

## Lošimų teorija: konfliktas ir bendradarbiavimas

Goda Izabelė Venslauskaitė

Vilniaus universitetas, Filosofijos katedra,  
Didlaukio g. 47, LT-2057 Vilnius  
Tel./faks. (370 21) 76 18 90

*„Jei kas nenori SPREŠTI filosofinių problemų, kodėl jis nesiliauja gvildinti jų. Nes jas išspręsti – tai pakeisti savo požiūrį, senąjį mastymą. O jei to nenori, tuomet manyk, kad problemos neišsprendžiamos.“*

*IL. Wittgenstein. Paskutiniai užrašai apie psichologijos filosofiją.\*1*

Lošimų teorija\*\* gali būti suvokiama kaip matematinių įrankių paieška siekiant pritaikyti juos daugiausia ekonomikoje, turint tikslą paversti ją tiksliuoju mokslu. Johno von Neumanno ir Oskaro Morgensterno bendradarbiavimas ir jų veikalas *Lošimų teorija ir ekonominė elgsena* – tai pastanga veikti šia kryptimi, nors šio veikalo užmojis ir siekia ilgainiui skverbtis toliau – ieškoti pritaikymo politikoje, filosofijoje, karyboje.

Paprasciausia lošimo situacija, paklūstanti matematiniam užduoties formulavimui ir sprendimui, buvo apibrėžta von Neumanno 1928 m. publikacijoje. Analizės įrankiai, kurie buvo tobulinami, siekiant supaprastinti vis komplikotesnio pasaulio situacijų paaiškinimus, kyla iš

šios paprastos lošimo situacijos aprašymo. Kartais taip atsitinka, kad sudėtingų fizinių ir intelektualinių, taip pat ir filosofijos reiškinių šerdyje slypi paprasta lošimo situacija. Taigi verta aprašyti lošimų teorijos objektą palengva, žingsnis po žingsnio, pradėdant nuo paprastų pagrindinių idėjų.

Lošimų teorija gali būti apibrėžta kaip konflikto, konkurencijos bei bendradarbiavimo situacijų loginė analizė, dėl paprastumo šios situacijos gali būti vadinamos *lošimais*. O tiksliau – „lošimų teorija – tai modelis konfliktinių situacijų, kuriose dalyvauja keletas žmonių ir konfliktui spręsti naudojami du pagrindiniai būdai: suokalbis ir susitaikymas“ [2, 30]. Lošimas turi lošėjus, strategijas, rezultatus, kuriuos sąlygoja strategijos ir išlošus – kiekvieno lošėjo rezultato vertę. Lošimų teorija daro prielaidą, kad kiekvienas lošėjas sieks maksimizuoti savo išlošį. Šitaip atsiranda poreikis kvantifikuoti išlošį, siejant jį su „ekonominės naudos“ samprata.

\* *Vidujybė ir išorybė*. II tomas 84c.

\*\* Šis nedidelis straipsnis skiriamas mano kolegai matematikui Valentinui Bialobrzyckiui, kurio pastabos bei pagalba lėmė šio straipsnio parašymą ir jo pobūdį. Straipsnis atsirado drauge studijuojant P. D. Straffin *Game Theory and Strategy*, Amerikos Matematikos asociacijos 1993 m. išleistą knygą.

*Dviejų lošėjų „nulinės sumos“ lošimas*

Paprasčiausias lošimas, kurį pirmą analizavo von Neumannas, turi tik du lošėjus su vienodais priešingais išlošiais – tai „nulinės sumos lošimas“.\*

Tokiais atvejais ieškoma geriausių, arba *dominuojančių*, situacijų,  $n$  – lošėjų atveju – idealių sprendimų, kai tam tikros strategijos yra geriausios (optimalios) lošėjams.\*\* Nulinės sumos lošimų atveju bendradarbiaujant nieko neįmanoma gauti abiem pusėms iš karto, nes lošėjų interesai yra diametraliai priešingi.

Skirtingai analizuojamos situacijos, kai lošėjai arba pasirenkančios šalys renkasi kartu nežinodamos, ką pasirinko priešininkas, ir kai pasirenkančios šalys žaidžia paeiliui, žinodamos ankstesnįjį žingsnį. Nulinės sumos lošimo atveju lošėjas, kuris pirmasis turi pradėti pasirinkimų seriją, automatiškai atsiduria nepalankesnėje situacijoje – tai gerai iliustruoja „žinojimo“ svarbą konkurencinėje pasirinkimo situacijoje.

*Minimakso teorema.* Kaip sprendžiamos nulinės sumos lošimo situacijos, kai kiekvienas iš abiejų lošėjų turi daugiau negu dvi strategijas? J. von Neumannas 1928 m. įrodė teoremą:

Kiekvienas  $m \times n$  matricos lošimas turi sprendimą, t. y. egzistuoja unikalūs skaičius  $v$ , vadinamas *lošimo verte*, ir egzistuoja optimalios (grynos arba mišrios) strategijos abiem lošėjams tokios:

\* Šį lošimą galima pavaizduoti matrica, kurioje kiekviena eilutė ir stulpelis atitinka vieno iš lošėjų pasirinkimą, o skaitmenys – atitinkamai išlošus eilutės ir stulpelio žaidėjui.

		Simas	
		A	B
Eglė	A	+2; -2	-3; +3
	B	0; 0	+3; -3

\*\* Mūsų pavyzdyje nė vienas iš sprendimų nėra idealus, todėl reikalinga mišri strategija (Eglė B; Simas A).

1) jei eilutės lošėjas pasirenka savo optimalią strategiją, tuomet jo numatomas išlošis bus didesnis arba lygus lošimo vertei, kad ir ką bedarytų stulpelio lošėjas, ir

2) jei stulpelio lošėjas pasirenka savo optimalią strategiją, eilutės lošėjo numatomas išlošis bus mažesnis arba lygus lošimo vertei nepriklausomai nuo to, ką daro eilutės lošėjas.

Be to, šis sprendimas gali visuomet būti randamas kaip tam tikro pirminio sublošimo  $k \times k$  sprendinys.

Kitaip tariant, jei vienas iš žaidėjų (pvz., A) laikosi savo optimalios strategijos, o kitas žaidėjas (B) koku nors būdu nukryps nuo savo optimalios strategijos, tai toks nukrypimas jam niekada nebus naudingas; toks žaidėjo B nukrypimas geriausiu atveju nepakeis A žaidėjo išlošio, o blogiausiu – padidins jį [3, 19]. Bet, jei vienas iš lošėjų laikosi savo optimalios mišrios strategijos, tai išlošis lieka nepakitęs ir lygus žaidimo vertei, kad ir ką renkasi kitas lošėjas, jei tik pastarasis neišeina iš savo „naudingųjų strategijų“ ribų [3, 22]\*.

*Dviejų lošėjų „nenulinės sumos lošimas“*

Kai išlošiai nėra lygūs ir priešingi, tuomet lošėjų interesai gali nebūti diametraliai priešingi, tuomet įsitraukia aibė situacijų, kai lošimų teorija priartėja prie racionalaus pasirinkimo kasdieniniame pasaulyje. Susidaro sąlygos bendradarbiauti. Paprastesniais atvejais galima rasti elegantiškus sprendimus, nes atsiranda „pusiausvyros“ taškai.

\* Lošimų teorijoje optimalia vadinama tokia strategija, kuri daug kartų kartojant lošimą tam tikram lošėjui garantuoja maksimalų galimą vidutinį išlošį (arba, o tai vienas ir tas pats, minimalų galimą pralošimą). Renkantis šią strategiją vadovaujamasi nuostata, kad priešininkas yra ne mažiau racionalus už mus pačius ir daro viską, kad sutrukdytų pasiekti mūsų tikslą [3, 13].

Nors ir nebūdami idealūs, arba *Pareto optimalūs* (sekant italų ekonomisto pasiūlymu nepateisinti ekonominės sistemos, jei yra prieinama kita, kurioje kiekvienas dalyvis galėtų pagerinti savo situaciją, nepablogindamas kitų dalyvių situacijos), kai kurie sprendimai yra priimtinausi tuo atveju, jei kiekvienas lošimo dalyvis vadovaujasi savo individualiu racionaliu pasirinkimu.

Sprendžiant praktinius uždavinius, neretai naudojamas *iteracijų* metodas. Jo esmė ta, kad, vykstant mintiniam eksperimentui, priešininkai A ir B vienas prieš kitą naudoja savo strategijas ir eksperimentą sudaro elementariųjų lošimų seka, kur kiekvienas lošimas vyksta pagal tą pačią matricą (taisyklę), bendrą visam lošimui. Pirmuoju žingsniu lošėjas A pasirenka atsitiktinę strategiją, pagal tai antrasis lošėjas atsako pirmajam žingsniui, suvedančiu priešininko išlošį į minimumą. Kitu žingsniu pirmasis pasirenka tokią strategiją, kuri teikia jam didžiausią vidutinį išlošį, remiantis ankstesniu priešininko žingsniu ir t. t. sau naudingu būdu. Jeigu tokį vienas kito elgesio mėgdžiojimą tęstume labai ilgai, tai vidutinis išlošis, kurį nulemia viena žingsnių pora (elementarus lošimas) artės prie lošimo vertės (skaičiaus  $v$ ), o lošėjų pasirenkamų strategijų dažniai artės prie dažnių, nusakančių optimalias strategijas. Toks sprendimų būdas primena kasdienio pasaulio „mokymus“ iš klaidų, kada kiekvienas praktiškai „apčiuopia“ priešininko elgseną ir atsako į ją sau naudingiausiu būdu [3, 56].

Žinomiausias konfliktinis atvejis, kuriame dėl individualaus racionalaus pasirinkimo atsiranda neidealus sprendimas, yra *kalinio dilema*, turinti daug galimų išlošių. Ją įvedė Albertas W. Tuckeris. Pagal pasakojimą du kaliniai kalinami skirtingose kamerose ir yra tardomi atskirai, jie negali susitikti. Kiekvienam pranešama, kad, jei jis prisipažins įvykdęs nusikaltimą ir išduos savo bendrą, bus paleistas ir gaus atlygį, o

bendras gaus dvejus metus kalėjimo. Tačiau jei abu prisipažins, tai kiekvienas gaus po vienerius metus kalėjimo. Abiems kaliniams nepripažinus, abu bus paleisti laisvėn.\*

Kalinio dilemoje dominuojanti strategija yra išdavystė, dėl kurios abu kaliniai įkalinami vieneriems metams ir nepasiekia optimalaus sprendimo – išeiti laisvėn. Kalinio dilemoje glūdi ir socialinio konflikto esmė, kurią bando išspręsti visuomeninės sutarties teorijos, socialinio kontrakto būdu išskeldamos suvereno arba arbitro instituciją (valstybę). „Politiniai ir ekonominiai konfliktai perša mintį apie visuomeninį arbitrą. Dažnai manoma, kad interesų susikirtimas neturėtų peraugti į atvirus grasinimus ir kontra grasinimus, jog turi egzistuoti socialiniai mechanizmai, kurių pagalba galima būtų teikti pirmenybę ir strategines galimybes kiekvienam žaidėjui teisingai išspręsti konfliktą. Sutaikantis mechanizmas nepriklausomai nuo to, ar tai būtų balsavimo sistema, ar asmuo, vadinamas arbitru, turi skirtis nuo kitų tuo, kad jis spręs ne tik šį pavienį konfliktą, bet ištisą galinčių kilti konfliktų klasę, o jo kokybė iš principo bus vertinama ryšium su visa galinčių kilti konfliktų sritimi“ [2, 30].

Neretai, pervedant lošimų teorijos analizę į kitas sritis, kyla dvejobi sunkumai: pirma, sunku apibrėžti lošėjų strategijų rinkinius, be to, strategijų rinkiniai keičiasi pasirinkimo proceso eigoje, antra, daugelis lošimo situacijų nėra apibūdinamos vien akivaizdžiomis alternatyvomis – kai kurios jų reikalauja nuorodų į laiką. Puikus to pavyzdys – dvikova, vykstanti iki pirmojo (kuris gali būti ir paskutinis) taiklaus šūvio, arba situa-

\* Kalinio dilema gali būti atvaizduota sekančia matrica:

		Kalinys II	
		Lojalumas	Išdavystė
Kalinys	Lojalumas	0; 0	-2; +1
	Išdavystė	+1; -2	-1; -1

cija karinio lėktuvo, pakilusio atlikti užduoties per ribotą laiką. Lošimų teorijos ribose „karinis konfliktas suvokiamas kaip interesų sankirta, kurioje nė viena pusė iki galo nekontroliuoja visų kintamųjų, apibrėžiančių išėjties poziciją, kurią išsprendžia mūšių serija“ [2, 29].

### *Kartojama kalinio dilemos situacija*

Vienkartinė kalinio dilemos situacija netapati daugkartinėi tos pačios dilemos situacijai. Ilgalaikio, net ir konfliktinio bendravimo atveju politinis bendradarbiauti stiprėja, nes lošėjai „išmoksta“ vienas kito elgseną ir gali taikyti vienas kito atžvilgiu įvairius atlygius ar bausmes. Tačiau net ir šiuo atveju nepermaldujama dominuojančios strategijos logika linkusi nugalėti.

Kompiuterinių kalinio dilemos lošimo turnyrų, kuriuos vedė ir apibendrino Robertas Axelrodas ir kuriuose dešimtys dalyvių sprendė dilemą, siūlydami savą lošimo strategiją, patirtis liudija, kad laimi ta strategija, kuri pirmuoju žingsniu yra lojali, o paskui kopijuoja paskutinįjį oponento žingsnį („akis už akį“ – „tit for tat“). Kartojamos kalinio dilemos laimėjusioji strategija\*, anot Axelrodo, turi keletą sėkmę stiprinančių nuostatų:

- pirma, tai „nepavydi“ strategija;
- antra, ji niekada nepradedą sąveikos destruktivių žingsniu;
- trečia, pagal ją bendradarbiavimas yra atlyginamas bendradarbiavimu, o nebendradarbiavimas – baudžiamas;
- ketvirta, ši strategija pakankamai paprasta, todėl nesukelia nereikalingų įtarimų noru nebendradarbiauti, kurie atsiranda labai rafinuotų, nors ir bendradarbiauti linkusių bei konstruktyvių strategijų atveju [4, 110].

---

\* Šios dilemos autorius – Kanados psichologas Anatalis Rapoportas.

Išankstinis bendradarbiavimas sudaro galimybę pažadams, išpareigojimams ir grasinimams. Lošimų seka tampa reikšminga ir reikalinga individams siekiant įgyti oponentų pasitikėjimą ir vertinant pažadus.

*N-dalyvių lošimai* ypatingi keletu požiūrių: papildomų lošėjų atsiradimas leidžia atsirasti koalicijoms ir atskiriems šalutiniams susitarimams ar net šalutiniams mokesčiams tarp partnerių. Vienas iš svarbiausių spęstinų klausimų yra laimėjimų „dalybos“ tarp lošėjų arba išlošų pasiskirstymas.\*

### *Evoliuciškai stabili strategija*

Lošimų teorija yra sėkmingai taikoma biologijoje, o „evoliuciškai stabilios strategijos“ sąvoka yra plėtojama Johno Maynardo Smitho veikalė *Evoliucija ir lošimų teorija*. Nors *racionalaus pasirinkimo* gamtoje nėra, biologijoje jo vietą užima natūralios atrankos procesas. Paprastojo modelio atveju, kai skirtingų rūšių grynai agresyvūs ir grynai neagresyvūs individai sudaro populiaciją, nusistovi pusiausvyra. Įdomesnis tas atvejis, kai į lošimo situaciją įvedamas „kerštininkas“, kuris elgiasi taip, kaip ir jo lošimo partneris: su agresyviu – agresyviai, su neagresyviu – nuolaidžiai. Analizė parodo, kad toks charakteris yra evoliuciškai stabilus ir atspindi gamtos pasaulį, kuriame tiesmukiška agresyvi stovėseną sukelia tikrą kovą ir yra pernelyg destruktivi bei nuostolinga rūšims išlikti.

### *Lošimų teorijos*

#### *privalumai ir trūkumai*

Neretai džiaugiamasi, kas su lošimų teorijos taikymu ekonomikoje bei kituose socialiniuose

---

\* Šiai problemai spęsti lošimų teorija pasiūlo keletą pricmonių – tai pastoviosios grupės (aibės), Shapcly vertės, kartinės (šerdinės) koalicijos, branduolio ir Gately taško.

moksluose atsiranda daugiau tikslumo ir apibrėžtumo (yra net manančių, kad dėl lošimų teorijos ekonomika gali pavirsti tiksluoju mokslu). Šis optimizmas pagrįstas tol, kol mes liekame paprastų dviejų narių gryno konflikto situacijų ribose. Kokia abiejų lošėjų elgsena tokiomis situacijomis yra racionali arba koks pasirinkimas laikytinas racionali? Von Neumanno minimakso teorema teikia atsakymą: lošėjai turėtų pasirinkti savo optimalias grynas arba mišrias strategijas, ir šitaip gauti *lošimo vertę (skaičių v)*. Šio atsakymo kontekstas reikalauja daryti prielaidas apie naudą, žinojimą, strategiją ir rezultatų apibrėžtumą. Didelis lošimų teorijos nuopelnas tas, kad ji randa atsakymus bent jau paprastiems lošimams ir supaprastina jais aprašomus pasaulio įvy-

kus, pašalina dubliavimą, abipusiai nenaudingas strategijas, laikydamasi nuostatų, kad sprendimas ar atsakymas iš principo gali būti surastas. Toks nusistatymas sietinas su pergalės siekimu.

Tačiau, nelaimei, kai turime lošimo „prieš gamtą“ situaciją arba kai atsiranda mišrios bendradarbiavimo galimybės, ar žaidime dalyvauja daug lošėjų, tikslus atsakymas ištirpsta tarpusavyje besivaržančių idėjų terpėje. Dviejų lošėjų nenulinės sumos situacijoje pagrindinė išskylanči problema yra atsiradimas pusiausvyrų, kurios nepavaldžios Pareto optimalumui. Gryniausia tokios dilemos forma yra kalinio dilema, konflikto tarp individualaus ir kolektyvinio racionalumo kvintesencija ir žmogiškąją elgseną persmelkiantis bendravimo įvaizdis.

## LITERATŪRA

1. Нейман Дж., Моргенштерн О. Теория игр и экономическое поведение. Москва: Наука, 1970.
2. Лиус Р. Д., Райфа Х. Игры и решения. Москва: Издательство иностранной литературы, 1961.
3. Венцель Е. С. Элементы теории игр. Москва: Физматгиз, 1961.
4. Straffin P. D. Game Theory and Strategy. The Mathematical Association of America, New Mathematical Library, 1993.

5. Axelrod R. The Evolution of Co-operation. Penguin Books, 1990.
6. Elster J., Sour Grapes, Studies in the Subversion of Rationality. Cambridge University Press, 1993.
7. Becker G. S. The Economic Approach to Human Behaviour. The University of Chicago Press, 1978.
8. Smith J. M. Evolution and the Theory of Games. Cambridge University Press, 1997.
9. Hargreaves Heap S. P., Varoufakis Y. Game Theory, Critical Introduction. Biddles Ltd, Guildford and King's Lynn, 1994.

## GAME THEORY: CONFLICT AND CO-OPERATION

Goda Izabelė Venslauskaitė

Summary

The article gives an overview of the basic concepts of Game Theory, such as zero sum game and non zero sum game for two players, von Neumann's minimax theorem, Pareto optimum, simple and iterated Prisoner's dilemma, Evolutionary stable strategy. Game Theory is understood as an analytical tool dealing with situations of conflict and co-operation. One of the main ideas of the theory is that by reducing and

simplifying complicated phenomena of our everyday world we can often find a simple game situation with a single or more solutions. The theory helps to search for solutions by constructing ideal types of situations that contain principal elements of rational choice. There is no claim that Game Theory is something completed and not problematic itself and yet it provides elegant logical tools for analysis of social, political and philosophical life.

*Įteikta 1999 12 30*