(U) &= \frac{m \cdot n}{2}, \\ D(U) &= \frac{m \cdot n \cdot (m+n+1)}{12}. \end{aligned}$$

Opäť platí, že pri dostatočne veľkom množstve dát je rozdelenie testovej štatistiky U asymptoticky normálne. Podľa článku [13] na asymptotickú normalitu postačuje, ak je počet dát v každom zo súborov väčší ako osem. Potom platí:

$$\frac{U - E(U)}{\sqrt{D(U)}} \dot{\sim} \mathcal{N}(0,1).$$

Hypotézu H_0 potom zamietame, ak je táto hodnota menšia alebo väčšia ako kritické hodnoty normálneho rozdelenia. Testy opäť vieme upraviť aj na jednostrannú alternatívu.

3.3 Úprava testov v prípade zhôd

V reálnych situáciách, ako je aj náš experiment, je často ťažké zaručiť, že dáta budú pochádzať zo spojitého rozdelenia. Vtedy môže nastať situácia, že sa objavia tzv. *ties* alebo zhody, čo znamená, že máme v dátach viacero rovnakých údajov. V takom prípade vzniká problém, ako jednotlivým hodnotám priradiť ranky.

V tejto podkapitole si uvedieme, ako upraviť vyššie spomenuté neparametrické testy, keď sa v dátach objavia zhody.

Pozrime sa najprv, akým spôsobom sa určujú ranky, ak máme viacero rovnakých hodnôt. Vtedy dostane každá hodnota namiesto pôvodného ranku tzv. mid-rank, ktorý sa vypočíta ako priemer rankov, ktoré by mali hodnoty dostať pôvodne. Tento postup sa využíva v každom z uvedených testov. Uveďme si to na príklade.

Majme päť rovnakých hodnôt, ktoré by mali dostať ranky 1 až 5. Keďže sa všetky hodnoty rovnajú, nevieme ich zoradiť podľa veľkosti. Aby sme určili hodnotu mid-ranku, spravíme priemer rankov 1 až 5, čiže $\frac{1+2+3+4+5}{5} = 3$. Mid-rank pre všetkých päť hodnôt bude teda 3. Ak by sme mali párny počet rankov, napríklad 1 až 4, mid-rank by mal hodnotu 2.5.

Pri Wilcoxonovom signed rank teste sa postup zmení nasledovne. Najprv z dát vylúčime všetky údaje, pri ktorých je rozdiel $X_i - Y_i$ rovný nule, teda párové hodnoty sa zhodujú. Počet dát n sa potom zmení na n', kde $n \geq n'$. Následne sa vypočítajú absolútne hodnoty rozdielov $|X_i - Y_i|$ a priradia sa im mid-ranky R_i^*. Testová štatistika je potom rovná:

$$W^* = \sum_{i=1}^{n'} sgn(X_i - Y_i) \cdot R_i^*.$$

Potom môžeme opäť využiť asymptotickú normalitu ak je n' dostatočne veľké a hypotézu H_0 zamietame, ak je hodnota testovej štatistiky W^* po štandardizácii menšia alebo väčšia ako kritické hodnoty normálneho rozdelenia.

Wilcoxonov rank sum test a Mann-Whitneyho U test taktiež namiesto rankov využívajú mid-ranky. Ich testové štatistiky sa zmenia nasledovným spôsobom:

$$\begin{aligned} S^* &= \sum_{i=1}^{m} R_i^*, \\ U^* &= \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} V(X_i, Y_j), \\ V(X,Y) &= \begin{cases} 1 & \text{ak } X_i > Y_j, \\ \frac{1}{2} & \text{ak } X_i = Y_j, \\ 0 & \text{ak } X_i < Y_j. \end{cases} \end{aligned}$$

Po úprave testových štatistík s pridaním mid-rankov platí vzťah:

$$S^* = U^* + \frac{m \cdot (m+1)}{2},$$

tým pádom sú oba testy navzájom zameniteľné. Opäť potom môžeme využívať asymptotickú normalitu testovej štatistiky U^*, ak máme k dispozícii dostatočne veľké množstvo dát.

4 Vlastný experiment

Počas štúdia literatúry súvisiacej s problémom čierneho pasažiera sme spozorovali, že častým znakom experimentov bolo osobné stretnutie účastníkov, ktoré im umožnilo, aby sa navzájom priamo alebo nepriamo ovplyvňovali. Za týchto podmienok sa potom ľahko testovalo, ako výsledok závisí napríklad od komunikácie medzi subjektami alebo od zisku reálnej finančnej odmeny priamo vyplývajúcej z ich rozhodnutia.

Bohužiaľ, v čase písania našej diplomovej práce sme sa nachádzali uprostred svetovej pandémie a takúto formu experimentu pre nás nebolo možné zorganizovať. Rozhodli sme sa preto vyrobiť anonymný internetový dotazník, v ktorom sme nasimulovali experiment podobný tým ostatným. Vďaka tejto neideálnej forme sme samozrejme počítali aj s väčšou nepresnosťou výsledkov.

Aby sme využili plný potenciál dotazníka, zakomponovali sme doňho navyše anonymný prieskum týkajúci sa verejných statkov, ktorý nám slúžil ako ďalší príklad možnosti využitia experimentálnej ekonómie. Taktiež sme pomocou neho vedeli porovnať, či sa ľudia správajú rovnakým spôsobom v hypotetickej situácii ako aj v reálnom živote.

4.1 Experimenty so spoločným účtom

V prvej časti sme vykonali sériu experimentov, v ktorých účastníci dostali k dispozícii istú sumu peňazí a mali sa rozhodnúť, akou časťou prispejú na spoločný účet. Z tohto účtu následne plynul zisk, ktorý bol rovnaký pre všetkých účastníkov bez ohľadu na výšku ich individuálneho príspevku. V dotazníku sme postupne naznačili štyri situácie a úlohou respondenta bolo napísať, akú sumu by sa rozhodol investovať.

4.1.1 Návrh experimentov a očakávania

Inšpiráciou pre tieto experimenty bol príklad z knihy [11]. Našim cieľom bolo zreprodukovať tento experiment a zistiť, ako by zmena konkrétnych parametrov ovplyvnila celkový výsledok.

Na začiatku celého dotazníka sme sa respondentov pýtali na niekoľko základných informácií, ako je ich vek, pohlavie, najvyššie dosiahnuté vzdelanie alebo typ ich ekonomickej aktivity, teda či je respondent zamestnaný, študent, dôchodca a pod. Taktiež

sme chceli zistiť, aký je ich vzťah k riziku na stupnici od 1 po 5. Potom nasledovali samotné úlohy.

> *Otázka č.1:* *Nachádzate sa v skupine štyroch ľudí. Každý z vás dostane po 5 EUR. Z tejto sumy môžete ľubovoľnú časť vložiť na spoločný účet alebo nemusíte vložiť nič. Každý vkladá zvolené peniaze do samostatnej obálky, a preto nikto z účastníkov nepozná výšku vkladu ostatných.*
>
> *Peniaze na spoločnom účte sa potom spočítajú a ZDVOJNÁSOBIA. Výsledná suma sa rozdelí rovnakým dielom medzi všetkých štyroch účastníkov bez ohľadu na to, koľko vložil na účet každý jednotlivec. Peniaze, ktoré ste na účet nevložili, vám zostanú.*
>
> *Koľko peňazí by ste vložili na spoločný účet?*
>
> *Koľko peňazí by ste vložili na spoločný účet, ak by sa výška vkladov neskôr zverejňovala?*

Zo zadania teda vyplýva, že celkový zisk jednotlivca by bola polovica celkovej vyzbieranej sumy na spoločnom účte plus peniaze, ktoré do účtu nevložil. Aké boli naše očakávania?

Podľa knihy [11] predikcia z teórie hier a ekonomickej teórie hovorí, že nikto z účastníkov neprispeje žiadnou sumou. Podľa tejto teórie je dominantnou stratégiou zvoliť 0 EUR, pretože každé investované euro prináša prispievateľovi zisk iba 0.50 EUR a zvyšným účastníkom 1.50 EUR a to bez ohľadu na to, čo spravia ostatní. Práve tu môžeme vidieť tzv. problém verejných statkov (tiež známy ako public goods problem alebo social dilemma), keďže nastáva rozpor medzi záujmom jednotlivca a skupiny. Z pohľadu skupiny by bolo pre všetkých najvýhodnejšie investovať celých 5 EUR a dostať tak zisk 10 EUR pre každého.

Samozrejme existujú aj iné teórie. Sociologicko-psychologická predikcia hovorí, že každý z účastníkov prispeje aspoň nejakou časťou svojich peňazí a vďaka nesebeckosti a sociálnym normám môže dôjsť aj k tomu, že všetci prispejú celým svojim majetkom, teda na účet vložia 5 EUR.

Na základe experimentov opisovaných v kapitole 2 sme predpokladali, že výsledky sa budú pohybovať niekde medzi týmito dvomi teóriami a účastníci prispejú okolo 50%

zo svojho majetku. Ak by sa rozhodnutia účastníkov mali vyhlasovať verejne, predpokladali sme zvýšenie hodnoty príspevkov. Tento predpoklad vyplýva z psychologickej stránky experimentu, či už kvôli pocitu viny alebo sociálnym normám.

> *Otázka č.2: Výsledkom prvého experimentu bolo, že celková suma na spoločnom účte dosiahla 10 EUR.*
>
> *Experiment teraz zopakujeme ešte raz. Opäť dostanete 5 EUR a rozhodujete sa, akou sumou by ste prispeli na spoločný účet za tých istých podmienok. Nikto nepozná výšku Vášho vkladu.*
>
> *Koľko peňazí by ste vložili na spoločný účet?*
>
> *Koľko peňazí by ste vložili na spoločný účet, ak by sa výška vkladov neskôr zverejňovala?*

V druhom prípade sme do experimentu zahrnuli prvok opakovania. Účastník sa teda dozvedel, aké boli výsledky prvého kola a pokus zopakoval ešte raz za tých istých podmienok. Keďže sme nemali možnosť získať reálne výsledky prvého kola, v dotazníku sme určili fiktívnu sumu v hodnote 10 EUR na základe našich očakávaní.

Očakávania v prípade opakovania experimentu sú, že čím viac kôl experiment má, tým nižšie sumy budú účastníci investovať. Postupne sa tak všetci dostanú do bodu, v ktorom už nikto neprispeje žiadnou sumou. Takýto trend sme mohli vidieť aj vo výsledkoch experimentov R. M. Isaaca v podkapitolách 2.4 a 2.5. Dôvodom je, že ak účastník prispel vyššou sumou než všetci ostatní, ako jednotlivcovi sa mu to neoplatilo a v ďalšom kole bude chcieť prispieť menej.

Ukážme si to na príklade. Celková vyzbieraná suma je 10 EUR, pričom rozdelenie príspevkov bolo 5 EUR, 2.5 EUR, 2.5 EUR a 0 EUR. Prvý účastník, ktorý vložil 5 EUR, mal zisk zo spoločného účtu 5 EUR a teda svojou investíciou nič nezarobil. Navyše svojim príspevkom daroval ostatným účastníkom spoločne 7.5 EUR. Druhý aj tretí účastník, ktorí obaja vložili po 2.5 EUR, dostali naspäť taktiež 5 EUR, teda ich čistý zisk bol 2.5 EUR. Najvyšší čistý zisk mal štvrtý účastník, keďže na spoločný účet nevložil nič, ale dostal naspäť zisk 5 EUR ako všetci ostatní. V tomto prípade sa dá vidieť, že čím menšia investícia, tým vyšší čistý zisk. Ak účastník rozmýšľa racionálne, v ďalšom kole na účet prispeje menšou sumou.

Pomocou dotazníka sa viackolový experiment realizuje ťažko práve preto, že nevieme zistiť výsledky predchádzajúcich kôl. Napriek tomu sme to zahrnuli ako jednu z otázok, aby sme zistili, či už po prvom kole nastáva zmena rozhodnutia účastníkov. A podobne ako v prvom kole sme očakávali, že pri zverejňovaní volieb budú sumy vyššie ako pri anonymnom príspevku.

> *Otázka č.3: V treťom experimente sa opäť nachádzate v skupine štyroch ľudí. Každý z vás má k dispozícii 5 EUR a rozhodujete sa, akou sumou by ste prispeli na spoločný účet. Výška vkladu je opäť anonymná.*
>
> *Zisk zo spoločného účtu vám vyplatia iba vtedy, ak spoločne dosiahnete sumu 12 EUR alebo viac. Ak túto sumu spoločne nedosiahnete, prídete o všetky peniaze, ktoré ste na účet vložili. Ak cieľ splníte, výsledná suma sa STROJNÁSOBÍ a rozdelí rovnakým dielom medzi všetkých účastníkov.*
>
> *Koľko peňazí by ste vložili na spoločný účet?*

V treťom experimente sme pridali riziko možnej straty peňazí pri nesplnení podmienky, pričom sme ako kompenzáciu zvýšili hodnotu možného zisku. Inšpiráciou tejto časti bol experiment Petra Bohma, ktorý sme podrobne opísali v podkapitole 2.1. V ňom museli účastníci nazbierať 500 švédskych korún, aby mohli uvidieť predtým nevysielaný program dvoch známych komikov.

Očakávali sme, že účastník bude chcieť prispieť vyššou sumou, keďže má vyhliadku na vyšší zisk a nechce o svoje peniaze prísť v prípade nedosiahnutia určeného minima. Predpokladali sme teda, že väčšina príspevkov bude buď 3 EUR, ak účastník verí v spravodlivú hru, kde by mal každý zaplatiť aspoň štvrtinu požadovanej sumy, alebo bude hodnota príspevku vyššia, ak účastník svojim spoluhráčom neverí, ale stále chce danú hranicu dosiahnuť.

> *Otázka č.4: V poslednom experimente sa nachádzate v skupine DESIATICH ľudí. Každý z vás má k dispozícii 5 EUR a rozhodujete sa, akou sumou prispejete na spoločný účet. Výška vkladu je anonymná.*
>
> *Zisk zo spoločného účtu vám vyplatia iba vtedy, ak spoločne dosiahnete sumu 30 EUR alebo viac. Ak túto sumu nedosiahnete, prídete o peniaze, ktoré ste*

na účet vložili. Ak cieľ splníte, výsledná suma sa STROJNÁSOBÍ a rozdelí rovnakým dielom medzi všetkých účastníkov.

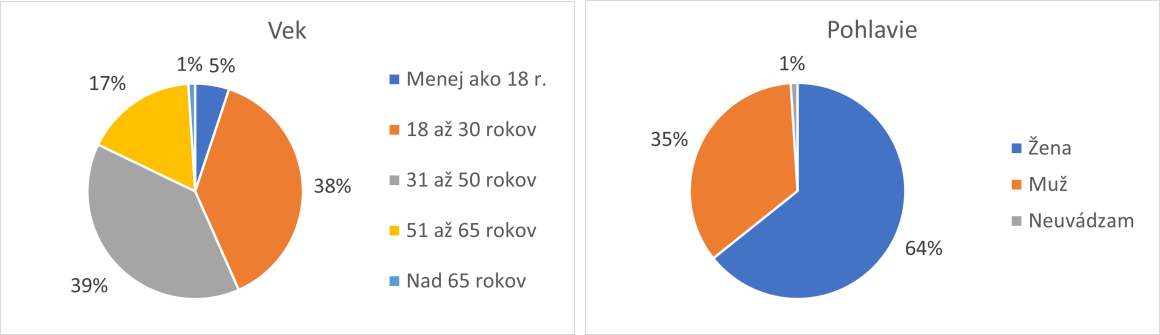
Koľko peňazí by ste vložili na spoločný účet?

Posledný prípad sa od predchádzajúceho líšil tým, že sme navýšili celkový počet osôb, ktorí sa experimentu zúčastnili. Navyše sme zvýšili aj minimálnu sumu, ktorú bolo potrebné nazbierať, aby bol účet ziskový. Táto zmena bola však úmerná zmene počtu účastníkov experimentu. Ak by sa teda na naplnenie hranice prispievalo spravodlivo medzi všetkými respondentami, výška príspevku jednotlivca by mala ostať aj po zmenení pravidiel rovnaká.

V poslednom experimente sme očakávali, že so zvýšeným počtom ľudí budú vo výsledku nižšie hodnoty príspevkov. Účastník môže veriť, že viac ľudí prispeje vyššie sumy a on tak môže prispieť menej. Druhý pohľad na situáciu by mohol byť taký, že sa hranica po zvýšení nedosiahne. V tom prípade účastník nebude svoj majetok riskovať a nechá si ho radšej pre seba.

4.1.2 Výsledky dotazníka

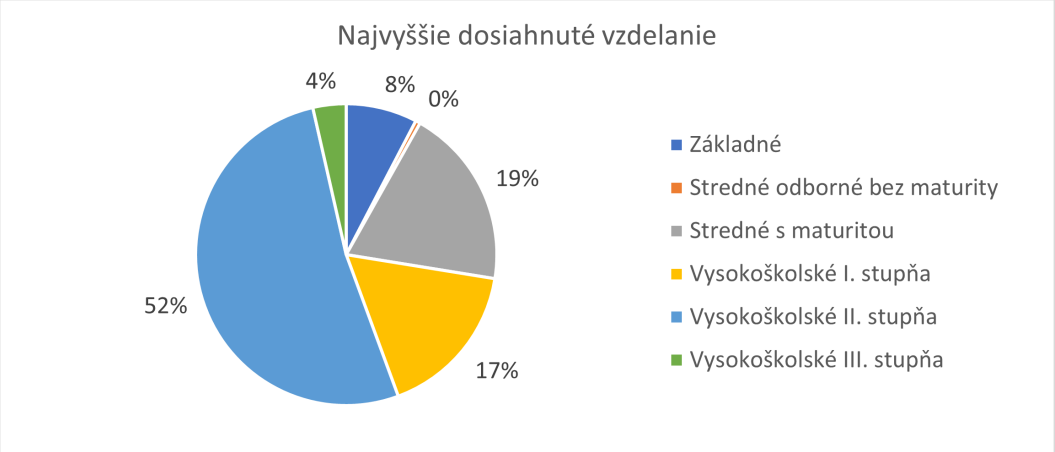
Dotazník bol sprístupnený na internete vo forme Google formuláru od 16. decembra 2020 do 28. decembra 2020. Spoločne ho vyplnilo 199 respondentov. Niektoré z odpovedí však nemohli byť zahrnuté z dôvodu nesprávneho vyplnenia otázky alebo jej nedostatočnému porozumeniu. Po ich odstránení nám ostal konečný počet dát 196.



Obr. 1: Vek a pohlavie respondentov.

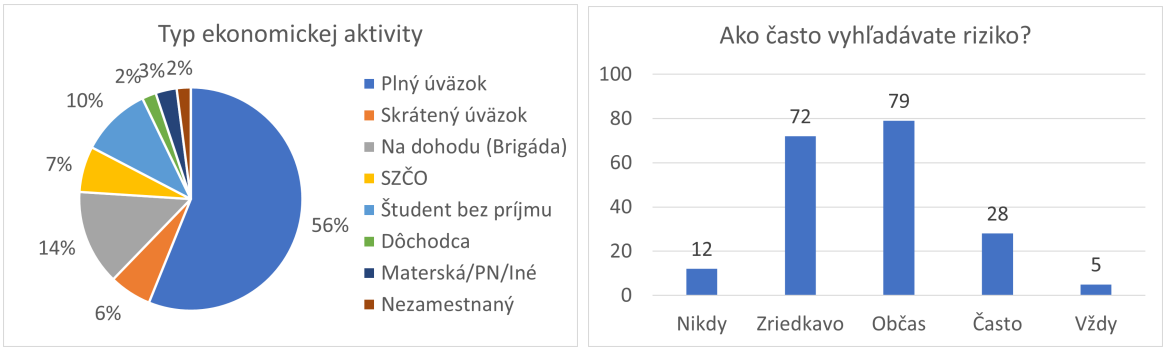
Na obrázku 1 máme zobrazené grafy naznačujúce rozdelenie respondentov podľa ich veku a pohlavia. Pri rozosielaní dotazníka sa nám podarilo obsiahnuť všetky vekové

skupiny, avšak až takmer 80% respondentov patrilo do vekových skupín „18 až 30 rokov“ alebo „31 až 50 rokov“. Čo sa týka rozdelenia podľa pohlavia, približne dve tretiny z respondentov tvorili ženy.



Obr. 2: Najvyššie dosiahnuté vzdelanie respondentov.

Rozdelenie podľa najvyššieho dosiahnutého vzdelania nám zobrazuje graf na obrázku 2. Ukazuje, že polovica respondentov dosiahla vysokoškolské vzdelanie druhého stupňa, druhú najväčšiu skupinu tvorili respondenti so stredoškolským vzdelaním s maturitou.



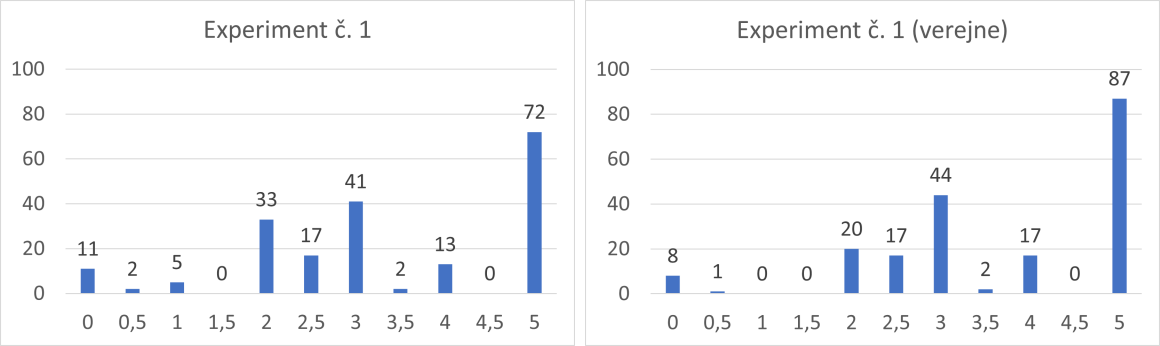
Obr. 3: Typ ekonomickej aktivity respondenta a jeho vzťah k riziku.

Obrázok 3 zobrazuje grafy posledných dvoch informácií o respondentoch. V prvom z nich máme rozdelenie podľa typu ekonomickej aktivity, teda aký má respondent príjem. V dotazníku bolo možné vybrať si aj viac ako jednu odpoveď, v takom prípade sme respondenta vo vyhodnocovaní výsledkov zaradili do možnosti s potenciálne vyšším

príjmom. Väčšina našich respondentov pracovala na plný úväzok.

V poslednej otázke nám respondenti mali povedať, aký majú vzťah k riziku na stupnici od 1 do 5. Ukázalo sa, že iba malé percento zúčastnených riziko vyhľadáva, väčšina má buď mierny vzťah k riziku alebo sa mu skôr vyhýba.

Teraz sa už môžeme pozrieť na to, ako respondenti reagovali na situácie, ktoré sme v jednotlivých experimentoch vytvorili.



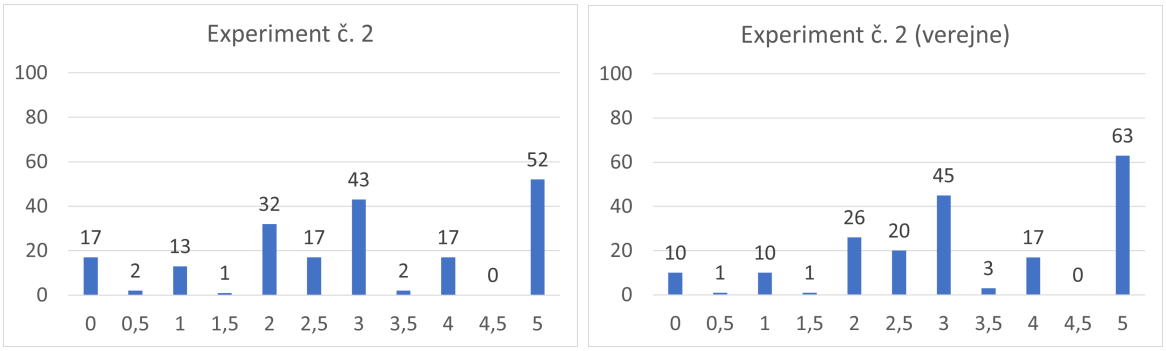
Obr. 4: Experiment č. 1.

Obrázok 4 znázorňuje výsledky prvej úlohy, v ktorej mali účastníci určiť, akú časť svojho majetku vložia na spoločný účet. V grafe naľavo vkladali peniaze anonymne, napravo je zobrazený prípad, kde sa výšky jednotlivých príspevkov medzi účastníkmi zverejňovali. Pre správne pochopenie grafov je nutné poznamenať, že číslo 0.5 na vodorovnej osi predstavuje výšku príspevkov na intervale $(0, 0.5]$ a číslo 1 predstavuje hodnoty na intervale $(0.5, 1]$.

Prvé, čo si môžeme z grafov všimnúť je, že približne 35%-40% respondentov vložilo na spoločný účet všetok svoj majetok, teda celých 5 EUR. Podobný jav sa opakoval aj v ďalších experimentoch. Je možné, že sa tak stalo vďaka zlému nastaveniu otázok, čo sme si nanešťastie uvedomili až po zverejnení dotazníka. Niektorí ľudia totiž považujú sumu 5 EUR za zanedbateľnú, preto im nezáleží na tom, koľko z nej investujú a koľko si ponechajú ako istý zisk. Na tento fakt budeme musieť prihliadať, keďže neexistuje možnosť, ako týchto respondentov oddeliť od ostatných.

Graf prvého experimentu naznačuje, že veľká časť zvyšných respondentov mala tendenciu vkladať na účet sumy vo výške od 2 do 3 EUR, čo predstavuje 40%-60%. Výsledok teda súhlasí s našimi očakávaniami. Taktiež môžeme vidieť mierny nárast prís-

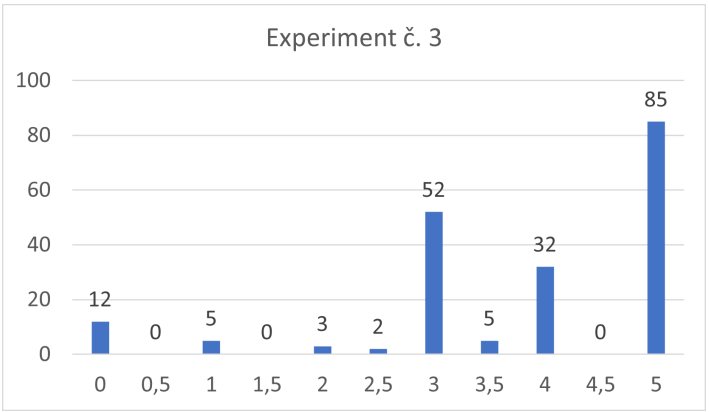
pevkov v prípade, keď by sa ich hodnoty medzi účastníkmi zverejňovali. Tieto, ako aj ďalšie zdania z výsledkov, bolo však potrebné aj štatisticky otestovať.



Obr. 5: Experiment č. 2.

V druhej úlohe sa experiment opakoval ešte raz s informáciou, že v prvom kole sa na účet vyzbieralo celkovo 10 EUR. Výsledky tejto časti sú zobrazené na obrázku 5, pričom graf napravo zobrazuje výšky príspevkov v prípade ich zverejňovania.

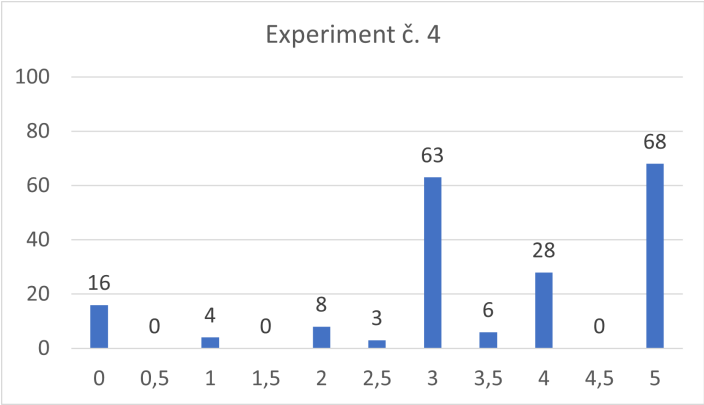
Už na prvý pohľad môžeme vidieť, že výška príspevkov sa oproti prvému kolu znížila. Posledný stĺpec grafu ukazuje, že počet ľudí ochotných investovať celých 5 EUR klesol. Naopak počet ľudí, ktorí nevložili na účet žiadnu sumu, sa mierne zvýšil. Tento fakt sa opäť zhoduje s očakávaniami, ktoré sme predostreli v podkapitole 4.1.1. A podobne ako aj v prvom experimente môžeme poznamenať, že sumy pri zverejňovaní sa zdajú byť vyššie oproti prípadu anonymného prispievania v grafe naľavo.



Obr. 6: Experiment č. 3.

Na obrázku 6 vidíme výsledky tretieho experimentu, v ktorom sme pridali riziko

straty vložených peňazí pri nedosiahnutí určenej hranice. Ako sme predpokladali, väčšina príspevkov má hodnotu vyššiu alebo rovnú trom eurám, čo je viac ako v prvom experimente. Účastníci chcú túto stanovenú hranicu dosiahnuť, a to buď preto, aby zabránili strate peňazí, alebo aby získali vyššiu odmenu.



Obr. 7: Experiment č. 4.

Výsledky posledného experimentu sú zobrazené na obrázku 7. Účastníci v ňom riešili podobný prípad ako v predchádzajúcej časti s tým rozdielom, že na experimente sa zúčastnilo väčšie množstvo ľudí. Vidíme, že väčšina respondentov stále nevolila sumy menšie ako tri eurá. Počet ľudí vkladajúci celý svoj majetok sa však značne znížil, a tým sa znížila aj priemerná výška príspevku, čo opäť súhlasí s našimi očakávaniami.

Zhrňme si teraz všetky hypotézy, ktoré sme vyvodili z prvých výsledkov experimentov:

1. Priemerná výška príspevkov sa zvýši, ak sa ich hodnoty budú zverejňovať.
2. Priemerná výška príspevkov sa zníži, ak sa experiment opakuje v ďalšom kole.
3. Priemerná výška príspevkov sa zvýši pri zverejňovaní aj pri opakovaní experimentu.
4. Priemerná výška príspevkov sa zvýši po pridaní rizika straty peňazí.
5. Priemerná výška príspevkov sa zníži pri väčšom počte účastníkov.

V nasledujúcej časti sa pozrieme na to, či sme tieto hypotézy potvrdili alebo zamietli po použití štatistických testov na našich dátach.

4.1.3 Testovanie hypotéz

V tejto podkapitole si postupne prejdeme všetkých päť hypotéz, ktoré sme si stanovili v predchádzajúcej časti. Pre zjednodušenie sme si experimenty postupne označili skratkami E1 až E4, v prípade zverejňovania sme určili označenie E1v alebo E2v. Dáta sme analyzovali pomocou štatistického softvéru R.

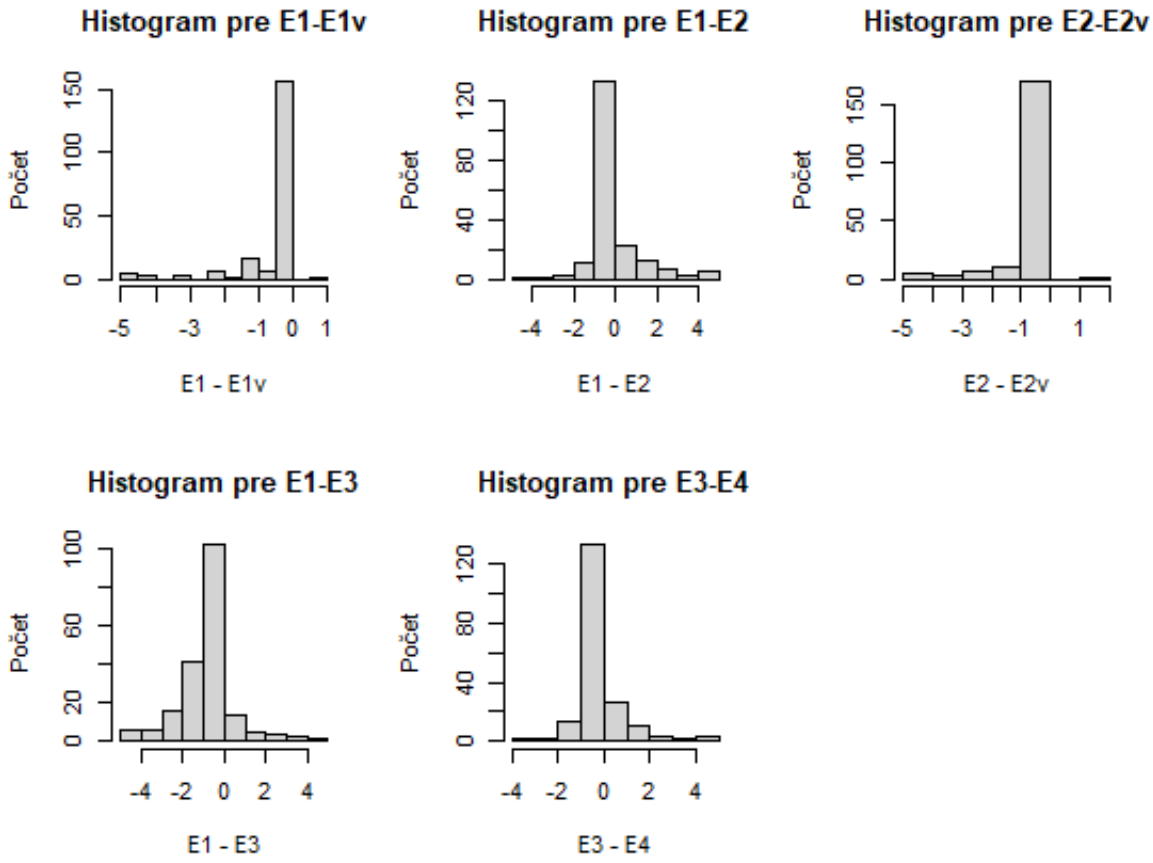
Základné popisné štatistiky jednotlivých experimentov sú zobrazené v tabuľke 7. Zaujímali nás hlavne ich stredné hodnoty, keďže práve tie sme chceli porovnávať.

	Min	Medián	Str. hodnota	Max	Smer. odchýlka	Var
E1	0	3.0	3.2602	5	1.5180	2.3043
E1v	0	4.0	3.7061	5	1.3816	1.9089
E2	0	3.0	2.9595	5	1.5757	2.4829
E2v	0	3.0	3.2939	5	1.4747	2.1749
E3	0	4.0	3.8159	5	1.4041	1.9714
E4	0	3.5	3.5017	5	1.4659	2.1488

Tabuľka 7: Popisné štatistiky pre jednotlivé experimenty.

Pred samotným testovaním sme sa pozreli na normalitu dát. Avšak už z grafov jednotlivých experimentov zobrazených na obrázkoch 4 až 7 sa dá predpokladať, že dáta nebudú pochádzať z normálneho rozdelenia. Naše zdanie sme overili aj pomocou Shapiro-Wilkovho testu, ktorý v každom zo šiestich prípadov nulovú hypotézu normality dát zamietol.

Ďalej sme potrebovali overiť, že rozdiely dát $X_i - Y_i$ sú symetricky rozdelené. Je to jeden z dôležitých predpokladov pre Wicoxonov signed rank test, ktorý sme v tejto časti využívali. Túto vlastnosť vieme ľahko overiť pomocou histogramov zobrazených na obrázku 8. Z nich sa zdá, že vo všetkých prípadoch sú dáta symetricky rozložené približne okolo stredovej hodnoty 0.



Obr. 8: Histogramy rozdielov testovaných dát.

Pri testovaní pomocou Wilcoxonovho signed rank testu sme predpokladali, že sa v dátach nachádzajú zhody. Taktiež si z histogramov môžeme všimnúť, že veľké množstvo rozdielov je rovných nule, čo naznačuje, že viacero respondentov odpovedalo rovnakým spôsobom na obe otázky. Test v takom prípade nie je schopný vypočítať presnú p-hodnotu. Používali sme preto jeho aproximáciu normálnym rozdelením, keďže sme mali k dispozícii dostatočne veľké množstvo dát.

1. Priemerná výška príspevkov sa zvýši, ak sa ich hodnoty budú zverejňovať.

V prvom prípade sme chceli zistiť, či je výška príspevkov signifikantne vyššia, ak sa peniaze na účet vkladajú verejne, oproti anonymnému prispievaniu. Z tabuľky 7 môžeme vidieť, že stredná hodnota E1 je rovná 3.2602, zatiaľ čo stredná hodnota E1v je 3.7061.

Naše hypotézy vyzerali nasledovne:

$$H_0 \ : \ \mu_{E1} \geq \mu_{E1v},$$
$$H_1 \ : \ \mu_{E1} < \mu_{E1v}.$$

Predpokladáme, že dáta sú párové, keďže sme v každej otázke zaznamenávali odpovede od tej istej skupiny ľudí. S týmto predpokladom sme počítali aj v ďalších testoch. Navyše dáta nepochádzajú z normálneho rozdelenia, preto sme na testovanie našej hypotézy zvolili Wilcoxonov signed rank test.

Výsledná testová štatistika vyšla $W = 16$ s p-hodnotou $4.361 \cdot 10^{-8}$. Hypotézu H_0 sme v tomto prípade zamietli a tým sa nám potvrdilo, že účastníci majú tendenciu vkladať na spoločný účet viac, ak sa výšky príspevkov zverejňujú.

2. Priemerná výška príspevkov sa zníži, ak sa experiment opakuje v ďalšom kole.

V ďalšej úlohe sme zisťovali, či účastníci vkladajú na účet menej, ak si ten istý experiment zopakujú aj v druhom kole. Z tabuľky 7 dostávame, že stredná hodnota E1 je 3.2602, zatiaľ čo stredná hodnota E2 sa rovná 2.9595.

Hypotézy boli tentoraz nasledovné:

$$H_0 \ : \ \mu_{E1} \leq \mu_{E2},$$
$$H_1 \ : \ \mu_{E1} > \mu_{E2}.$$

Po použití Wicoxonovho signed rank testu sme dostali hodnotu testovej štatistiky $W = 1687$ a p-hodnotu $2.479 \cdot 10^{-5}$. Test hypotézu H_0 teda zamietol, čím sa nám potvrdilo, že s opakovaním experimentu sa výška príspevkov znižuje.

3. Priemerná výška príspevkov sa zvýši pri zverejňovaní aj pri opakovaní experimentu.

Podobne ako v prvom prípade aj pri opakovaní experimentu sme sa pozerali na to, či sa hodnoty príspevkov zvýšia, ak sa budú zverejňovať. Stredné hodnoty pre E2 a E2v vyšli rovné 2.9595 a 3.2939.

Hypotézy sme určili nasledovne:

$$H_0 \ : \ \mu_{E2} \geq \mu_{E2v},$$
$$H_1 \ : \ \mu_{E2} < \mu_{E2v}.$$

Na vyhodnotenie sme opäť použili Wilcoxonov signed rank test. Z výsledkov ($W = 40$, p-hodnota $= 7.797 \cdot 10^{-6}$) sa zdá, že test hypotézu H_0 zamietol, a teda môžeme povedať, že aj v druhom kole experimentu sa pri zverejňovaní hodnota príspevkov zvyšuje.

4. Priemerná výška príspevkov sa zvýši po pridaní rizika straty peňazí.

V treťom experimente sme pridali riziko straty peňazí, ale zároveň sme zvýšili aj hodnotu spoločného zisku plynúceho z účtu. Tentoraz sme sa pozerali na stredné hodnoty E1 a E3, ktoré sú rovné 3.2602 a 3.8159.

Testované hypotézy vyzerali nasledovne:

$$H_0 \ : \ \mu_{E1} \geq \mu_{E3},$$
$$H_1 \ : \ \mu_{E1} < \mu_{E3}.$$

Výsledok Wilcoxonovho signed rank testu ($W = 1381.5$, p-hodnota $= 2.867 \cdot 10^{-6}$) zamietol hypotézu H_0 a preto môžeme povedať, že so zvýšeným rizikom a odmenou sa výška príspevkov zvyšuje.

5. Priemerná výška príspevkov sa zníži pri väčšom počte účastníkov.

V poslednom prípade sme testovali, ako sa zmení správanie respondentov, keď sa experimentu zúčastní väčší počet ľudí. V tomto prípade riziko ostalo rovnaké a hranica sa zvýšila úmerne zvýšenému počtu účastníkov. Stredné hodnoty pre E3 a E4 sa opäť podľa tabuľky 7 rovnajú 3.8159 a 3.5017.

Takto vyzerali hypotézy v poslednom prípade:

$$H_0 \ : \ \mu_{E3} \leq \mu_{E4},$$
$$H_1 \ : \ \mu_{E3} > \mu_{E4}.$$

Wilcoxonovho signed rank test ($W = 1605$, p-hodnota $= 2.002 \cdot 10^{-4}$) zamietol hypotézu H_0, čím sme potvrdili aj poslednú hypotézu, že pri väčšom počte účastníkov experimentu sa výška príspevkov znižuje.

4.1.4 Ďalšie testovania

V rámci testovania dát z prvej časti dotazníka sme sa pozreli aj na to, či by výška príspevkov na spoločný účet mohla závisieť aj od iných faktorov, ako sú napríklad vek, pohlavie alebo najvyššie dosiahnuté vzdelanie respondenta. Na odpovediach z experimentu E1 sme teda skúmali nasledovné hypotézy:

6. Priemerná výška príspevkov je rozdielna medzi mladšími a staršími respondentmi.
7. Priemerná výška príspevkov je rozdielna u mužov a u žien.
8. Priemerná výška príspevkov je rozdielna v závislosti od vzdelania.
9. Priemerná výška príspevkov je rozdielna v závislosti od typu ekonomickej aktivity respondenta.
10. Priemerná výška príspevkov je rozdielna v závislosti od sklonu k riziku.

Tentoraz sme nepracovali s párovými dátami, keďže sme v každom prípade rozdelili respondentov na dve skupiny podľa istého faktora. Opäť sme však predpokladali, že dáta nie sú z normálneho rozdelenia, preto sme v tejto časti používali Wilcoxonov rank sum test, respektíve Mann–Whitneyho U test.

Vo všetkých piatich prípadoch naše hypotézy vyzerali nasledovne:

$$\begin{aligned} H_0 &: \mu_1 = \mu_2, \\ H_1 &: \mu_1 \neq \mu_2. \end{aligned}$$

Výsledky testov sme spísali v tabuľke 8. Ako si môžeme všimnúť, testy v prvých štyroch prípadoch nezamietli hypotézu H_0, a teda neexistuje rozdiel vo výškach príspevkov vzhľadom na vek, pohlavie, vzdelanie alebo príjem respondentov.

Hypotézy	6.	7.	8.	9.	10.
Testová štatistika	4237	4775	5125	5059	2069
p-hodnota	0.2068	0.1738	0.3149	0.1251	0.0309

Tabuľka 8: Výsledky testovania hypotéz.

Odlišný výsledok sme dostali v prípade rozdelenia respondentov podľa ich vzťahu k riziku. Do prvej skupiny boli zaradení respondenti, ktorí vyhľadávajú riziko „Občas“, „Zriedkavo“ alebo „Nikdy“. Druhá skupina bola tvorená tými, ktorí zvolili možnosť „Často“ alebo „Vždy“. Stredná hodnota výšky príspevkov prvej a druhej skupiny bola rovná 3.2393 a 3.8791. Zdá sa teda, že stredné hodnoty sú rozdielne a respondenti so sklonom k riziku majú tendenciu prispievať viac. Test s p-hodnotou 0.0309 hypotézu H_0 zamietol a naše zdanie o nerovnosti stredných hodnôt sa tým potvrdilo.

4.1.5 Zhrnutie experimentov

V prvej časti sme si stanovili päť hypotéz, ktoré prirodzene vyplynuli z počiatočných výsledkov nášho dotazníka. Týkali sa určovania výšky príspevkov do spoločného systému a ako sa táto výška menila so zmenou istých podnetov.

Po použití štatistických testov sa nám potvrdili všetky očakávania, ktoré sme ohľadom týchto zmien mali. Zdá sa, že s pridaním zverejňovania príspevkov sa ich výška zvyšuje a s opakovaním experimentu sa výška príspevkov naopak znižuje. Ak pridáme riziko straty peňazí, ale zvýšime motiváciu odmeny, výška príspevkov sa zvýši. Avšak ak do experimentu pridáme väčší počet účastníkov, ochota prispievať sa zníži. Všetky tieto očakávania boli podporené aj výsledkami experimentov z histórie, z ktorých viaceré sme si opisovali v kapitole 2.

Navyše sme chceli ešte otestovať, či výsledok neovplyvňujú aj iné faktory, ako vlastnosti samotných účastníkov. Určili sme preto ďalších päť hypotéz, ktoré porovnávali priemernú výšku príspevkov v závislosti od veku, pohlavia, vzdelania, typu ekonomickej aktivity a vzťahu k riziku respondenta. Zo všetkých sme však nezamietli iba hypotézu hovoriacu o tom, že priemerná výška príspevkov je rozdielna v závislosti od sklonu k riziku.

4.2 Prieskum o internetovom pirátstve

Druhá časť dotazníka sa venovala problému čierneho pasažiera v súvislosti s verejnými statkami. V prieskume sme sa zamerali na sledovanie filmov a seriálov prostredníctvom internetu. Prečo sa to dá považovať za verejný statok?

Ako sme si už pripomenuli v definícii na začiatku kapitoly 2, verejný statok má dve základné vlastnosti: nedeliteľnosť a nevylúčiteľnosť zo spotreby. Úroveň spotreby jedného človeka teda neznižuje spotrebu ostatných a nikto nemôže byť vylúčený z využívania týchto statkov. Navyše sa náklady na verejný statok nezvyšujú pri pridaní ďalšieho spotrebiteľa.

Na filmy a seriály sa bežne táto definícia samozrejme nevzťahuje. Avšak s príchodom internetu, ktorý je každodennou súčasťou väčšiny ľudí na svete, sa každému človeku otvoril prístup nielen k legálnym, ale aj nelegálnym spôsobom, ako ich možno sledovať. Filmy a seriály sa tak stávajú verejným statkom, keďže pri nich vďaka tomuto dôvodu platí aj nedeliteľnosť aj nevylúčiteľnosť zo spotreby. Potom môžeme hovoriť aj o probléme čierneho pasažiera, keďže je nemožné zabrániť užívateľom, aby získavali úžitok zo spotreby produktu, či už zaň zaplatia alebo nie. Podľa [3] sa týmto internetové pirátstvo stalo rastúcim a zdanlivo nezastaviteľným zdrojom zlyhania trhu.

4.2.1 Návrh prieskumu

Našim anonymným prieskumom sme sa snažili zistiť, či sa ľudia v rámci oblasti filmov a seriálov správajú ako čierni pasažieri alebo či využívajú legálne spôsoby, ako sa k produktom dostať. Respondenti mali odpovedať na deväť jednoduchých otázok, pričom ich znenie bolo nasledovné:

1. Sledujete filmy alebo seriály CEZ INTERNET?

Táto otázka slúžila hlavne pre potrebu selekcie účastníkov. Ak respondent odpovedal „Nie“, ďalšie otázky mu už nemalo zmysel klásť a dotazník sa tým preňho skončil. Pri ďalších otázkach si respondenti vyberali odpoveď z viacerých dostupných možností.

2. Uveďte, koľko z týchto streamovacích služieb máte predplatených: Netflix, HBO GO, Amazon Prime Video, Apple TV+, dafilms, Edisonline, Aerovod.

3. Ako často si sťahujete filmy a seriály zo stránok ako Uloz.to, Webshare, 1337x, The Pirate Bay a pod.?

4. Ako často pozeráte filmy alebo seriály ONLINE na stránkach ako sú SledujSerialy.to, Kukaj.to, YouTube a pod.?

5. Považujete pozeranie filmov a seriálov online na stránkach ako SledujSerialy.to, Kukaj.to, YouTube a pod. za internetové pirátstvo?

6. Zdá sa Vám, že poplatok za streamovacie služby je príliš vysoký vzhľadom na obsah, ktorý ponúkajú? (Ako príklad uvádzame Netflix, ktorý ponúka približne 6 tisíc filmových a seriálových titulov za 12 EUR mesačne.)

7. Máte dostatok informácií o tom, ako sledovať filmy a seriály legálnym spôsobom?

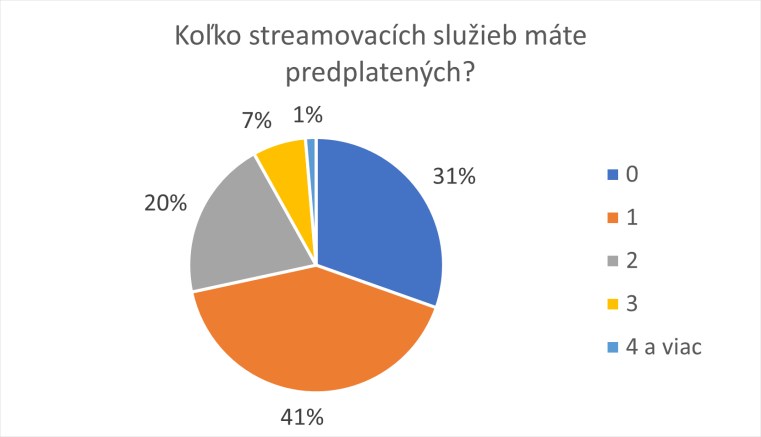
8. Do kín práve prišiel nový film, ktorý chcete vidieť. Zároveň viete, že je už dostupný aj na nelegálnych internetových stránkach. Ako by ste sa rozhodli?

9. Vyberte najviac tri dôvody, vďaka ktorým by ste si nelegálne stiahli film alebo seriál.

V poslednej otázke sme dali respondentom na výber z jedenástich možných dôvodov, kvôli ktorým by mohli sťahovať filmy alebo seriály z nelegálnych stránok. Navyše však mali možnosť dopísať aj vlastný dôvod, keďže sme v dotazníku určite všetky neobsiahli. Touto otázkou sa celý dotazník ukončil.

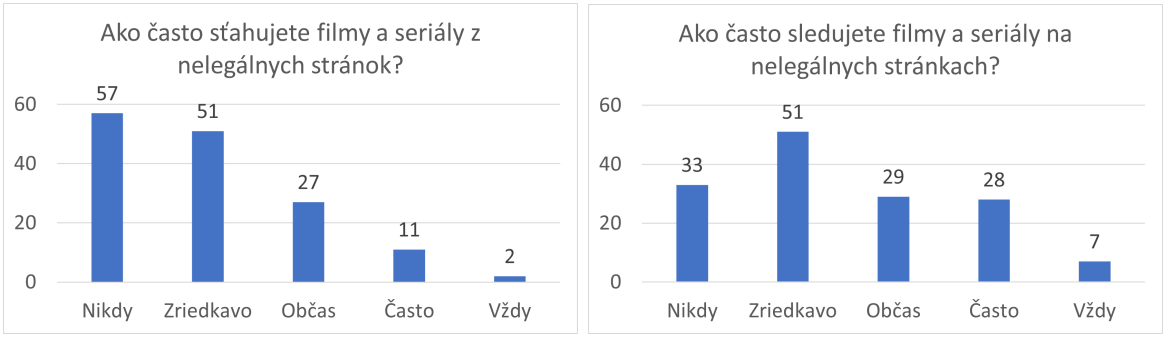
4.2.2 Výsledky dotazníka

Anonymný prieskum bol súčasťou toho istého dotazníka, v ktorom sme zrealizovali aj experimenty z predchádzajúcej časti. Mohli sa na ňom teda zúčastniť všetci respondenti, avšak ak v prvej otázke zvolili odpoveď „Nie“, dotazník sa pre nich automaticky skončil. Na prvú otázku, či respondent sleduje filmy alebo seriály cez internet, odpovedalo „Áno“ 148 zo 196 zúčastnených. S týmto počtom dát sme teda pracovali vo zvyšných otázkach.



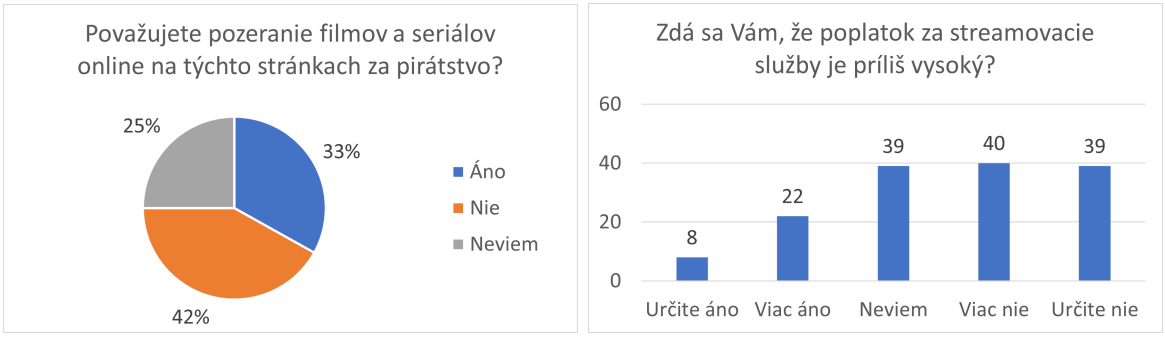
Obr. 9: Otázka č. 2.

Graf odpovedí na druhú otázku môžeme vidieť na obrázku 9. Zdá sa, že až 31% respondentov nemá predplatenú žiadnu streamovaciu službu napriek tomu, že pozerávajú filmy a seriály cez internet. Zo zvyšných odpovedí sa najčastejšie vyskytovalo, že si respondenti predplácajú jednu alebo dve z legálnych streamovacích služieb.



Obr. 10: Otázka č. 3 a Otázka č. 4.

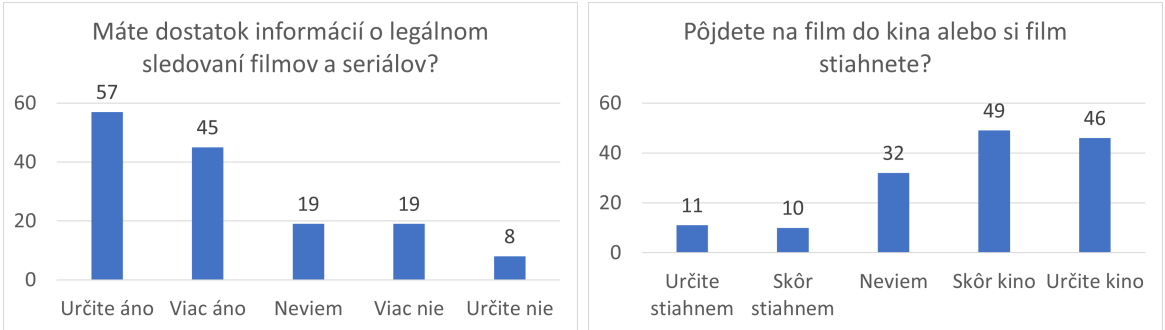
V tretej a štvrtej otázke nás naopak zaujímalo používanie nelegálnych internetových stránok, či už na sťahovanie alebo sledovanie online. Z grafov na obrázku 10 sa zdá, že väčšina respondentov tieto stránky nevyužíva nikdy alebo ich využíva iba zriedkavo. Avšak ak oba grafy porovnáme, respondenti sa viac prikláňajú k online sledovaniu ako ku sťahovaniu z nelegálnych stránok.



Obr. 11: Otázka č. 5 a Otázka č. 6.

Napriek tomu, že viac ako polovica respondentov sa snaží vyhýbať tomuto typu stránok, veľká časť ich stále využíva. V piatej otázke nás teda zaujímalo, či respondenti považujú využívanie týchto stránok na pozeranie filmov a seriálov za internetové pirátstvo. Z výsledkov grafu naľavo na obrázku 11 však vyplýva, že iba tretina opýtaných odpovedala na túto otázku „Áno“ a 25% respondentov nám nevedelo dať presnú odpoveď. Zvyšných 42% zvolilo odpoveď „Nie“ a teda nepovažujú využívanie týchto stránok za internetové pirátstvo.

Jedným z dôvodov, prečo ľudia využívajú tieto stránky, by mohla byť aj cena legálnych streamovacích služieb. V otázke č. 6 sme sa preto respondenta spýtali, či sú podľa neho tieto poplatky príliš vysoké. Viac ako polovica respondentov sa prikláňala odpovediam „Viac nie“ alebo „Určite nie“.

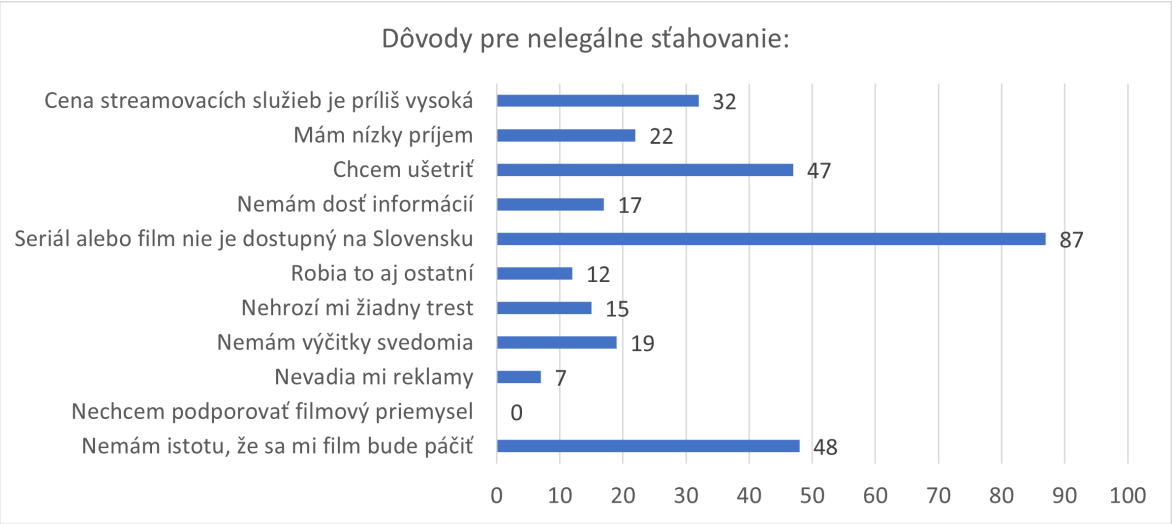


Obr. 12: Otázka č. 7 a Otázka č. 8.

Ďalším dôvodom využívania nelegálnych stránok by mohol byť fakt, že človek nepozná legálne spôsoby, ako sa k produktom dostať. Tým sme sa zaoberali v otázke č. 7, kde sme sa pýtali, či respondent má dostatok týchto informácií o legálnych interne-

tových stránkach. Z grafu naľavo na obrázku 12 sa však zdá, že viac ako dve tretiny opýtaných tento problém nemá.

V ôsmej otázke sme nastolili bežnú situáciu, v ktorej do kín práve prichádza nový film, no keďže v zahraničí vychádzajú filmy často skôr ako u nás, je možné si ho už pozrieť aj na nelegálnych internetových stránkach. Pýtali sme sa, ktorú možnosť by si respondent v danej chvíli vybral. V tomto prípade približne 65% opýtaných odpovedalo, že by zvolili ísť do kina a za film zaplatiť.



Obr. 13: Otázka č. 9.

V poslednej otázke sme chceli zistiť ďalšie dôvody, prečo ľudia využívajú nelegálne stránky na sťahovanie filmov či seriálov. Respondent si mohol zvoliť najviac tri z ponúkaných možností. Navyše existovala aj možnosť dopísania vlastnej odpovede.

Graf na obrázku 13 ukazuje, že najčastejšou odpoveďou bola možnosť „Seriál alebo film nie je dostupný na Slovensku“. Toto je naozaj jeden z problémov, ktorým ľudia v tejto dobe čelia, keďže množstvo propagovaných filmov a seriálov je dostupných iba na streamovacích službách, ktoré v čase vyplňovania dotazníka neboli dostupné na území Slovenskej republiky.

V poradí druhá a tretia najčastejšia odpoveď boli možnosti „Chcem ušetriť“ a „Nemám istotu, že sa mi film bude páčiť“. Na týchto odpovediach sa opäť ukazuje problém výšky poplatkov za streamovacie služby, keďže respondenti preferujú peniaze ušetriť, prípadne sa radšej uistia, že sa im seriál určite bude páčiť, kým začnú za službu platiť.

Nie je teda prekvapivé, že aj štvrtá najčastejšia odpoveď („Cena streamovacích služieb je príliš vysoká“) sa týkala týchto poplatkov.

V mnohých z dopísaných odpovedí zaznelo, že respondentovi by sa neoplatilo kupovať si streamovaciu službu, lebo by nemal dosť času na jej efektívne využívanie. Často sa tiež vyskytovala odpoveď, že nelegálne stránky respondent využíva iba v prípade, keď nezastihne film v kinách.

4.2.3 Testovanie hypotéz

Prieskum o nelegálnom sledovaní filmov a seriálov sme do dotazníka zahrnuli najmä preto, aby sme zistili, či sa správanie ľudí v experimentoch líši od reálneho života.

Rozhodnutia, ktoré respondenti spravili v prvej časti nášho výskumu nemusia zodpovedať realite z jednoduchého dôvodu. Ak účastníci experimentu nemajú motiváciu reálnej peňažnej odmeny a ich rozhodnutie na nich nemá žiadny reálny dopad, môžu mať tendenciu nadhodnocovať prípadne podhodnocovať svoju reálnu ochotu prispievať do spoločného systému. V skutočnom živote má však každé takéto rozhodnutie aj reálne následky, keďže do systému ľudia prispievajú vlastným majetkom.

Na porovnanie týchto dvoch situácii bolo najprv potrebné zvoliť si vhodné otázky z oboch častí dotazníka. V prvej časti sme zvolili experiment E1, kde sa respondenti prvý krát rozhodovali, akú časť z 5 EUR by vložili na spoločný účet. V rámci anonymného prieskumu sme za najdôležitejšie považovali otázky č. 3 a č. 4, v ktorých sme sa respondentov pýtali, ako často využívajú nelegálne stránky na sťahovanie alebo sledovanie filmov a seriálov.

Pre zjednodušenie sme si otázky z druhej časti dotazníka označili postupne C1 až C9. Dáta sme opäť analyzovali pomocou štatistického softvéru R.

Na otázky C3 a C4 mali respondenti na výber z piatich možností odpovedí: „Nikdy“, „Zriedkavo“, „Občas“, „Často“ a „Vždy“. Aby sme tieto otázky vedeli porovnať s experimentom E1, kde bola možná škála odpovedí od 0 EUR do 5 EUR, každej z piatich odpovedí sme priradili príslušnú hodnotu. Odpovedi „Vždy“ teda prislúchala hodnota 0, keďže to je ekvivalentné neprispievaniu do spoločného systému. Naopak odpoveď „Nikdy“ dostala hodnotu 5, keďže to naznačovalo, že respondent nikdy nevyužíval nelegálne stránky a teda sa nesprával ako čierny pasažier.

Z dvojíc hodnôt sme pre každého respondenta spravili aritmetický priemer (ozn.: C) a porovnali s odpoveďami experimentu E1. Stredná hodnota pre E1 bola rovná 3.2602, zatiaľ čo stredná hodnota pre C sa rovnala 3.4502. Chceli sme zistiť, či sú tieto dve hodnoty signifikantne rozdielne. Testovali sme teda nasledovné hypotézy:

$$\begin{aligned} H_0 &: \mu_{E1} = \mu_C, \\ H_1 &: \mu_{E1} \neq \mu_C. \end{aligned}$$

Predpokladáme, že dáta nepochádzajú z normálneho rozdelenia. Na testovanie sme opäť použili Wilcoxonov siged rank test, keďže na všetky otázky odpovedala tá istá vzorka ľudí a teda pracujeme s párovými dátami. Výsledná testová štatistika vyšla rovná $W = 4143$ s p-hodnotou 0.1652, čo je viac ako 5% a teda hypotézu H_0 nezamietame. Z toho vyplýva, že respondenti sa správali rovnakým spôsobom v umelom prostredí experimentov ako aj v reálnom živote.

V prvom teste sme otázky C3 a C4 považovali za rovnocenné. V rámci testovania sme ich však skúsili porovnať s experimentom E1 aj samostatne.

V prípade porovnávania E1 a C3 sme mali stredné hodnoty rovné 3.2602 a 3.7669. Po použití Wilcoxonovho signed rank testu sme dostali hodnotu testovej štatistiky $W = 2640.5$ a p-hodnotu $9.098 \cdot 10^{-4}$. Hypotézu H_0 o rovnosti týchto dátových súborov sme teda zamietli.

Pri porovnaní otázok E1 a C4 boli stredné hodnoty rovné 3.2602 a 3.1334. Wilcoxonov signed rank test s testovou štatistikou $W = 4227.5$ a p-hodnotou 0.3783 tentoraz hypotézu H_0 nezamietol.

Z výsledkov týchto dvoch testov sa zdá, že respondenti sa v prípade nelegálneho sťahovania a nelegálneho sledovania nesprávajú rovnakým spôsobom. Stredná hodnota C4 sa zdá byť signifikantne menšia ako C3, čo by naznačovalo, že respondenti majú väčší sklon správať sa ako čierni pasažieri pri online sledovaní. Toto zdanie podporovali aj grafy na obrázku 10 v predchádzajúcej podkapitole 4.2.2.

V poslednom teste sme sa teda pozreli na nasledovné hypotézy:

$$\begin{aligned} H_0 &: \mu_{C3} \leq \mu_{C4}, \\ H_1 &: \mu_{C3} > \mu_{C4}. \end{aligned}$$

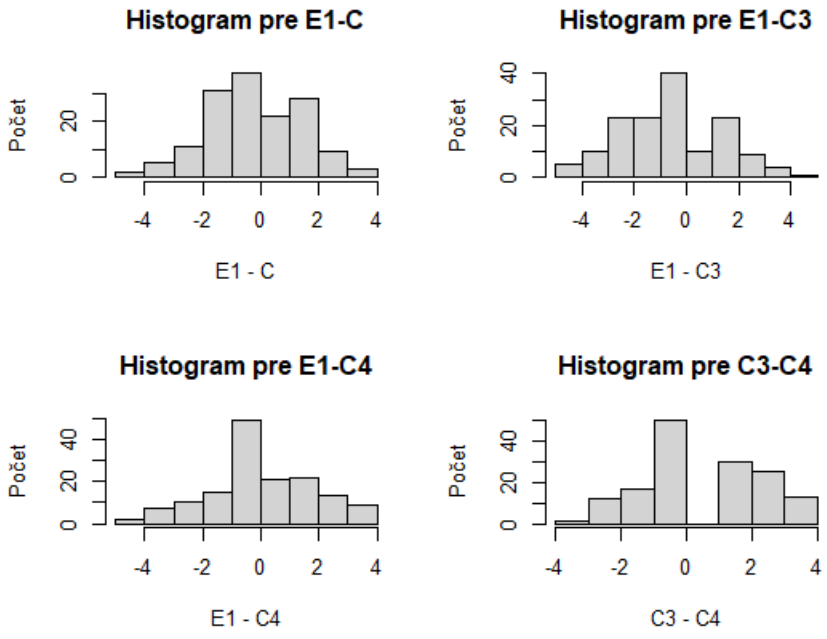
Opäť sme použili Wilcoxonov signed rank test, s ktorým sme dostali hodnotu testovej

štatistiky $W = 3559.5$ a p-hodnotu rovnú $2.034 \cdot 10^{-5}$. Hypotézu H_0 v tomto prípade zamietame a teda naozaj platí, že respondenti oveľa viac využívajú nelegálne online sledovanie filmov a seriálov oproti ich sťahovaniu.

Aby sme zistili, prečo je tomu tak, môžeme sa pozrieť na výsledky otázky C5. V piatej otázke nášho prieskumu sme sa respondentov pýtali, či považujú pozeranie filmov a seriálov na nelegálnych stránkach za internetové pirátstvo. Ako sme už ukázali na grafe naľavo na obrázku 11, až 42% ľudí to za pirátstvo nepovažuje a ďalších 25% na otázku odpovedať nevedelo.

Je teda možné, že väčšina respondentov využívanie týchto stránok vôbec nepovažuje za nelegálne a preto sa k nim prikláňa viac ako ku sťahovaniu. Ďalším dôvodom by mohla byť skutočnosť, že sa pri sledovaní filmov z nelegálnych stránok cítia bezpečnejšie, ako keby si mali film stiahnuť, keďže je tak menšia šanca na stiahnutie vírusu do osobného počítača alebo iného zariadenia. Toto je však iba dohad, ktorý si už bohužiaľ nemáme ako z dát overiť.

Posledné, čo by sme mali poznamenať je, že Wilcoxonov signed rank test by sme nemohli použiť, ak by rozdiely dát nebol symetricky rozdelené. Z obrázku 14 však môžeme vidieť, že táto podmienka je splnená.



Obr. 14: Histogramy rozdielov testovaných dát.

4.2.4 Zhrnutie prieskumu

Druhá časť dotazníka sa skladala z otázok o využívaní nelegálnych stránok na sťahovanie alebo sledovanie filmov a seriálov cez internet. Týmto prieskumom sme chceli zistiť najmä to, či sa respondenti správajú ako čierni pasažieri aj v reálnom živote a porovnať to s hypotetickými situáciami, ktoré sme nastolili v prechádzajúcich experimentoch.

Porovnávali sme teda dáta z prvého experimentu s dvomi otázkami z prieskumu. V nich sme sa pýtali, či respondent sťahuje prípadne sleduje filmy a seriály nelegálnym spôsobom. V prvej hypotéze, kde sme tieto dve otázky spojili, nám test nulovú hypotézu nezamietol, z čoho vyplývalo, že sa respondenti správali rovnakým spôsobom v realite ako aj v umelom prostredí experimentu.

Keď sme však obe otázky porovnali s experimentom oddelene, v prípade nelegálneho sťahovania test hypotézu H_0 zamietol a v prípade sledovania hypotéza H_0 o rovnosti zamietnutá nebola. To nás viedlo k presvedčeniu, že sa pri týchto dvoch nelegálnych činnostiach ľudia správajú rozdielnym spôsobom. V poslednej hypotéze sme teda testovali alternatívnu hypotézu, že respondenti oveľa viac využívajú nelegálne online sledovanie seriálov a filmov oproti ich sťahovaniu. Wilcoxonov signed rank test hypotézu H_0 zamietol a naše zdanie sa tým potvrdilo.

Tento výsledok sme vedeli interpretovať pomocou otázky C5, ktorá hovorila, že približne dve tretiny respondentov buď nevedia alebo nepovažujú online sledovanie na týchto nelegálnych stránkach za internetové pirátstvo.

Záver

Ako už názov naznačuje, v našej diplomovej práci sme sa zaoberali experimentálnou ekonómiou. Je to vedný odbor, ktorý je vo svete ekonómie pomerne nový a aj v dnešnej dobe sa neustále rozvíja. Našim cieľom bolo jednak priblížiť si túto výskumnú oblasť z pohľadu histórie, ale zároveň poukázať na jej praktické hľadisko. Veľký dôraz sme kládli na to, ako veľmi je táto veda náchylná na detaily a podnety pôsobiace na účastníkov experimentu, keďže aj malá zmena môže značne ovplyvniť ich ekonomické rozhodnutia.

Diplomová práca sa skladala zo štyroch kapitol. V prvej kapitole sme sa pozreli na skorú históriu experimentálnej ekonómie z prvej polovice 20. storočia. Rozdelili sme si ju na tri časti podľa oblastí, o ktoré sa vtedajší experimentátori zaujímali.

Prvá z nich sa zaoberala experimentami individuálnej voľby. V nej bol hlavným aktérom L. L. Thurstone, ktorý sa predovšetkým zaujímal o to, ako experimentálne odhadnúť indiferenčné krivky. Druhá oblasť sa zoberala interaktívnym správaním subjektov. Hlavným podnetom pre tieto experimenty bola publikácia s názvom *Theory of Games and Economic Behavior*, ktorá do sveta priniesla nové a silnejšie ekonomické teórie. Spomínali sme si najmä experiment M. Dreshera a M. Flooda, podľa ktorého neskôr vznikla hra známa ako Väzňova dilema. V poslednej oblasti sme sa pozreli na priemyselnú organizáciu a laboratórne skúmanie ekonomického trhu E. H. Chamberlina.

V druhej kapitole sme si priblížili časť experimentálnej ekonómie, ktorú sme si vybrali ako náš predmet záujmu. Konkrétne sme sa pozreli do oblasti verejných statkov a s nimi úzko súvisiaceho problému čierneho pasažiera. Postupne sme si uviedli päť experimentov, v ktorých bolo možné prvý krát sa zoznámiť s touto témou a ktoré najviac inšpirovali ďalšie generácie experimentátorov. Všetky spomenuté príklady experimentov, ako aj ich výsledky či následné kritiky, sa stali inšpiráciou aj pre náš vlastný experiment.

Predtým, než sme sa ponorili do detailov experimentu, sme považovali za vhodné doplniť do našej práce aj podrobný prehľad neparametrických štatistických testov, ktoré sme v ňom neskôr využívali. Týmto sa zaoberala tretia kapitola.

V poslednej kapitole našej diplomovej práce sme uviedli podrobný popis nami na-

vrhnutého a zrealizovaného experimentu. Testované dáta boli získané pomocou internetového dotazníka verejne dostupného počas decembra 2020, do ktorého sa zapojilo takmer 200 respondentov.

Dotazník sa skladal z dvoch častí. V prvej skupine otázok sme nastolili štyri fiktívne situácie, v ktorých sa účastníci nachádzali v skupine ľudí a dostali k dispozícii istú sumu peňazí. Ľubovoľnú časť tejto sumy mohli následne za rôznych podmienok investovať na spoločný účet. Zisk, ktorý z neho plynul, sa rozdeľoval medzi všetkých účastníkov rovnomerne a to bez ohľadu na to, koľko peňazí na účet investovali.

Na týchto dátach sme skúmali, ako sa mení ochota prispievať na spoločný účet pri zmene rôznych podnetov. Predovšetkým sme zistili nasledovné: Ak investovaná suma každého z jednotlivcov prestane byť anonymná, ochota prispievať sa zvýši. Ak sa experiment opakuje vo viacerých kolách, výška príspevkov sa tým znižuje. Pri pridaní rizika straty peňazí a zvýšení motivácie odmeny sa výška príspevkov opäť zvyšuje. A nakoniec ak sa zvýši počet účastníkov experimentu, ochota investovať sa opäť znižuje. Navyše sme zistili, že výsledok prevažne nezávisí od iných vlastností účastníkov, ako sú ich vek alebo pohlavie.

Všetky tieto zistenia zodpovedali aj našim očakávaniam, ktoré sme získali z výsledkov iných experimentov, spomínaných napríklad aj v kapitole 2.

Druhá časť dotazníka mala podobu anonymného prieskumu, v ktorom sme zisťovali, ako sa respondenti správajú v súvislosti s verejnými statkami v reálnom živote. Ako verejný statok sme zvolili filmy a seriály dostupné na internete, keďže vďaka legálnym aj nelegálnym internetovým stránkam sú tieto produkty prístupné pre každého. Spĺňajú tak požadované vlastnosti ako je nedeliteľnosť a nevylúčiteľnosť zo spotreby.

Hlavným cieľom tejto časti bolo porovnať, či sa respondenti správajú rovnako v umelom prostredí experimentu ako aj v reálnom živote. Porovnaním jedného z experimentov prvej časti a otázok z prieskumu sa naše zdanie potvrdilo. Po podrobnejšom skúmaní sme však zistili rozdielnosť správania sa medzi sťahovaním a sledovaním obsahu z nelegálnych stránok. Respondenti vykazovali väčšiu náchylnosť byť čiernym pasažierom, ak využívali online sledovanie týchto produktov.

Čierni pasažieri sa počas rokov stali fenoménom, ktorý sa v dnešnej dobe nedá prehliadnuť. Tento problém je jedným z obrovských dôvodov zlyhania trhu a neustále

sa proti nemu bojuje nielen v nami skúmanej oblasti, ale aj v množstve ďalších, ako je napríklad mestská hromadná doprava. Veríme, že náš výskum čitateľovi priniesol nové poznatky o experimentálnej ekonómii a verejných statkoch a aj istý náhľad do myslenia a správania sa samotnej spoločnosti.

Literatúra

[1] Bohm, P.: *An Approach to the Problem of Estimating Demand for Public Goods*, The Swedish Journal of Economics 73, 1 (1971), 55-66, dostupné na internete (07.04.2021):
https://www.jstor.org/stable/3439133?seq=1

[2] Bohm, P.: *Estimating demand for public goods: An experiment*, European Economic Review 3, 2 (1972), 111-130, dostupné na internete (07.04.2021):
http://s3.amazonaws.com/fieldexperiments-papers2/papers/00126.pdf

[3] Cao, A.: *The dynamic force of internet piracy*, 2014, dostupné na internete (13.04.2021):
http://economicstudents.com/2014/03/the-dynamic-force-of-internet-piracy/

[4] Conover, W. J.: *Practical Nonparametric Statistics*, John Wiley & Sons, New York, 1971

[5] Dawes, R. M.: Formal models of dilemmas in social decision-making. In: Kaplan, M. F., Schwartz, S. (eds): *Human Judgment and Decision Processes*, Academic Press, New York, 1975, dostupné na internete (17.04.2021):
https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a006188.pdf

[6] Dawes, R. M., McTavish, J., Shaklee, H.: *Behavior, communication, and assumptions about other people's behavior in a commons dilemma situation*, Journal of Personality and Social Psychology 35, 1 (1977), 1–11, dostupné na internete (17.04.2021):
https://psycnet.apa.org/record/1977-25298-001

[7] Dufwenberg, M., Harrison, G. W.: *Peter Bohm: Father of field experiments*, Experimental Economics 11, 3 (2008), 213-220, dostupné na internete (07.04.2021):
http://www2.ne.su.se/paper/wp07_18.pdf

[8] Guala, F.: Experimental economics, history of. In: Lawrence, B., Durlauf, S. (eds): *The New Palgrave Dictionary of Economics, Second Edition*, Palgrave Macmillan, London, 2008, dostupné na internete (07.04.2021):

http://www2.econ.iastate.edu/tesfatsi/HistoryOfExpEcon.FGuala2008.Palgrave_Long.pdf

[9] Isaac, R. M., McCue, K. F., Plott, C. R.: *Public goods provision in an experimental environment*, Journal of Public Economics 26, 1 (1985), 51-74, dostupné na internete (17.04.2021): https://doi.org/10.1016/0047-2727(85)90038-6

[10] Isaac, R. M., Walker, J. M., Thomas, S. H.: *Divergent evidence on free riding: An experimental examination of possible explanations*, Public Choice 42, 2 (1984), 113-149, dostupné na internete (17.04.2021): http://www.jstor.org/stable/30023749

[11] Kagel, J. K., Roth, A. E.: *The Handbook of Experimental Economics*, Princeton University Press, New Jersey, 1995

[12] Marwell, G., Ames, R.: *Experiments on the Provision of Public Goods. I. Resources, Interest, Group Size, and the Free-Rider Problem*, American Journal of Sociology 84, 6 (1979), 1335-1360, dostupné na internete (17.04.2021): https://www.jstor.org/stable/2777895

[13] Nachar, N.: *The Mann-Whitney U: A Test for Assessing Whether Two Independent Samples Come from the Same Distribution*, Tutorials in Quantitative Methods for Psychology 4, 1 (2008), 13-20, dostupné na internete (19.04.2021): http://tqmp.org/RegularArticles/vol04-1/p013/p013.pdf

[14] Somorčík, J.: *Neparametrická štatistika*, prednášky, FMFI UK, Bratislava, 2021

Príloha A

```r
#install.packages("readxl")
library("readxl")
dotaznik<-read_excel("Data.xlsx")

# Experimentalna cast dotaznika bez chybajucich hodnot:
# Pocet dat = 196
dot1<-na.omit(dotaznik[,c(1,3:13)])

# Cely dotaznik:
# Pocet dat = 148
dot<-dotaznik[which(dotaznik$C1=="Ano" & !is.na(dotaznik$E1)), c(1,3:24)]

dot[dot=="Nikdy"]<-"5"
dot[dot=="Zriedkavo"]<-"4"
dot[dot=="Obcas"]<-"3"
dot[dot=="Casto"]<-"2"
dot[dot=="Vzdy"]<-"1"
dot$C3<-as.double(dot$C3)
dot$C4<-as.double(dot$C4)

#-----------------------------------------------------------------------
### 1. CAST - EXPERIMENTY

attach(dot1)
t(sapply(dot1[,7:12], summary))
sapply(dot1[,7:12], var)
sapply(dot1[,7:12], sd)

mean(E1)     #3.34699
mean(E1v)    #3.69898
mean(E2)     #2.987296
mean(E2v)    #3.278061
mean(E3)     #3.78699
mean(E4)     #3.516582

# Testovanie normality:
```

```
37 shapiro.test(E1)
38 shapiro.test(E1v)
39 shapiro.test(E2)
40 shapiro.test(E2v)
41 shapiro.test(E3)
42 shapiro.test(E4)
43
44 # Histogramy rozdielov na overenie symetrie:
45 par(mfrow=c(2,3))
46 hist(E1-E1v, main = paste("Histogram pre E1-E1v"), ylab = "Pocet")
47 hist(E1-E2, main = paste("Histogram pre E1-E2"), ylab = "Pocet")
48 hist(E2-E2v, main = paste("Histogram pre E2-E2v"), ylab = "Pocet")
49 hist(E1-E3, main = paste("Histogram pre E1-E3"), ylab = "Pocet")
50 hist(E3-E4, main = paste("Histogram pre E3-E4"), ylab = "Pocet")
51 par(mfrow=c(1,1))
52
53 # Zmeni sa vyska prispevku so zverejnenim v prvom experimente?
54 a<-E1
55 b<-E1v
56 mean(a) #3.34699
57 mean(b) #3.69898
58
59 wilcox.test(a,b,alternative="less", paired = TRUE, correct = FALSE)
60 #V = 16, p-value = 4.361e-08
61
62 # Zmeni sa vyska prispevku po opakovani experimentu?
63 a<-E1
64 b<-E2
65 mean(a) #3.34699
66 mean(b) #2.987296
67
68 wilcox.test(a,b,alternative="greater", paired = TRUE, correct = FALSE)
69 #V = 1687, p-value = 2.479e-05
70
71 # Zmeni sa vyska prispevku po opakovani po zverejneni?
72 a<-E2
73 b<-E2v
74 mean(a) #2.987296
```

```
75 mean(b) #3.278061
76
77 wilcox.test(a,b,alternative="less", paired = TRUE, correct = FALSE)
78 #V = 40, p-value = 7.797e-06
79
80 # Zmeni sa vyska prispevku po zvyseni rizika?
81 a<-E1
82 b<-E3
83 mean(a) #3.34699
84 mean(b) #3.78699
85
86 wilcox.test(a,b,alternative="less", paired = TRUE, correct = FALSE)
87 #V = 1381.5, p-value = 2.867e-06
88
89 # Zmeni sa vyska prispevku po zvyseni poctu ludi?
90 a<-E3
91 b<-E4
92 mean(a) #3.78699
93 mean(b) #3.516582
94
95 wilcox.test(a,b,alternative="greater", paired = TRUE, correct = FALSE)
96 #V = 1605, p-value = 0.0002002
97
98 #-------------------------------------------------------------------
99
100 # Testovanie rovnosti vysky prispevkov...
101 # ...podla veku:
102 a<-E1[which(Vek == "Menej ako 18 rokov" | Vek == "18 az 30 rokov")]
103 b<-E1[which(Vek != "Menej ako 18 rokov" & Vek != "18 az 30 rokov")]
104
105 mean(a) #3.129529
106 mean(b) #3.513514
107
108 wilcox.test(a,b,alternative="two.sided", correct = FALSE)
109 #W = 4237, p-value = 0.2068
110
111 # ...podla pohlavia:
112 a<-E1[which(Pohlavie=="Muz")]
```

```
113 b<-E1[which(Pohlavie=="Zena")]
114
115 mean(a) #3.507353
116 mean(b) #3.250079
117
118 wilcox.test(a,b,alternative="two.sided", correct = FALSE)
119 #W = 21471, p-value = 0.0346
120
121 # ...podla vzdelania:
122 a<-E1[which(Vzdelanie == "Vysokoskolske II. stupna" |
123                 Vzdelanie == "Vysokoskolske III. stupna")]
124 b<-E1[which(Vzdelanie != "Vysokoskolske II. stupna" &
125                 Vzdelanie != "Vysokoskolske III. stupna")]
126
127 mean(a) #3.486239
128 mean(b) #3.172529
129
130 wilcox.test(a,b,alternative="two.sided", correct = FALSE)
131 #W = 5125, p-value = 0.3149
132
133 # ...podla prijmu:
134 a<-E1[which(Prijem=="Plny uvazok" | Prijem=="SZCO")]
135 b<-E1[which(Prijem!="Plny uvazok" & Prijem!="SZCO")]
136
137 mean(a) #3.5
138 mean(b) #3.089178
139
140 wilcox.test(a,b,alternative="two.sided", correct = FALSE)
141 #W = 5059, p-value = 0.1251
142
143 # ...podla vztahu k riziku:
144 a<-E1[which(Riziko %in% c(1,2,3))]
145 b<-E1[which(Riziko %in% c(4,5))]
146
147 mean(a) #3.239264
148 mean(b) #3.879091
149
150 wilcox.test(a,b,alternative="two.sided", correct = FALSE)
```

```
151 #W = 2069, p-value = 0.03085
152
153 detach(dot1)
154
155 #-------------------------------------------------------------------------
156 ### 2. CAST - PRIESKUM
157
158 attach(dot)
159
160 # Preskalovanie:
161 C3u <- 5/4*(C3-1)
162 C4u <- 5/4*(C4-1)
163 C <- (C3u+C4u)/2
164
165 # Testovanie normality:
166 shapiro.test(C3u)
167 shapiro.test(C4u)
168 shapiro.test(C)
169
170 # Histogramy rozdielov na overenie symetrie:
171 par(mfrow=c(2,2))
172 hist(E1-C, main = paste("Histogram pre E1-C"), xlab = "E1 - C", ylab = "
      Pocet")
173 hist(E1-C3u, main = paste("Histogram pre E1-C3"), xlab = "E1 - C3", ylab
     = "Pocet")
174 hist(E1-C4u, main = paste("Histogram pre E1-C4"), xlab = "E1 - C4", ylab
     = "Pocet")
175 hist(C3u-C4u, breaks = c(-4:4), main = paste("Histogram pre C3-C4"), xlab
      = "C3 - C4", ylab = "Pocet")
176 par(mfrow=c(1,1))
177
178 mean(E1)      #3.260203
179 mean(C3u)     #3.766892
180 mean(C4u)     #3.133446
181 mean(C)       #3.450169
182
183 # Testovanie E1 vs C
184 wilcox.test(E1, C, alternative = "two.sided", paired = TRUE, correct =
```

```
    FALSE)
#V = 4143, p-value = 0.1652

# Testovanie E1 vs C3
wilcox.test(E1, C3u, alternative = "two.sided", paired = TRUE, correct =
    FALSE)
#V = 2640.5, p-value = 0.0009098

# Testovanie E1 vs C4
wilcox.test(E1, C4u, alternative = "two.sided", paired = TRUE, correct =
    FALSE)
#V = 4227.5, p-value = 0.3783

# Testovanie C3 vs C4
wilcox.test(C3u, C4u, alternative = "greater", paired = TRUE, correct =
    FALSE)
#V = 3559.5, p-value = 2.034e-05
```