

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

TEORIE HER V EKONOMII

Hana Lipovská

Blansko 2010

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor SOČ: 13 – ekonomika a řízení

Teorie her v ekonomii

The Game Theory in Economics

Autor: Hana Lipovská

Škola: Gymnázium Blansko
Seifertova 13
678 01 Blansko

Konzultant: PaedDr. Jiří Kocman
Gymnázium Blansko
Seifertova 13
678 01 Blansko

Blansko 2010

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou práci „Teorie her v ekonomii“ vypracovala samostatně, použila jsem pouze podklady citované v práci a uvedené v přiloženém seznamu použité literatury.

Postup při zpracování práce je v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V..... dne.....

podpis:.....

Poděkování

Ráda bych tímto poděkovala PaedDr. Jiřímu Kocmanovi za odborné vedení mé práce. Děkuji také RNDr. Azize Jamborové za cenné připomínky k ekonomické části textu.

ANOTACE

Teorie her je relativně mladá matematická disciplína s širokou možností aplikací do mnoha vědních oblastí. Od svého založení je spjatá především s ekonomikou. Dnes je klíčovým předmětem studia řady manažerských oborů. Ve své práci chci ukázat konkrétní příklady využití teorie her v ekonomické praxi se zaměřením na české prostředí. Velkou pozornost věnuji využití modelu *vězňovo dilema*. Předpokládaným výsledkem této práce je seznámení se s jednoduššími způsoby řešení maticových her za pomoci snadno zvládnutelného matematického aparátu. V ekonomické části textu ukazují překvapivé závěry praktických problémů řešených pomocí teorie her. Vlastním přínosem této práce je analýza cenové války za použití u nás doposud nepublikovaných studií vědců z Hong Kong Polytechnic University a Chinese University of Hong Kong v Shatin. Pokusila jsem se vytyčit základní problémy cenové války a navrhnout vhodné reakce jejich účastníků. Tato problematika je doplněna také o rozhovor s českým podnikatelem Radimem Jančurou. Ve své práci jsem kromě četných domácích publikací využívala cizojazyčné odborné texty dostupné na webových stránkách předních světových ekonomických periodik. K práci bych se v budoucnu chtěla vrátit a podrobněji rozpracovat strategii hráčů v cenové válce s ověřením výsledků v praxi.

Klíčová slova:

Teorie her, ekonomie, monopol, oligopol, vězňovo dilema, tragédie obecní pastviny, cenová válka

ANOTATION

The Game Theory in Economics deals with one of the newest mathematical disciplines, the game theory, and its applications. The aim of my study is to combine knowledge from elementary mathematics and economic practice. The key part is the Prisoner's Dilemma chapter which is the main part that the project is based on. It is illustrated by the Tragedy of the Commons, Tit for Tat Strategy and the Price War. Special emphasis is put on the models from contemporary Czech economics. The solution of the Price War is based on the research of the scientists from The Hongkong Polytechnic University in Kowloon and The Chinese University of Hong Kong in Shatin. I have managed to point to some elementary problems of the Price War and tried to work towards their solution. In appendix there is even my interview with Czech businessman Radim Jančura included. Apart from the publications available in the Czech language I used a great deal of the articles from the world most important economic periodicals. I would like to spread my work and especially the Price War solution during my future studies.

Key words:

The Game Theory, economics, monopoly, oligopoly, The Prisoners' Dilemma, The Tragedy of the Commons, Price war

Obsah

ÚVOD	7
1. TEORIE HER	8
1.1. HISTORIE A VÝVOJ TEORIE HER	8
1.2. DEFINICE POJMŮ UŽÍVANÝCH V TEORII HER	10
1.3. DĚLENÍ HER	11
1.4. HRY V NORMÁLOVÉM (NORMÁLNÍM) TVARU:	12
1.5. HRY V EXPLICITNÍM TVARU	14
1.6. ANTAGONISTICKÉ HRY	15
1.6.1. ŘEŠENÍ ANTAGONISTICKÝCH HER.....	15
1.6.2. SMÍŠENÉ STRATEGIE.....	18
1.7. NEANTAGONISTICKÉ HRY	22
2. APLIKACE TEORIE HER V EKONOMII	23
2.1. MONOPOL.....	23
2.2. OLIGOPOL.....	26
2.3. NASHOVA ROVNOVÁHA	27
2.4. VĚŽŇOVO DILEMA.....	27
2.5. DOHODA	29
2.6. ZÁVODY VE ZBROJENÍ	30
2.7. TRAGÉDIE OBECNÍ PASTVINY	32
2.8. TIT FOR TAT	34
2.9. STRATEGIE ODSTRAŠOVÁNÍ OD VSTUPU	35
2.10. CENOVÁ VÁLKA ANEB TVORBA DRAVÝCH CEN	36
2.10.1. KDY MÁ SMYSL VĚST CENOVOU VÁLKU?	38
2.10.2. CO DĚLAT MÍSTO SNIŽOVÁNÍ CEN?	39
2.10.3. STATICKÁ CENOVÁ VÁLKA.....	41
3.0. APLIKACE TEORIE HER V DALŠÍCH VYBRANÝCH OBORECH	42
3.1. STUDENÁ VÁLKA	42
3.2. TRUEL	43
3.3. EVOLUČNÍ BIOLOGIE.....	44
3.4. LIBERÁLNÍ PARADOX.....	45
ZÁVĚR	46
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	48
RESUMÉ	51
SEZNAM PŘÍLOH	52
1. CVIČENÍ.....	53
2. VYBRANÉ ČÁSTI ZÁKONA Č. 143/2001 SB.....	54
3. ROZHOVOR S ING. RADIMEM JANČUROU.....	57
OBRAZOVÁ PŘÍLOHA	59

Úvod

Jako téma své středoškolské odborné činnosti v oboru ekonomika a řízení jsem si zvolila teorii her, jednu z mála matematických disciplín, které viditelně zasahují nejen do přírodních, ale také do humanitních věd.

V 80. letech 20. století byla teorie her součástí výuky matematických seminářů a předmětem zájmu řešitelů matematických olympiád. Její studium sice nemohlo nabídnout o mnoho více než pouhé osvojení si základních postupů a metod, přesto však umožňovalo studentům získat alespoň obecný přehled o tomto oboru. Častým zklamáním po počátečním nadšení však bylo zjištění, že teorie her, podobně jako teorie pravděpodobnosti, neodpovídá na otázku, jak se má jedinec v určité situaci chovat. Vysvětluje však, jaké důsledky bude naše jednání mít za daných okolností. Tato odpověď je sice méně efektivní, přesto nic nemění na skutečnosti, že teorie her je mocným nástrojem v rukou každého, kdo ji umí vhodně používat. V současnosti se s teorií her proto setkávají především studenti vysokých škol s technickým nebo ekonomickým zaměřením a je neodmyslitelnou součástí dnes velmi populárního postgraduálního studia zakončeného titulem MBA. Jako jedno z mála odvětví matematiky je teorie her velmi přitažlivá i pro laiky. Úzce spojuje matematické modely s psychologií, sociologií i řízením podniku. Bez elementárních znalostí této disciplíny se neobejdou ani biologové či politologové.

Ve své práci chci propojit poznatky z teorie her, předpokládající pouze znalosti středoškolské matematiky, s ekonomickou praxí. První část práce se tedy věnuje základům teorie her, které doplňuje řada příkladů sloužících k pochopení i procvičení vysvětlené teorie. Druhá část se zaměřuje na praktické užití teorie her. Tématem této části jsou ekonomické variace na teoretický model *vězňovo dilema*. Seznámíme se proto s konkrétními příklady monopolu, oligopolu a koluze, pozornost budeme věnovat problematice cenové války a jejich důsledků pro spotřebitele. V poslední části uvedeme několik příkladů využití teorie her v oblasti mezinárodních vztahů a evoluční biologie.

V příloze čtenář nalezne rozhovor s Ing. Radimem Jančurou, ředitelem společnosti Student Agency, který mi odpověděl na otázky týkající se cenové politiky firmy, zejména v souvislosti s vedením cenové války.

Cílem mé práce *Teorie her v ekonomii* je v první řadě seznámit čtenáře s historií a terminologií teorie her a především s jednoduššími způsoby řešení základních konfliktních situací. Pokus o popsání některých ekonomických fenoménů pomocí elementární znalosti teorie her je pak především motivací pro další studium této disciplíny.

1. Teorie her

„Vrh kostek nikdy nezruší náhodu.“

Stéphane Mallarmé

Aniž bychom si to často uvědomovali, setkáváme se v životě běžně s konfliktními situacemi. Nemusí se jednat pouze o manželský spor nebo politickou krizi, ale i o jevy tak běžné, jako je nákup v místním supermarketu nebo karetní partie, či tak specializované, jako například evoluční biologie a obchod na burze. Všechny tyto konflikty spojuje teorie her, matematická disciplína, která umožňuje účastníkům konfliktů využít situaci ve svůj prospěch.

Za zakladatele teorie her jako samostatné matematické disciplíny je považován maďarský matematik John von Neumann (viz obr. 1), autor článku *O teorii her* (1928), ve kterém dokázal základní věty maticových her. Spolu s Oskarem Morgensternem vydal v roce 1944 knihu *Teorie her a ekonomické chování*^[13]. Právě v ekonomii našla teorie her nejširší uplatnění, řada matematiků byla za výzkum v této disciplíně oceněna Nobelovou cenou za ekonomii:

1994 – John Harsanyi, John Forbes Nash, Reinhard Selten za analýzu rovnováhy v teorii nekooperativních her,

2005 – Thomas C. Shelling a Robert J. Aumann za aplikaci teorie her do problematiky konfliktů a spolupráce,

2007 – Leonid Hurwicz, Eric S. Maskin, Roger B. Myerson za teorii návrhu mechanismů

Teorie her je jedním z mála oborů exaktní matematické vědy, který se úzce prolíná s disciplínami humanitními a který zohledňuje i psychologický faktor jedince. Právě proto je nejen užitečným nástrojem v rukou vědců, ale i odvětvím přitažlivým pro laickou veřejnost. Bylo by však chybné domnívat se, že teorie her umožňuje najít způsob, jak zvítězit v každém konfliktu.

1.1. Historie a vývoj teorie her

Počátky teorie her jsou úzce spjaty se vznikem teorie pravděpodobnosti. Obě matematické teorie se původně zabývaly hazardními a společenskými hrami a obě také našly široké uplatnění v rozmanitých společensko vědních oborech.

Teorie pravděpodobnosti

Za zakladatele teorie pravděpodobnosti bývají považováni dva významní francouzští přírodovědci Blais Pácal (*1623-†1662) a amatérský matematik Pierre de Fermat (*1601-†1665). Podnětem jim byla hráčská vášeň rytíře de Méra, který sloužil na dvoře krále Ludvíka XIV. De MÉR se na Pascala obrátil s hypotézou, že při sázce na výhru „hodem čtyřmi kostkami padne alespoň jedna šestka“ vyhrává více než polovinu sázek, zatímco při sázce „při dvaceti čtyř hodech dvěma kostkami padne alespoň jednou na obo u kostkách šestka“ prohrává ve více než polovině případů.

Pravdivost jeho hypotézy můžeme dokázat obdobně jako Pascal poměrně snadno.

Zatímco v prvním případě je pravděpodobnost padnutí šesti ok na jedné kostce rovna

$$1 - \left(\frac{5}{6}\right)^4 = 0,51$$

pravděpodobnost na výhru druhého typu sázek je pouze

$$1 - \left(\frac{35}{36}\right)^{24} = 0,49$$

Druhý de MÉRův úkol byl již složitější. Hledal odpověď na otázku, jak má být rozdělen bank v případě náhlého přerušení hry. Fermat s Pascalem řešili tento problém pomocí výčtu všech možných situací, které by mohli nastat, pokud by hra pokračovala, a tedy všech možností výsledků celé hry. Na základě vyčíslení pravděpodobnosti výher jednotlivých hráčů mohl být vypočítán i poměr rozdělení sázek.

S teorií pravděpodobnosti souvisí i *teorie užítku* švýcarského matematika Daniela Bernoulliho (*1700-†1782). Pomocí této teorie hledal Bernoulli řešení tzv. *petrohradského paradoxu*: v ruském Petrohradě dostal hráč nabídku účastnit se hry v opakovaném hodu mincí. Házet může tak dlouho, dokud nepadne líc, za každý hod přitom dostane vyplaceny dva rubly. Padne-li líc prvním hodem, obdrží jeden rubl a hra končí. Pokud líc padne druhým hodem, dostane čtyři rubly, pokud třetím, tak osm rublů, a tak dále, teoreticky až do nekonečna. Hráč tedy nemůže nic ztratit, naopak, s jistotou obdrží jeden rubl. Jeden z přihlížejících mu však nabídne 20 rublů za podstoupení práva účastnit se hry. Náš hráč tak řeší obtížné dilema – má jistým výdělkem ztratit možnost nekonečně velké výhry?

Bernoulli předpokládá, že na nabídku bude jinak reagovat chudý a jinak bohatý hráč. Zavádí proto funkci užítku

$$u(x) = b \ln \frac{x}{\alpha}$$

kde x je peněžní částka, jejíž užitek určujeme, b konstanta úměrnosti a α hodnota počátečního majetku hráče. V našem případě je očekávání

$$\frac{1}{2} + 2 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^2 + \dots + 2^{(n-1)} \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^n + \dots = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \dots + \frac{1}{2} + \dots = \infty$$

Přínos Bernoulliho řešení spočívá v úvaze, že lidé se nerozhodují podle hodnoty středního očekávání, ale podle poměrné střední hodnoty užitku: „Užitek vyplývající z malého nárůstu bohatství je nepřímo úměrný množství již dříve vlastněného majetku.“ [5]

Pro petrohradský paradox je střední hodnota očekávání

$$D = \sqrt[2]{1} \cdot \sqrt[4]{2} \cdot \sqrt[8]{4} \cdot \sqrt[16]{8} \dots = 2.$$

Podle Bernoulliho můžeme s hrou přestat ve chvíli, kdy dosáhneme minimální výhry, která je rovna minimu našeho užitku, hraje-li déle, užitek se začíná snižovat. Právě toto minimum je pak nejmenší částka, za kterou by měl hráč z petrohradského paradoxu postoupit své místo ve hře bohatému divákovi.

1.2. Definice pojmů užívaných v teorii her

Hra

Hrou rozumíme každou konfliktní situaci, konflikt, ve kterém jsou přítomni hráči, kteří mají rozdílné cíle a způsoby chování. Příkladem hry je způsob rozlosování kámen-nůžky-papír i vyjednávání lídrů politických stran o možných koalicích.

Hráč

Hráčem je každý subjekt účastnící se hry, který se svým chováním snaží ovlivnit výsledek. Chová se buď racionálně, pokud se snaží zvrátit hru ve svůj prospěch, nebo indiferentně, je-li mu výsledek hry lhostejný. Hráčem může být například majitel obchodu, který se rozhoduje, jaké množství čokoládových kolekcí má nakoupit před Vánocemi od dvou různých dodavatelů.

Strategie

Teorie her bývá někdy nazývána též jako teorie strategických her, protože strategie je klíčovým prvkem každé hry. Strategií rozumíme předpis, kterým je určena jedna alternativa chování hráče při hře.

Výplata hráče

Výplata hráče (nebo pouze výplata) je kvantitativně vyjádřený výsledek hry posuzovaný z hlediska daného hráče, přičemž výhra je značena kladnými a prohra zápornými hodnotami. Podle součtu výplat rozlišujeme hry na hry s nulovými součty výplat (prohra jednoho hráče je výhrou druhého) a hry s nenulovými součty výplat (příkladem je cenová válka, která umožňuje, aby oba hráči na konfliktu vydělali nebo naopak prodělali). Předpis pro výplatu hráče v závislosti na zvolené strategii nazýváme výplatní funkce hráče.

1.3. Dělení her

Hry dělíme:

- podle počtu hráčů

Nejjednodušší situaci představují hry jednoho hráče, jehož zájem je jediným zájmem ve hře (například karetní hra pasíans). Zvláštním příkladem hry jednoho hráče je případ hry o dvou hráčích, tzv. hry proti přírodě. V tomto případě se jeden hráč snaží maximalizovat své zisky, popřípadě minimalizovat své ztráty, zatímco druhý hráč je zcela indiferentní.

Nejčastěji se setkáváme s hrami o dvou hráčích, které předpokládají inteligentního soupeře. Některé hry o více hráčích lze převést na hry o dvou hráčích, zejména v případě, kdy se střetává zájem náš se zájmem všech ostatních.

Hry o n hráčích, kdy $n > 2$, jsou spojeny s tvorbou koalic, jejich řešení je poměrně složité. V této práci se nadále budeme zabývat především hrami o dvou hráčích, případně hrami, které lze na hry o dvou hráčích převést.

- podle velikosti prostoru strategií

Konečné hry jsou takové, kdy má hráč omezený počet strategií, a hra proto skončí po konečném počtu kroků. Platí Shannonova věta: „U konečné hry s úplnou informací existuje alespoň pro jednoho hráče neprohrávací strategie.“

Nekonečné hry jsou takové, v nichž má alespoň jeden hráč nekonečně mnoho strategií.

- podle informací

Má-li hráč informace o dosavadních tazích protihráče, nazýváme konflikt hrou s úplnou informací, v opačném případě hrou s neúplnou informací (viz *vězňovo dilema*).

- podle zájmů hráčů

Podle zájmů hráčů rozlišujeme hry antagonistické a neantagonistické. Antagonistické hry představují vždy hry dvou racionálních hráčů, v nichž jsou součty výplat konstantní (kolik jeden hráč získá, tolik druhý hráč ztratí), zájmy hráčů jsou proto protichůdné. Častější hry jsou hry neantagonistické, tedy buď hry dvou hráčů s nekonstantním součtem (nekooperativní), nebo hry více než dvou hráčů, kdy dochází k tvorbě koalic (kooperativní). Příkladem kooperativní neantagonistické hry může být oligopol (viz dále). U neantagonistických her proto není podstatný počet hráčů, ale počet protichůdných zájmů.

- hry proti přírodě

Hrou proti přírodě rozumíme hru o jednom racionálním hráči. Jeho protivník (příroda) nemá vlastní strategii a nesnaží se zvítězit. Přírodě je výsledek hry zcela lhostejný. Typickým příkladem takové hry je situace, při které zisk hráče závisí na počasí. Obchodník (racionální hráč) se může snažit předejít ztrátám rozšířením sortimentu (tj. zmrzliny pro příjemné počasí) prodejem horkých nápojů. V některých případech je příroda statisticky popsatelná, hráč pak může zvolit vhodnou strategii, kterou maximalizuje zisky, nebo alespoň minimalizuje ztráty.

1.4. Hry v normálovém (normálním) tvaru

Definice

Nechť je dána konečná nenulová množina n prvků

$$Q = \{1, 2, \dots, n\},$$

a n množin X_1, X_2, \dots, X_n a n reálných funkcí M_1, M_2, \dots, M_n definovaných na kartézském součinu $X_1 \times X_2 \times \dots \times X_n$. Hra n hráčů v normálovém tvaru je pak definována jako uspořádaná $(2n + 1)$ -tice:

$$\{Q; X_1, X_2, \dots, X_n; M_1(x), M_2(x), M_3(x), \dots, M_n(x)\}, \text{ kde}$$

Q množina hráčů $\{1; 2; \dots; n\}$,

X_i množina strategií, kterou disponuje i -tý hráč (prostor strategií hráče i),

x uspořádaná n -tice strategií zvolených hráči,

$M_i(x)$ výplatní funkce i -tého hráče, který mu při daných strategiích přináší určitou výplatu.

Hru v normálním tvaru obvykle zapisujeme pomocí matice, kterou zde pro přehlednost budeme znázorňovat tabulkou (viz tab. 1), kde

s_{11} první strategie hráče 1,

s_{21} první strategie hráče 2

$M_{1(nm)}$... výplata hráče 1 při strategii s_{1n} a s_{2m}

Tento zápis si je vhodné osvojit, protože jej budeme dále často používat.

		Hráč 2			
		s_{21}	s_{22}	...	s_{2m}
Hráč 1	s_{11}	$M_{1(11)}$	$M_{1(12)}$...	$M_{1(1m)}$
	s_{12}	$M_{1(21)}$	$M_{1(22)}$...	$M_{1(2m)}$

	s_{1n}	$M_{1(n1)}$	$M_{1(n2)}$...	$M_{1(nm)}$

Tab. 1: *Matice hry v normálovém tvaru*

Příklad: Zapište hru kámen-nůžky-papír v normálovém tvaru.

Řešení:

Hra kámen-nůžky-papír („stříhání“) je hra pro dvě osoby, která se často používá pro rozlosování hráčů. Kámen reprezentuje ruka v pěst, nůžky symbolizuje rozevření ukazováku a prostředníku do tvaru písmene V a papír znázorňuje otevřená dlaň. Přitom platí, že kámen tupí nůžky, nůžky stříhají papír a papír balí kámen.

Hráč 1 má tedy tři strategie: kámen, nůžky nebo papír. Jeho zisk ohodnotíme jako 1, prohru jako -1 a remíza je 0.

Zápis:

		Hráč 2		
		kámen	nůžky	papír
Hráč 1	kámen	0	1	-1
	nůžky	-1	0	1
	papír	1	-1	0

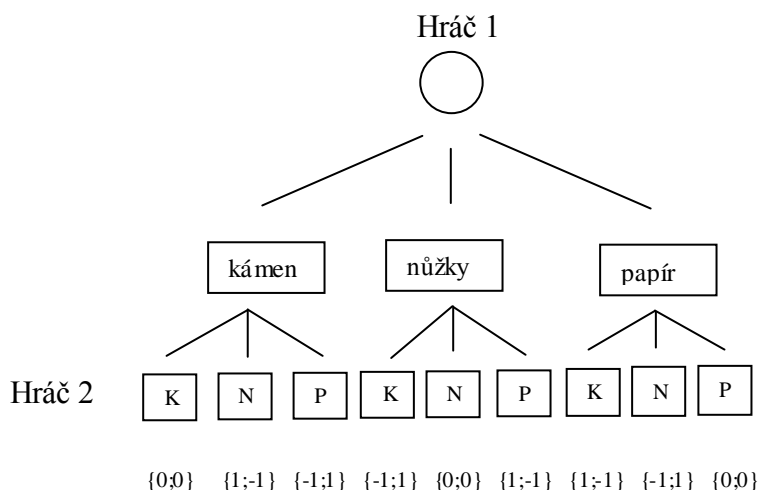
Tab. 2

1.5. Hry v explicitním tvaru

Pokud chceme přehledně znázornit rozbor všech možných průběhů hry, používáme zápis pomocí stromu hry. Stromem hry rozumíme orientovaný graf, jehož vrcholy (uzly) reprezentují pozice hráčů a jeho hrany pak představují možná rozhodnutí, tedy strategie hráčů. Explicitní tvar hry umožňuje sledovat rozhodování hráčů.

Příklad: Znázorněte hru kámen-nůžky-papír v explicitním tvaru.

Řešení:



Ze stromu hry jednoduše vyčteme, že pokud hráč 1 zvolí strategii papír a hráč 2 nůžky, bude výplata hráče 1 rovna -1 a výplata hráče 2 rovna 1. Hra kámen-nůžky-papír je tak zřejmě konečnou antagonistickou hrou s nulovým součtem.

Platí

Věta 1.1: „Každou hru v explicitním tvaru lze převést na právě jednu hru v normálovém tvaru.“

Věta 1.2: „Ke každé hře v normálovém tvaru lze nalézt více her v explicitním tvaru. „

Větu 1.2. si můžeme snadno ověřit, uvědomíme-li si, že nové řešení získáme zápisem hry v explicitním tvaru z pohledu hráče 2. Hodnoty výplatních matic pak budou symetricky zaměněné.

1.6. Antagonistické hry

V kapitole 1.3. jsme uvedli definici antagonistické hry, kterou nyní rozšíříme a především se naučíme takovouto hru řešit. Antagonistickou hrou rozumíme takovou hru dvou hráčů, ve které jsou součty výplat obou hráčů konstantní. To znamená, že o kolik je výplata jednoho hráče vyšší, o tolik je výplata druhého hráče nižší, neboli zisk jednoho rovná se ztráta druhého. Oba hráči se snaží své výplaty maximalizovat tak, aby dosáhli co nejvyššího zisku, popřípadě co nejmenší ztráty, jejich zájmy jsou tedy zřejmě protichůdné (=antagonistické).

Řešení antagonistické hry nazýváme rovnovážnou situací, strategie, které k rovnovážné situaci vedou, pak nazýváme optimální strategie hry.

Při řešení musíme nejprve zjistit, zda rovnovážná situace vůbec existuje, a pokud ano, pak je našim úkolem alespoň jednu z nich nalézt. Řešení konečných antagonistických her lze nalézt pomocí explicitního i normalizovaného tvaru hry.

1.6.1. Řešení antagonistických her

Pro přehlednost neuvádíme v matici hry výplaty obou hráčů, protože známe-li konstantu a výplaty jednoho z hráčů, výplaty druhého hráče snadno zjistíme odečtením výplat prvního hráče od uvedené konstanty. My se navíc budeme nejčastěji setkávat s hrami s nulovým součtem, kdy jsou výplaty hráčů čísla navzájem opačná.

Řešení této situace našel jako první matematik John von Neumann a publikoval je roku 1928 v *Mathematische Annalen* pod názvem *Zur Theorie der Gesellschaftsspiele*^[13]. Při hledání optimální strategie uvažujeme, že hráč 1 (jehož strategiím odpovídají řádky v matici her) předpokládá, že jeho protihráč bude usilovat o svou nejlepší možnou výplatu. Proto hráč 1 uváží své nejhorší potenciální možnosti, neboli hledá minima v každém řádku. Z těchto pro něj nepříznivých strategií pak zvolí tu, která je pro něj nejvýnosnější, nebo alespoň nejméně nevýhodná – tedy vybere maximální prvek z hodnot všech minim řádků.

Podívejme se nyní na hru z pohledu hráče 2, jehož strategie udávají sloupce matice. Víme již, že hodnoty výplat v matici se vztahují k hráči 1, výplatami hráče 2 jsou čísla k nim opačná. Jinými slovy pokud hráč 2 hledá nejhorší možné výsledky, musí se zajímat o maximální hodnoty ve sloupcích. Právě ty pro něj totiž představují největší ztráty. Z těchto maxim pak obdobně jako hráč 1 volí takovou hodnotu, která jej nejméně poškozuje – tedy

minimální maximum. Pokud se maximální minimum (tzv. maximin) hráče 1 a minimální maximum (minimax) hráče 2 rovnají, říkáme, že hra má *sedlový bod*.

Sedlový bod je takový prvek matice, který je nejmenším ve svém řádku a největším ve svém sloupci. Rovnovážná situace je pak dána strategiemi, které odpovídají sloupci a řádku, v jejichž průsečíku daný sedlový bod leží. Hráč, který se odchýlí od této optimální strategie, musí počítat s nižší výplatou. Název sedlový bod vyplývá z tvaru grafu (viz obr. 2).

Nyní jednoduše shrneme postup řešení antagonistické hry se sedlovým bodem:

1. V každém řádku matice určíme prvek s nejmenší hodnotou (minimum).
2. Ze všech těchto minimálních prvků vybereme ten největší, čímž získáme maximin.
3. V každém sloupci matice nalezneme prvek s největší hodnotou.
4. Z maximálních prvků sloupců vybereme minimax, tedy prvek o nejmenší hodnotě.
5. Pokud se maximin a minimax rovnají, má matice sedlový bod, který udává nejvyšší možnou výplatu, již si hráč může zajistit bez ohledu na chování protihráče (tedy jistý zisk).

Tento postup si ukážeme na příkladě matice:

$$\begin{bmatrix} 2 & 1 & 3 \\ 3 & 0 & -1 \\ -2 & -1 & 4 \end{bmatrix} \begin{matrix} 1^* \\ -1 \\ -2 \end{matrix}$$

3 1* 4

dolní hodnota hry: $v_d = \max\{\min\{2;1;3\}; \min\{3;0;-1\}; \min\{-2;-1;4\}\} = \max\{1;-1;-2\} = 1$;

horní hodnota hry: $v^h = \min\{\max\{2;3;-2\}; \max\{1;0;-1\}; \max\{3;-1;4\}\} = \min\{3;1;4\} = 1$;

$v^h = v_d = 1$, matice tedy má v bodě 1 sedlový bod.

Příklad:

Jdeme na oběd s přítelem. Restaurace nabízí tři typy menu – za 50Kč, 100Kč a 200Kč. Domluvíme se, že si každý objedná podle svého výběru, o účet se pak rozdělíme rovným dílem. Otázka je nasnadě: které menu si mám vybrat, je-li mou prioritou

a) co nejvíce získat (čím dražší jídlo, tím lépe pro mne),

b) co nejméně zaplatit za svého přítele (jak je patrné, není naše přátelství upřímné),

přičemž předpokládáme, že i partnerovy preference jsou stejné a navíc ani jednomu z „hráčů“ nezáleží na vlastnostech vybraného jídla (menu za 50Kč, 100Kč i 200Kč představují stejnou preferenční hodnotu).

Řešení:

Situaci zapíšeme v normalizovaném tvaru (tab. 3).

		Hráč 2		
		50,-	100,-	200,-
Hráč 1	50,-	0	-25	-75
	100,-	+25	0	-50
	200,-	+75	+50	0

Tab. 3

Z normalizovaného zápisu hry vidíme, že pokud si hráč 1 („já“), objedná jídlo za 50Kč a hráč 2 („přítel“) menu za 200Kč, doplatí hráč 1 na hráče 2 $(50+200)/2-50 = 75$ Kč.

Ověříme, zda má hra sedlový bod, ve kterém nastane rovnovážná situace:

$$v_d = \max\{\min\{0;-25;-75\}; \min\{25;0;-50\}; \min\{75;50;0\}\} = \max\{-75;-50;0\} = 0;$$

$$v^h = \min\{\max\{0;25;75\}; \max\{-25;0;50\}; \max\{-75;-50;0\}\} = \min\{75;50;0\} = 0;$$

$$v^h = v_d = 0.$$

Hra tedy má sedlový bod s hodnotou 0. Optimální situace nastane, pokud si oba hráči objednájí nejdražší z jídel. Každý zaplatí maximální částku 200Kč, ale není nucen doplácet na výběr svého protějška.

Popsaná situace je známa pod názvem *Diner's Dilemma*. Jejím experimentálním ověřením se v roce 2002 zabývali američtí vědci Uri Gneezy, Ernan Haruvy a Hadas Yafe^[9].

Tímto příkladem se poprvé setkáváme s morálním dopadem teorie her, neboť „*Matematická nebo matematicko-ekonomická teorie nám sama o sobě samozřejmě nepředepisuje nic ohledně morálních hodnot a není to ani jejím úkolem. Teorie her je schopna pouze formálně analyzovat konfliktní rozhodovací situace a na základě určitých kritérií zvážit možné zisky a rizika.*“^[13] Je proto vhodné si již nyní připomenout, že teorie her je sice mocným nástrojem, ovšem pouze v ruce rozumného člověka. Její široké využití v oblasti mezinárodních vztahů a konfliktů proto klade vysoké mravní nároky na představitele mocností, zvláště ve vyhraněných případech, jako jsou závody ve zbrojení.

Ne vždy však má matice hry sedlový bod. Tento problém vyřešil John von Neumann pomocí smíšených strategií.

1.6.2. Smíšené strategie

Mějme matici A

$$A = \begin{bmatrix} +3 & -2 \\ -2 & +5 \end{bmatrix}$$

$$v_d = -2$$

$$v^h = 3$$

$v_d \neq v^h$; matice tedy nemá sedlový bod. K řešení dojdeme úvahou. Matice A je zápisem následující hry:

		Hráč 2	
		I.	II.
Hráč 1	I.	+3	-2
	II.	-2	+5

Tab. 4

Kdyby hráč 1 věděl, že hráč 2 použije svou strategii I. – tedy 1. sloupec, použil by proti němu svou první strategii 1. řádku, která by mu zaručovala zisk 3 jednotky. Hráč 1 však musí vzít v úvahu, že ke stejnému logickému závěru může dojít hráč 2 (předpokládáme, že se jedná o hru dvou racionálních hráčů, kdy oba chtějí zvítězit), který tak obrátí hru ve svůj prospěch. Pokud chce kterýkoliv z hráčů snížit soupeři šanci uspět, nesmí vybírat strategii na základě logické úvahy, kterou je soupeř schopen odhalit, ale raději dát prostor náhodě. Strategii tak může vybrat hodem mincí (pomyslným či skutečným), vrhem kostkou, pomocí náhodného generátoru čísel, či jakýmkoliv jiným neracionálním nástrojem. Hráč tak získá pomocí náhody naději na větší výplatu, než je jeho maximální garantovaná výhra. Po této logické úvaze si ukážeme obecný postup i konkrétní řešení našeho příkladu.

Nechť $p = (p_1, p_2)$,

p smíšená strategie hráče 1 a

p_1, p_2 nezáporná čísla udávající pravděpodobnost jevu,

platí $p_1 + p_2 = 1$

$$0 \leq x \leq 1;$$

$$p_1 = x; p_2 = 1-x;$$

$$p = (x, 1-x);$$

a analogicky

$$q = (q_1, q_2)$$

q smíšená strategie hráče 2

q_1, q_2 nezáporná čísla udávající pravděpodobnost jevu,

platí $q_1 + q_2 = 1$

$$0 \leq y \leq 1;$$

$$q_1 = y; q_2 = 1-y;$$

$$q = (y, 1-y);$$

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix}$$

1. krok: výpočet střední hodnoty výplaty hráče 1

$a_{11}, a_{12}, a_{21}, a_{22}$ = výplaty nebo střední hodnoty výplat hráče 1

Určením horní a dolní hodnoty hry v ryzích strategiích zjistíme, zda má hra sedlový bod.

Pokud $v_d \neq v^h$, řešíme rovnici:

$$a_{11}x + a_{21}(1-x) = a_{12}x + a_{22}(1-x)$$

$$x = \frac{a_{22} - a_{21}}{a_{11} - a_{12} + a_{22} - a_{21}}$$

kde $a_{11} - a_{12} + a_{22} - a_{21} \neq 0$, v opačném případě by matice měla sedlový bod.

(Důkaz: předpokládejme, že platí $a_{11} \leq a_{12}$, pak i $a_{21} \leq a_{22}$.

Je-li $a_{11} < a_{21}$, sedlový bod je a_{21} . Je-li $a_{11} > a_{21}$, sedlový bod je a_{11} .)

Nalezenou hodnotu x dosadíme do výrazu $a_{11}x + a_{21}(1-x)$ nebo do výrazu $a_{12}x + a_{22}(1-x)$,

čímž získáme číslo h , h = hodnota hry smíšených strategií.

Z výrazu $a_{11}y + a_{12}(1-y) = h$ nebo $a_{21}y + a_{22}(1-y) = h$ získáme číslo y .

Výsledkem zapíšeme ve tvaru

$$p = (x, 1-x);$$

$$q = (y, 1-y).$$

Příklad: Určete smíšenou strategii hry zadané úvodní maticí

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} +3 & -2 \\ -2 & +5 \end{bmatrix}.$$

Řešení:

V úvodu jsme ověřili, že matice nemá sedlový bod, můžeme tedy ihned přistoupit k řešení.

Dosazením do rovnice (1) získáme hodnotu x :

$$x = \frac{5 - (-2)}{3 - (-2) + 5 - (-2)}$$

$$x = \frac{7}{12}$$

Smíšená strategie hráče 1 pak bude:

$$p = \left(\frac{7}{12}, \frac{5}{12} \right)$$

Dosazením do výrazu $a_{11}x + a_{21}(1-x)$ získáme hodnotu hry:

$$3 \cdot \frac{7}{12} + (-2) \cdot \left(1 - \frac{7}{12} \right) = h$$

Po úpravě dostaneme

$$h = \frac{11}{12}$$

Dosazením do výrazu $a_{11}y + a_{12}(1-y) = h$ dostaneme

$$y = \frac{5}{12}$$

Smíšená strategie hráče 2 pak bude:

$$q = \left(\frac{5}{12}, \frac{7}{12} \right).$$

Kniha *Dokonalý stratég aneb slabikář teorie strategických her*^[25] nabízí řešení založené na obdobném principu, které však lze provést čistě mechanicky. Ukážeme si je na stejném příkladu.

		Hráč 2	
		I.	II.
Hráč 1	I.	+3	-2
	II.	-2	+5

Tab. 5

V prvním kroku určíme poměr strategií hráče 1 tak, že odečteme druhý řádek od prvního a čísla v poměru zaměníme. Obdobně získáme i poměr strategií hráče 2 – tentokrát odečtením druhého sloupce od prvního.

Hráč 1	
I.	II.
3-(-2)	-2-5
5	(-)7

poměr: 7:5

Hráč 2	
I.	II.
3-(-2)	-2-5
5	(-)7

poměr 7:5

Jedno z čísel vyjde vždy záporné, znaménko proto zanedbáme (počítáme s absolutními hodnotami čísel). Zaměněním hodnot pro strategie I a II získáme poměr 5:7, což je poměr, ve kterém má hráč 1 volit své strategie. Z dvanácti her použije pětkrát strategii I a sedmkrát strategii II, což mu zajistí jistý zisk střední hodnoty hry (tj. dlouhodobý průměr výplaty). Střední hodnotu hry vypočítáme tak, že vynásobíme poměry strategií s příslušnými hodnotami her a jejich součet dosadíme do čitatele zlomku. Do jmenovatele dosadíme součet obou strategií. Střední hodnotu uvedené hry uvádíme pro hráče 1, můžete zkontrolovat, že pro hráče 2 vyjde stejné číslo.

Hráč 1

$$h = \frac{7 \cdot 3 + 5 \cdot (-2)}{7 + 5} = \frac{11}{12}$$

Vidíme, že na základě odlišného postupu jsme došli ke stejným výsledkům jako v prvním případě.

1.7. Neantagonistické hry

V běžném životě se velmi často setkáváme se hrami, které nemají konstantní součet. Tento typ her, spolu s hrami více než dvou hráčů, nazýváme neantagonistické hry. Jejich řešení je poněkud komplikovanější než řešení her antagonistických, ke správnému výsledku však lze dojít i na základě úvahy. Zatímco při řešení antagonistických her bývá zvykem uvádět matici pouze jednoho hráče, u neantagonistických her je nutné uvádět matice všech hráčů.

Hry více než dvou hráčů vedou k tvorbě koalic. Pokud situace umožňuje dohodu, nazýváme takovou hru kooperativní, přičemž je zřejmé, že spolupráce se hráčům vyplácí. Klasickým příkladem kooperativní neantagonistické hry je vězňovo dilema, s jehož řešením se seznámíme v kapitole 2.4.

Ne vždy však je dohoda hráčů možná, v takovém případě stojíme před řešením nekooperativní neantagonistické hry. Tak jako je řešení antagonistických her spjata se jménem Johna von Neumanna, metoda řešení neantagonistických her zůstane spojena s matematikem Johnem Forbesem Nashem (*1928). Nash ve své dizertační práci roku 1950 dokázal jednu ze základních vět teorie her, která nese jeho jméno: „Ve smíšených strategiích má každá konečná hra alespoň jedno řešení, což znamená, že v každé hře existuje rovnovážný bod a tedy i rovnovážná situace.“

Alespoň teoreticky si ukážeme řešení nekooperativní hry dvou hráčů. Mějme dvě matice, reprezentující množiny strategií hráčů 1 a 2.

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & & & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad \mathbf{B} = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \cdots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \cdots & b_{2n} \\ \vdots & & & \vdots \\ b_{m1} & b_{m2} & \cdots & b_{mn} \end{bmatrix}$$

Nezáporné řešení $(p_1, p_2, \dots, p_n, q_1, q_2, \dots, q_n)$ získáme řešením soustavy nerovnic

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} q_j \leq \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij} p_i q_j$$
$$\sum_{i=1}^m b_{ij} p_j \leq \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij} p_i q_j,$$

kde $i = 1, 2, \dots, m$ a $j = 1, 2, \dots, n$ a zároveň platí

$$\sum_{i=1}^m p_i = \sum_{j=1}^n q_j = 1$$

2. Aplikace teorie her v ekonomii

„Individuální ambice? Ano - jsou bezesporu nutné. Dělejme však to, co je nejlepší pro nás jako jednotlivce, a zároveň necht' je naše počínání v co možná největším souladu s potřebami kolektivu.“^[4]

John Forbes Nash

Ekonomie je podle definice N. G. Mankiwa^[16] věda, která studuje, jak společnost obhospodařuje své vzácné zdroje. Je také jednou z mála věd, ne-li vědou jedinou, která využívá matematiku pro popsání dějů a jevů v lidské společnosti. Není proto nelogické, že teorie her našla svou nejvýznamnější aplikaci právě v oblasti ekonomie. V této kapitole se nejprve seznámíme s ekonomickými pojmy monopol a oligopol. Vysvětlíme si také, co je *vězňovo dilema*, a na základě těchto znalostí nastíníme některé zajímavé ekonomické problémy a jejich řešení pomocí teorie her.

2.1. Monopol

Monopol (z řeckého mono polis, tj. jeden prodávající) je taková tržní struktura (firma), která je jediným prodávajícím daného statku, bez existence blízkých substituentů. Substituentem rozumíme určitou kvalitativní náhradu daného statku – např. Pepsi Cola může být za daných okolností chápána jako substituent Coca Coly, Coca Colu však budeme jen stěží moci považovat za substituent vody, kterou potřebujeme k umytí rukou.

Monopolní firma ovládá celý trh nebo jeho podstatnou část, je proto tvůrcem ceny, která je vyšší než mezní náklady. Zatímco v prostředí dokonalé konkurence by vyšší ceny byly nemyslitelné, monopolista si nadhodnocení může dovolit, protože zákazník nemá jinou volbu získání zboží. Často citovaným příkladem monopolisty je firma DeBeers podílející se 80% většinou na světovém trhu s diamanty nebo softwarová firma Microsoft s monopolem na prodej operačních systémů Windows. U tohoto případu se velmi zřetelně ukazuje nevýhoda monopolu – firmy ani fyzické osoby si nemohou či nechtějí dovolit platit neúměrně vysoké ceny za legální kopie operačního systému, proto často dochází k pořizování nelegálních kopií. O výši zisků z monopolu Microsoftu však svědčí i fakt, že se společnosti vyplatí vynaložit nemalé finanční prostředky na boj s pirátskými kopiemi.

Existence monopolu je dána překážkami bránícími konkurenci vstoupit na trh, které lze rozdělit do tří, respektive čtyř kategorií.

1. Klíčový zdroj vlastní pouze jedna firma

V případě nezbytně nutného statku (voda, ropa) může být stanovena jakkoliv vysoká cena, i kdyby byly náklady na výrobu či získávání statku velmi nízké či nulové.

2. Díky výrobním nákladům je jediný výrobce efektivnější než velký počet výrobců.

Nejobvyklejším příkladem je přirozený monopol.

3. Vláda (popř. jiný, i pouze lokální reprezentant moci) udílí jediné firmě výhradní právo na výrobu daného zboží či vykonávání dané služby. Jedná se o:

a) patenty, copyright,

Autor dostane časově omezené svrchované právo na zisk ze statku, na jehož vývoji se podílel. Tato odměna zároveň funguje jako motivace k další tvůrčí činnosti – typické pro farmaceutické firmy v USA, které mají výhradní právo na výrobu léků, které vyvinuly, po 17 let.

b) licence, koncese.

Vzniká kvůli tzv. úspoře z rozsahu, bývá vázána přísnými regulačními opatřeními. Příklad lokálního výhradního práva na službu nalezneme v románu Letiště spisovatele Arthura Haileya^[10]:

„ „Já a tohle letiště máme smlouvu. Pravda?“

„Pravda.“

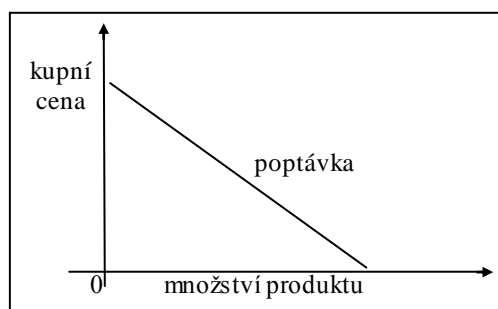
„Tak jak jsem řekl, šéfe, máte malér. Pojdte za mnou, Bakersfelde.“ ...

Žerty nežerty, právo je na Jeffersově straně. Ve smlouvě se výslovně pravilo, že nikdo jiný nesmí na letišti čistit boty, stejně jako Jeffers nesmí pronajímat auta nebo prodávat noviny. Každému koncesionářovi se dostávalo téže ochrany. Výměnou za to shráblo letiště značnou část jeho zisku.“

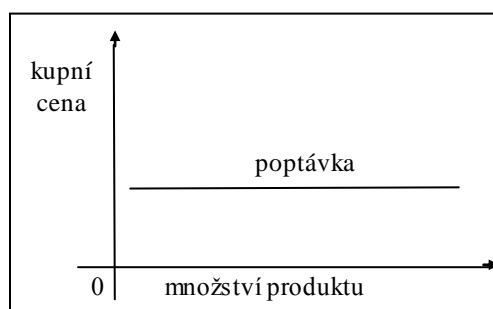
V mnoha zemích je častý monopol ve vlastnictví státu. V České republice je to například Česká pošta, která je držitelem poštovní výhrady na zásilky do 50g až do roku 2013. S rozvojem kurýrních služeb, umožňujících rychlé a levné doručování zásilek, vyniká typický rys státních monopolů – neefektivnost. Zatímco soukromá firma se musí snažit maximalizovat

zisk, jinak by na trhu musela skončit, státní podnik může hradit ztráty z peněz daňových poplatníků. Ti proto na neekonomický způsob vedení doplácí dvakrát – poprvé, jsou-li nuceni platit nesmyslně vysoké poštovné, nutné při listovním styku s úřady, ačkoli by jinak použili levnějších prostředků (e-mail, fax), a podruhé, odvádí-li daně na krytí takovýchto subjektů. Na rozdíl od soukromých subjektů je však Česká pošta ze zákona povinna dodávat zásilky do všech obcí České republiky, včetně těch nejmenších a tedy často neziskových.

Jak už jsme uvedli výše, monopolista může zvolit i přemrštěnou cenu, přesto vztah mezi vyrobeným zbožím a prodejní cenou je vázán jistými ekonomickými zákonitostmi. Zatímco křivkou poptávky na trhu dokonalé konkurence je přímka rovnoběžná s osou x, křivka poptávky monopolu je klesající (viz graf 1, graf 2). Čím vyšší je cena zboží, tím méně si jej zákazníci koupí.



Graf 1: křivka poptávky v monopolu



Graf 2: křivka poptávky na trhu dokonalé konkurence

Zisk monopolu vypočítáme ze vzorce $(P - ATC) \cdot Q_{\max}$, kde P je cena výrobku (*price*), ATC průměrné náklady (*average total costs*) a Q_{\max} maximální prodané množství výrobku (*quantity*).

Příkladem tvorby ceny v monopolu je nakladatelství Albatros, které je jako jediné nakladatelství v České republice držitelem licence k vydávání bestselleru J. Rowlingové Harryho Pottera. Tento bestseller sice Albatros prodává za dražší cenu než jiné knihy obdobného rozsahu, přesto však nemůže za jeden díl požadovat neomezeně vysoké částky. Lze předpokládat, že už při ceně 500 Kč by prodej knihy citelně poklesl. Čtenáři by pravděpodobně preferovali službu knihoven, popřípadě si půjčovali jeden drahý výtisk mezi sebou.

Monopol je z hlediska společnosti často nevýhodnou tržní strukturou (jak se však dozvíme později, není zdaleka nejméně příznivou), proto i státy preferující politiku „neviditelné ruky trhu“ jeví snahu o jeho regulaci. Nejčastějším způsobem regulace je snaha o zavedení konkurence, popřípadě omezování růstu monopolu (fúze) pomocí antimonopolních zákonů. Historicky prvním zákonem, ze kterého ostatní vycházely, byl Shermanův antitrustový zákon (*Sherman Act*), vydaný r. 1890 ve Spojených státech amerických. V České republice platí antimonopolní zákon č. 143/2001 Sb. o ochraně hospodářské soutěže (viz Příloha 2).

Na dodržování antimonopolního zákona dohlíží Úřad pro ochranu hospodářské soutěže (ÚOHS), který v letech 2008-2009 řešil také kauzu týkající se výše zmíněného monopolu nakladatelství Albatros na knihu Harry Potter. Předmětem šetření byla skutečnost, že nakladatelství odmítlo dodat vydání knihy velkým obchodním řetězcům ve stejném termínu jako knihkupcům. Důvodem byly výrazně nižší prodejní ceny hypermarketů. Opatření nakladatelství zamezilo návštěvníkům možnost koupě zboží s výraznou slevou. Úřad pro ochranu hospodářské soutěže uložil nakladatelství Albatros za vertikální kartel pokutu ve výši 313 000 korun (zdroj: ÚOHS).

2.2. Oligopol

Oligopol je taková struktura trhu, ve které působí jen několik prodávajících, nabízejících stejné či velmi podobné substituty. V oligopolu dochází mezi jednotlivými firmami k rozporu mezi spoluprací a vlastními zájmy, tedy ke konfliktu. Nahradíme-li ještě slovo firma slovem hráč, vidíme už jasně prostor pro využití teorie her. Stejně jako většina ekonomických učebnic i my se spokojíme s nejjednodušší variantou, s duopolem jakožto s oligopolem o dvou firmách, nebo, řečeno naší terminologií, hrou o dvou hráčích.

Snaha o maximalizování zisku může přivést oba hráče k myšlence spolupráce za vytváření **koluze** – dohoda mezi firmami o množství vyráběného zboží a o cenách, za které se budou výrobky prodávat. Koluze často vede k vytváření **kartelu**, skupiny firem jednajících ve shodě.

Vznik koluzí upravují opět antitrustové zákony. Je zřejmé, že koluze firem je sice nejvýnosnější možností pro hráče, ale vede k diskriminaci zákazníka, protože navozuje prostředí konkurenčního trhu, ačkoliv se de facto jedná o monopol. Častým případem nekalých koluzí jsou smlouvy mezi telefonními operátory. V České republice působí tři velcí mobilní operátoři (O2, Vodafone a T-Mobile), kteří si rozdělili už v počátcích trh na tři díly.

Nyní si mohou dovolit nastavit ceny vyšší než ve svých zahraničních pobočkách, protože díky shodnému jednání nemá zákazník naději na zlepšení svých podmínek přechodem k jinému operátorovi.

2.3. Nashova rovnováha v ekonomii

V ekonomii rozumíme Nashovou rovnováhou takovou situaci, kdy je pro navzájem závislé ekonomické subjekty (členové oligopolu) nejvýhodnější volit strategii podle toho, jakou strategii zvolila konkurence. Uvažujeme přitom, že jakmile si hráč strategii jednou zvolí, už ji nemění. Nashovu rovnováhu hledáme ve hrách, ve kterých neexistuje dominantní strategie, a tedy ani sedlový bod. Matematický význam Nashovy rovnováhy jsme si již vysvětlili v kapitole 1.7.

2.4. Vězňovo dilema

Vězňovo dilema (Prisoner's Dilemma) je pravděpodobně nejznámější příklad z teorie her. V 50. letech 20. století vytvořili Merrill Flood (*1908-†1991) a Melvin Dresher (*1911-†1992) matematický model spolupráce a konfliktu. Výsledky jejich výzkumu pojmenoval americký matematik Albert William Tucker (*1905-†1995) jako tzv. *vězňovo dilema*. Dnes se touto jednoduchou hrou kromě matematiků zabývají také psychologové, sociologové i evoluční biologové. Pro svou jednoduchou formulaci je navíc *vězňovo dilema* velmi přitažlivé pro laickou veřejnost. Začněme jím proto i my.

Vězňovo dilema je založeno na jednoduchém příběhu dvou vězňů. Ve vazbě jsou zadrženi dva podezřelí ze spáchání trestného činu, není jim umožněna komunikace. Při výslechu jim vyšetřovatel nabídne dvě možnosti:

a) Pokud se vězeň A přizná a ze spáchání zločinu obviní i vězně B, který se k trestnému činu nepřizná, bude odsouzen k jednoletému trestu odnětí svobody, zatímco vězeň B stráví ve vězení dvacet let.

b) Pokud se oba vězni přiznají, budou odsouzeni na sedm let, pokud se žádný z nich nepřizná, dostanou sazbu tři roky.

Zapsáno pomocí tabulky (tab 6):

		Vězeň B	
		přizná se	nepřizná se
Vězeň A	přizná se	A: 7 let B: 7 let	A: 1 rok B: 20 let
	nepřizná se	A: 20 let B: 1 rok	A: 3 roky B: 3 roky

Tab. 6: Zápis hry vězňovo dilema

Prozkoumejme možnosti vězně A, který před učiněním vlastního rozhodnutí musí zvážit důsledky možných výpovědí vězně B. Pokud se vězeň B přizná, je pro něj výhodné přiznat se také s důsledkem sedmiletého vězení. „Zisk“ obou tak bude vyrovnaný. Pokud se nepřizná, dostane dvacet let a ještě při tom pomůže vězni B, který jej zradil, k tomu, že vyvázne pouze s rokem.

Pokud se vězeň B nepřizná a náš vězeň se zachová stejně, bude situace opět vyrovnaná, je třeba si však uvědomit, že si v tomto případě oba vězni oproti případu souhlasného přiznání polepší. Nejlepší variantou pro vězně A by bylo nedoznat vinu v případě, že se přizná vězeň B.

Dominantní strategií obou vězňů je zřejmě přiznat se. Za takových okolností ovšem oba stráví ve vězení příštích sedm let. Kdyby se oba nepřiznali, dostali by „pouze“ tři roky. Taková volba by pak pro oba byla optimálním řešením.

V této chvíli však do dosud matematického problému rozhodování vstoupí psychologie a faktor sobectví. Podle psychologických výzkumů se pouze 40% vězňů chová kooperativně, většina lidí by tedy doufala v nejkratší možný trest na úkor spoluvězně, čímž by si však paradoxně pohoršila.

Problém *vězňova dilematu* ztížil biolog John Maynard-Smith (*1920-†2004), který zavedl pojem *vězňovo dilema s opakováním*. V této hře se hráči v každém kole chovají tak, jak se k nim choval jejich spoluhráč v kole minulém. Sobeckost se tak stává nevýhodnou a většina hráčů upřednostní vypočítavý altruismus. Se zavedením nekonečného *vězňova dilematu* vznikla strategie *tit for tat*, neboli *půjčka na oplátku*, která má dopady na poli ekonomickém i biologickém (viz kapitola 2.8.).

Vězňovo dilema je modelem oligopolního trhu, ve kterém se každý hráč – firma snaží dosáhnout monopolního výstupu. Pokud existuje na jednom trhu více výrobců (příčemž výrobkem rozumíme konkrétní produkt stejně jako službu), stojí před otázkou, je-li vhodnější volit spolupráci s konkurencí, vstoupit s ní do otevřeného boje, nebo se řídit zásadou „žít a nechat žít“. Na několika příkladech si ukážeme, jak lze konflikt oligopolistů řešit pomocí teorie her.

2.5. Dohoda

Jedním z úkolů organizace OPEC (Organizace zemí vyvážejících ropu) je regulovat těžbu ropy a tím zajistit její cenu na světovém trhu. Představme si nyní situaci, kdy se dva členové OPECu – pro ilustraci Ekvádor a Venezuela – dohodnou na společném postupu s cílem zvýšit vlastní zisky. Obě země vycházejí z předpokladu, že čím méně ropy vytěží, tím větší bude její cena. Domluví se proto, že každý stát vytěží pouze předem domluvené množství ropy, které mu zajistí zisk 70 miliard amerických dolarů. Pokud stát dohodu dodrží, znamená to, že celkové množství vytěžené ropy bude nízké, pokud ji poruší, objem vytěžené ropy se zvýší. Zapišme si tuto hypotetickou situaci do přehledné tabulky (tab. 7):

		EKVÁDOR	
		dodrží	poruší
VENEZUELA	dodrží	E: \$70 mld V: \$70 mld	E: \$80 mld V: \$50 mld
	poruší	E: \$50 mld V: \$80mld	E: \$60 mld V: \$60 mld

Tab. 7

Po uzavření dohody může Venezuela uvažovat následovně: pokud Ekvádor dohodu dodrží, je pro Venezuelu výhodnější těžit vyšší než stanovené množství ropy se ziskem 80 mld dolarů oproti 70 mld za dodržení. Pokud by Ekvádor dohodu porušil, je opět výhodnější dohodu porušit a vydělat 60 mld než ji zachovat a inkasovat o 10 mld méně. Pro oba státy je na základě této úvahy výhodnější dohodu porušit. Pomocí maticového zápisu zjistíme, že oboustranné porušení dohody je dominantní strategií obou hráčů. Hodnotu výplaty získáme jako rozdíl zisku Venezuely a zisku při oboustranné spolupráci.

		EKVÁDOR		
		D	P	
VENEZUELA	D	0	-20	-20
	P	+10	-10	-10*
		10	-10*	

Tab. 8

Maximální minimum odpovídá minimálnímu maximu matice, hra tedy má sedlový bod s hodnotou -10 . Pro obě země je tak skutečně nejbezpečnějším řešením dohodu porušit.

Z tabulky však zjistíme, že pro oba státy by bylo výhodnější, kdyby dohodu oba dodržely, jejich celkový zisk by byl nejvyšší. Vzpomeňme si na situaci dvou vězňů, kteří se vzájemně udali, ačkoli by pro ně bylo přínosnější spolupracovat. Spolupráce sice maximalizuje zisk obou hráčů jako monopolu, jeví se však značně nevýhodná na oligopolním trhu.

2.6. Závody ve zbrojení

Obdobou studené války mezi USA a SSSR jsou takzvané *závody ve zbrojení* největších konkurentů na daném trhu. Tento konflikt probíhá mezi reklamními odděleními hráčů a jeho cílem je s co nejmenšími náklady získat co možná nejvíce zákazníků. Reklama slouží dvojímu účelu:

1. Informuje potenciálního zákazníka o existenci daného výrobku, aby jeho přesvědčením rozšířila odbyt v daném odvětví.
2. Informuje zákazníka o existenci jiného výrobce s cílem zvýšit odbyt zadavatele reklamy na úkor konkurence, od které zákazník přechází. (Ponechejme stranou možnost negativní reklamy nebo reklamy, která zákazníky neúmyslně od koupě odrazuje.)

*Závody ve zbrojení bývají často demonstrovány na příkladu dvou významných amerických výrobců cigaret, společností Marlboro a Camel. Na těchto výrobcích si vysvětlíme problém také my, přičemž hodnoty výplaty přejímáme z publikace *Zásady ekonomie* N. G. Mankiwa^[15].*

		MARLBORO	
		inzeruje	neinzeruje
CAMEL	inzeruje	C: \$3 mld M: \$3 mld	C: \$5 mld M: \$2 mld
	neinzeruje	C: \$2 mld M: \$5 mld	C: \$4 mld M: \$4 mld

Tab. 9

Za předpokladu, že ve Spojených státech nepůsobí žádná jiná tabáková firma, by měl být trh ideálně rozdělen na polovinu mezi obě společnosti. Pokud tedy nikdo nepoužije reklamu, nedojde k žádným změnám v počtu zákazníků a obě firmy navíc ušetří nemalé výdaje za reklamu.

Pokud se naopak obě dvě firmy rozhodnou inzerovat, opět pravděpodobně nedojde k významnějším změnám. Po přechodu několika zákazníků Marlboro ke Camelu a naopak se trh opět rozdělí na dvě poloviny (předpokládáme, že zboží obou společností je rovnocenné kvality, žádná z nich přitom nenabízí významnější bonusy apod.), oba výrobci však dosáhnou nižšího zisku než v předchozím případě kvůli cenám propagace.

Jako poslední možnost pak zjevně zbývá situace, kdy se rozhodne pouze jedna z firem použít reklamy. Tato firma pak sice ponese vyšší náklady, ale získá pravděpodobně část zákazníků konkurenta a navíc také všechny nové zákazníky tabákového průmyslu.

Celkově je proto dominantní strategií obou firem investovat do inzerce, i když to znamená nižší zisky, než oboustranná pasivita. Důkazem je následující matice. Výplaty odvozujeme ze zisku společnosti Camel oproti pasivnímu jednání (P) firmy Marlboro, tedy neinvestování do reklamy.

		MARLBORO		
		R	P	
CAMEL	R	-1	+1	-1*
	P	-2	0	-2
		-1*	1	

Tab. 10

Sedlový bod má hra pro strategii použít reklamu u obou hráčů, vidíme však opět, že hodnota sedlového bodu (-1) není výhodnější než neutrální stav, odpovídající spolupráci v podobě ignorování reklamy. Ekonomické publikace zabývající se touto problematikou shodně upozorňují na praktický důsledek této skutečnosti: v roce 1971 omezil Kongres Spojených států televizní reklamu na tabákové výrobky. Největší hráči světového průmyslu pro mnohé překvapivě neprotestovali, protože si byli vědomi toho, že zákonodárci neúmyslně vyřešili *věžňovo dilema* za ně – a ušetřili jim tak i náklady na propagaci svých výrobků.

2.7. Tragédie obecní pastviny

Náš model pomáhá vysvětlit i ekonomický problém nastíněný podobenstvím *tragédie obecní pastviny* (*Tragedy of the Commons*), jehož autorem byl americký profesor biologie Garrett Hardin (*1915-†2003). Podobenství nás zavádí do středověké Anglie, kde občané města chovají stáda ovcí. Na produkci vlny, masa a mléka závisí jejich ekonomický příjem. Všichni majitelé vyhání ovce na obecní pastvinu za městem. Na této louce se může pást dobytek každého občana bez ohledu na počet kusů ve stádě a, což je podstatné, zcela zdarma. Pastvina je proto společným zdrojem obce, tedy statkem, který je rivalitní, ale není vylučitelný.

Problém nastane ve chvíli, kdy se jeden z majitelů ovcí rozhodne své stádo rozšířit. Zakoupením nových kusů zvýší svůj podíl na trhu, dosáhne proto vyššího zisku, ale zároveň zmenší společný prostor na obecní pastvině. Pokud se stejně zachovají i další pastevcí, což lze předpokládat, dojde k zaplnění louky za městem. Půda se znehodnotí, tráva přestane růst a ovce se nebudou mít kde pást. Původně výhodná strategie se tak stane příčinou kolapsu celého města.

Vysvětlení problému je jednoduché. Žádný z pastevců neměl zájem na úspěchu ostatních, neměl proto ani důvod omezovat velikost svého stáda, protože pastvina patřila všem a nikomu, bylo snadné chovat se bezohledně – a nakonec tím zničit i vlastní podnikání.

Existuje několik řešení *tragédie obecní pastviny*, žádné z nich však není schopné respektovat neviditelnou ruku trhu. Jednou z možností je regulace počtu ovcí na jednu rodinu, například podle počtu členů. Na to logicky navazuje možnost zdanění ovcí, popřípadě pronajímání obecní pastviny. V praxi se osvědčilo anglické řešení ze 17. století, kdy byly veřejné pastviny zrušeny, rozděleny na jednotlivé segmenty a dány do soukromého vlastnictví občanům (tzv. *rozhrázování /enclosure/*). Je poměrně známým jevem, že o soukromý majetek pečuje vlastník lépe, než o majetek společný.

Tragédie obecní pastviny však neskončila úpadkem chovu dobytka, můžeme se s ní setkat i v naší dnešní moderní společnosti. Podobně jako ovčáci k louce za městem se chovají i státy k problému životního prostředí, zásobám ropy nebo ochraně ohrožených druhů a rybolovu.

Pěkným příkladem ze současnosti jsou dopravní zácpy velkých měst. Je-li silnice prázdná, je pro motoristu jednoduché a příjemné používat ji. Svou jízdou však už omezuje možnost stejně rychlého a pohodlného pohybu ostatních. Čím více automobilů je na silnici, tím horší je provoz, až dojde k nevyhnutelnému dopravnímu kolapsu. Zajímavé řešení našel městský stát Singapur, který odstupňoval výši mýta za použití silnice podle počasí, denní doby, typu vozidla a podobně. Toto opatření údajně efektivně zamezilo znečišťování životního prostředí i tvorbě dopravních omezení.

Pomocí našeho podobenství lze alespoň zjednodušeně vysvětlit i pád komunismu v Evropě. Pokud vlastní lidé zdroje kolektivně, nevyužívají je efektivně, čehož si povšiml ve své knize *Politika*^[2] už řecký filosof Aristoteles:

„Nejméně péče se totiž věnuje tomu, co jest společné velmi mnoha lidem; neboť lidé se starají nejvíce o své vlastnictví, méně již o to, co jest společné, anebo jen potud, pokud se to týká jednotlivce.“

Centrální plánování, které je ve společném vlastnictví nevyhnutelné, se pak v rychle se rozvíjející společnosti jeví být nefunkční.

Není bez zajímavosti, že *tragédie obecní pastviny* inspirovala k výzkumu i vůbec první ženu – laureátku Nobelovy ceny za ekonomii profesorku Elinoru Ostromovou (viz obr. 5), oceněnou za rok 2009. Ostromová (*1933) z americké Indian University se zabývala problémem společného vlastnictví omezených zdrojů (konkrétně lesů) ve dvou stovkách měst po celém světě. Závěrem výzkumu, který probíhal od roku 1992, bylo zjištění, že lidé jsou schopni efektivně využívat omezené zdroje i bez regulace státu, pouze na základě racionální dohody.

Na základě uvedených příkladů by se mohlo zdát, že konkurenční chování firem je vždy nevýhodné. Nedostatek kooperace v oligopolu je však naopak žádoucí z hlediska společnosti, která preferuje trh dokonalé konkurence. Kdyby se oligopol celkově choval jako monopol, znamenalo by to pro zákazníka zvýšení cen. Pouze pokud spolu firmy nemohou spolupracovat, dochází ke vzniku dokonalé konkurence a tím také snížení cen směrem k mezní hodnotě. Tuto skutečnost si však výrobci uvědomují, a proto o spolupráci v mezích

antimonopolních zákonů usilují. Odpověď na otázku, jak má spolupráce vypadat, nalezneme v nám již známe strategii *tit for tat*, kterou pro naši následující úvahu můžeme nazvat „jak ty ke mně, tak já k tobě“.

2.8. Tit for tat

Je nutné si uvědomit, že spolupráce dvou a více subjektů bývá jen zřídka jednorázová. Nejčastěji se setkáváme s nutností dlouhodobě opakované kooperace – stolař bere pravděpodobně dřevo z jedné pily a kuchař zeleninu od jednoho pěstitele. V případě, že jeden ze členů takového pomyslného kartelu dohodu poruší, zvýší se mu sice krátkodobě zisk (restaurace dostane svou pravidelnou dodávku mrkve, aniž by za ni zaplatila), ale z dlouhodobého hlediska si pohorší (přijde o dodavatele, pokud se obdobně zachová i k dalším pěstitelům, špatná pověst se rychle rozšíří a nebude snadné nalézt další společnost ochotnou spolupracovat).

Opakovaným *vězňovým dilematem* se zabýval politolog Robert Axelrod (*1943) z Michiganské univerzity. Na základě turnaje ve hře typu *vězňovo dilema* zjistil, že nejvýhodnější strategií je začít spolupraci přátelským a čestným jednáním. V každém následujícím kroku se však má hráč zachovat právě tak, jak se zachoval protihráč v kroku minulém. Pokud nás podvedl, podvedeme jej se stejným ziskem i my, pokud se následně opět začal chovat „správně“, odpustíme mu a pokračujeme v otevřené hře.

Na základě tohoto závěru vysvětlil Robert Axelrod i skutečnost na pohled tak zřejmou, jako je placení účtů. Říká, že firmy neplatí účty proto, že „to je slušné“, ale z toho důvodu, že na placení účtů závisí osud příštího jednání, protože úspěšný podnik předpokládá stabilního dodavatele.

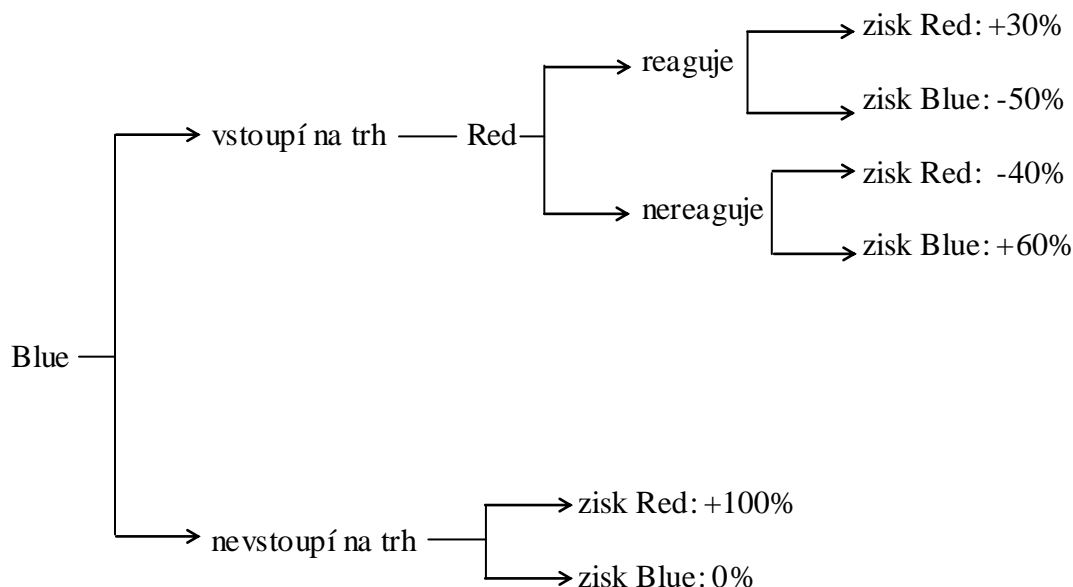
Důležité je, že počet kol v opakovaném *vězňovu dilematu* nesmí být účastníkům znám. Ve chvíli, kdy se hra – spolupráce jeví být konečná, můžou si hráči dovolit nekalé jednání, neboť jim od určité chvíle již nehrozí odvěta. Je to podobné jako při uzavírání známek na konci školního roku – úspěšný student může od určité chvíle nabýt dojmu, že poctivá příprava již není nutná, protože špatná známka jeho průměr už neohrozí. Takovou „červnovou strategii“ však rozumný student stěží zvolí v pololetí, kdy se jeho postoj může promítnout do hodnocení v druhé polovině školního roku.

Koluze jako typ více či méně legální spolupráce se objevuje poměrně často, ovšem její životnost bývá jen velmi krátká, zejména pokud se jedná o dohodu více než dvou firem.

Motivem k porušení smlouvy může být snaha zlikvidovat konkurenci i prostá obava z nekalého jednání smluvního partnera. Má-li firma podezření, že bude podvedena, zdá se být rozumnější udělat první krok směrem k porušení dohody než se smířit se ztrátou za poctivé jednání.

2.9. Strategie odstrašování od vstupu

Představme si situaci, kdy na trhu působí jako monopolista velká firma na výrobu hokejových puků. Nazýváme tuto firmu Red. Red se doslechne, že nová firma Blue uvažuje o vstupu na doposud monopolní trh s pukami. Je zřejmé, že konkurence není v zájmu našeho výrobce, kterému se nabízí dvě možnosti – buď na vstup nijak nereagovat, a tak přijít o významnou část zisku, nebo pomocí vyšších nákladů na reklamu a inovaci výroby zvýšit svou úspěšnost a způsobit tak, že vstup firmy Blue skončí neúspěchem. Manager firmy Red stojí před následujícím schématem:



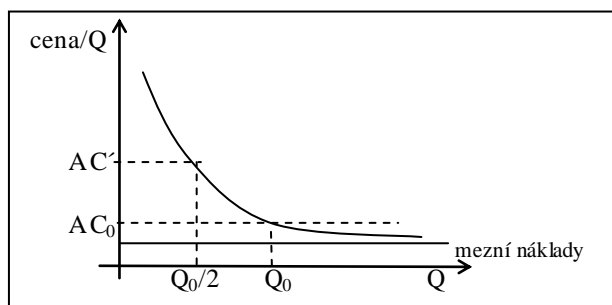
Pokud by Blue nakonec od svého rozhodnutí upustil, bylo by pro Red lepší žádná zvláštní opatření nezavádět, podobně jako v případě *závodů ve zbrojení* by v důsledku těchto výdajů klesl celkový zisk firmy. Pokud Blue na trh přece jen vstoupí, může Red investovat do konkurenčních opatření, takže nováčka na trhu sice vytlačí, ovšem za cenu obrovských ztrát vlastních zdrojů. Překvapivě proto bude pro manažera firmy Red opět lepší strategií nereagovat a v klidu přihlížet, jak Blue získává vyšší podíl na trhu, než vyčerpat firmu

jednorázovými neziskovými výdaji. Trh z puky bude v našem ilustračním příkladě rozdělen mezi původního monopolistu a novou firmu.

Konkrétní příklad z praxe nabízí docent Mike Shor z nashvillské univerzity, když popisuje soupeření dvou největších světových výrobců dopravních letadel, společností Boeing a Airbus^[24]. Podle tohoto příkladu zveřejnil Airbus své plány na výrobu obrovského stroje A380. Boeing reagoval jediným možným způsobem – oznámil, že se do podobného projektu pouští také. Manažeři obou společností si dobře uvědomovali fakt, že pokud se konkurence pustí do obdobného projektu, trh zůstane rozdělen rovnoměrně mezi oba výrobce. Ti nejenže nedocílí vyšších zisků, ale naopak doznají vysokých ztrát spojených s vývojem a výrobou každého nového stroje. Airbus však podezíral Boeing pouze z psychologické hry a plánovaný projekt skutečně zahájil. Poté se ukázalo, že domněnka Airbusu byla správná, Boeing se rozhodl nereagovat, stejně jako manažer Redu z našeho schématu.

2.10. Cenová válka aneb tvorba dravých cen

Především v obdobích hospodářského útlumu můžeme pozorovat specifický konkurenční boj dvou silných firem, tvořících duopol. Tyto firmy obvykle působily pouze na části trhu, v této části však byly monopolní. Sloučením trhů, což je jev běžný pro krizi, dochází k vytvoření jednoho celostátního trhu s daným výrobkem. Nabízí se otázka, zda je pro firmy výhodnější smířit se s tímto rozdělením moci, nebo zda je lepší pokusit se vytlačit konkurenci, a zachovat tak své dosavadní monopolní postavení. Odpověď nám napoví graf 3 (podle knihy Mikroekonomie a chování R. H. Franka^[71]).



Graf 3: *Rozdělení trhu.*

AC_0 je hodnota průměrných nákladů pro jednu firmu, AC' pak hodnota průměrných nákladů dvou firem. Vidíme, že AC' je vyšší než AC_0 , kdyby byl tedy trh s daným výrobkem

monopolní, byly by celkové náklady podstatně nižší. Z hlediska firem se proto zdá neobyčejně lákavou možností fúze. Takový krok by však patrně musel být prošetřen Antimonopolním úřadem, nehledě na to, že mnoha společnostem brání ve spolupráci i silná rivalita. Druhou možností pak je přistoupit k tvorbě dravých cen.

Cenová válka začíná prohlášením jednoho z výrobců o významném snížení cen ve snaze vytlačit konkurenta z trhu. Je zřejmé, že díky nižším cenám nedojde k maximalizaci zisku, nicméně výrobce, který jako první zaútočil, získá významnou část zákazníků konkurence. Té nezbyvá než přistoupit k obdobnému snížení cen. Cena však nesmí klesnout pod mezní náklady, může se ovšem stát, že výrobce prodává své produkty bez zisku. Během cenové války přichází o peníze obě firmy, jedna z nich, většinou ta méně známá, mladší, menší či s méně významným zázemím, musí trh opustit. Firma, která přežije, pak sice obnoví své postavení monopolisty, ale za cenu vysokých ztrát, ze kterých se už nemusí vzpamatovat.

Společnost, která cenovou válku vyhlásila, však od počátku počítá s tím, že až získá monopolní postavení, bude moci zvednout ceny, a zhojit tak utržené rány na zisku. Všeobecně platí, že čím delší dobu je cenová válka vedena, tím vyšší jsou ztráty a tím vyšší také musí být dlouhodobý zisk. Pokud se trh jako celek dobře a zdravě vyvíjí, je pro společnosti obvykle výhodnější cenovou válku nevyprovokovat. Jak je zřejmé, na cenové válce nevydělá obvykle nikdo – jedna z firem musí trh opustit, druhá se vrací oslabena a její válečné náhrady musí platit do té doby spokojený zákazník.

Zajímavým a mediálně vděčným příkladem cenové války je dlouhotrvající boj mezi autobusovými dopravci Asiana Alexeje Litvina a Student Agency Radima Jančury. Jejich konflikt začal v roce 2007 na trase Praha-Karlovy Vary, kdy Student Agency snížila ceny jízdenek na 120Kč, u části jízdenek pak dokonce jen na 50Kč. Asiana však nebyla schopna snížit ceny pod 140Kč, proto byla nucena v srpnu téhož roku trh opustit.

Od 1. 10. 2007 se válka přesunula na nejzajímavější českou trať, spojnici Brno-Praha. Zatímco Student Agency mezi oběma metropolemi jezdila třicetkrát denně, Asiana začínala pouze s osmi spoji. Na základě systému slev a servisu prohrála o necelé dva měsíce později tuto cenovou bitvu opět Asiana, k nové bitvě však došlo už v roce 2009. Poté, co byly některé jízdenky Student Agency k dispozici za symbolickou jednu korunu, neudržela Asiana ztrátovost a uvolnila pozici Radimu Jančurovi. Šéf Student Agency a někdejší podnikatel roku tak dnes čelí pouze méně významné konkurenci regionálních dopravců, s nimiž často dokonce spolupracuje a soudním žalobám majitele Asiany.

Tento příklad zjevně popírá, co jsme uvedli na začátku kapitoly – vítězná Student Agency vyšla z boje posílena a ani Asiana neukončila svou činnost. Důvodem je málo známý fakt, že autobusová doprava tvoří jen méně významnou část podnikatelských aktivit obou konkurentů (konkrétně pouze 23%). Spor o autobusy se stal pouze kolbištěm a relativně levnou reklamou, dotovanou z velmi výnosného prodeje letenek, ubytování a dalších doplňkových služeb. Přes náklady na cenovou válku i přes působení hospodářské krize mohly proto obě společnosti zaznamenat i letos meziroční růst tržeb.

Jak jsme si už nastínili, cenová válka je téměř vždy nevýhodná pro všechny hráče, přesto se jí čas od času nevyhneme. Víme už, že hráč, který cenovou válku vyprovokuje, očekává získání vyššího podílu na trhu za cenu nižšího zisku. Kvůli odvetným akcím konkurence však často dochází k výraznému poklesu ziskovosti celé výrobní oblasti. Pokusíme se proto nalézt takovou strategii, která přinese hráči zisk nebo alespoň minimalizuje jeho ztráty.

2.10.1 Kdy má smysl vést cenovou válku?

1. Pokud je firma ekonomicky dostatečně silná. Finský výrobce mobilních telefonů Nokia, který vykazoval za třetí čtvrtletí roku 2009 zisk 9,8 miliard eur (zdroj Reuters), uspěje v boji určitě lépe než její domácí konkurent Emgeton.

2. Pokud firma působí na širším trhu. Výrobce s odbytem v několika zahraničních zemích může hradit válečné ztráty vyššími cenami exportního zboží.

3. Cenovou válku lze využít k reklamním účelům. Hráči sice utrpí ztráty zisku, ale spoléhají se na neplacenou reklamu v médiích. Dávají tak konkurenci najevo svou sílu a ekonomickou aktivitu.

4. Firma může docílit zisku, pokud poskytuje výrazně lepší služby, než protihráč. Rozhoduje kvalita servisu, záruční lhůta i rychlost dodání.

5. Monopolní postavení lze získat, pokud je protihráčem výrazně nestabilní firma s nízkými zisky. Takový hráč zřejmě nemůže dlouhodobě ustát další ztráty a je nucen trh opustit.

2.10. 2 Co dělat místo snižování cen?

Uvažujme situaci, kdy firma není natolik silná, aby mohla cenové válce čelit dalším snižováním cen. Ukážeme si, že i slabší hráč může dosáhnout vítězné situace, pokud nalezne adekvátní odpověď.

1. Většina zákazníků vyžaduje přímé, čestné jednání, proto preferuje **přehlednost** a jednoznačnost cen. Hráč by měl proto zveřejňovat pouze konečné ceny. Jako příklad můžeme uvést srovnání dvou obdobných paušálních nabídek mobilních operátorů T-mobile a O2.

O2 tarifní zvýhodnění *Pokec nonstop*:

„První 3 minuty hovoru jsou účtovány jednotnou sazbou 15 Kč s DPH, a to i v případě, že hovor je kratší než 3 minuty. Každá další minuta po provolání prvních 3 minut je účtována sazbou 1 Kč/minut s DPH. Po provolání prvních 3 minut je účtování po 30s.“^[29]

T-mobil: tarifní zvýhodnění *Moji blízcí* (v rámci skupiny pěti uživatelů):

„Výhoda: Volání v rámci skupiny za 1,90 Kč (2,28) / min

Měsíční paušál: 39 Kč (46,80)

Aktivace: Zdarma

Přidání člena skupiny: 20 Kč (24,00)“^[30]

Je zřejmé, že nabídka společnosti T-mobil působí přehledněji, zákazník získá všechny informace naráz, bez nutnosti dlouhých výpočtů a odhadů.

2. **Kvalita** je pro některé zákazníky důležitější než cena, zejména jedná-li se o stálé odběratele, kteří vyžadují servis a rychlost. Běžným příkladem této kategorie je také neúměrně vysoká cena luxusního zboží. Zcela extrémní situaci si můžeme ilustrovat na ceně zápalek. Zatímco za krabičku běžných zápalek zaplatíte průměrně jednu korunu, zápalky značky Davidoff jsou na českém trhu k dostání za sto dvacet jedna korun. Firma zvučné značky a dlouholeté tradice tak často čelí hrozbě cenové války úspěšněji než ekonomicky silnější, ale mladší soupeř.

3. V delším časovém horizontu lze ceny snižovat **zavedením kvalitnějších či levnějších výrobních postupů**. Místo vyššího možného zisku získává hráč prostor pro

slevu. Typickým příkladem jsou velké internetové obchody založené pouze na objednávání a přeposílávání zboží od výrobce k zákazníkovi. Protože kupují za velkoobchodní ceny, ale nemusí hradit vysoké provozní výdaje, mají vyšší zisky než maloobchodní prodejci.

4. Často úspěšnou obranou může být navázání **spolupráce** s menšími hráči působícími na stejném trhu. V tomto případě je však opět nutné zvážit, zda záchranná smlouva neporušuje antimonopolní zákony země.

5. U nás dosud nepublikovaný výzkum hongkongských vědců Chun-Hung Chia, Tsan-Ming Choia a Duan Lia^[27] přichází s nezvyklým řešením nazvaným *reverse price war* neboli *cenová válka naruby*. Vychází z předpokladu, že snížením ceny sice úspěšnější soupeř získá větší podíl na trhu, část zákazníku však hráči zůstane. Důvody jsou obdobné jako v našich doporučeních – lepší servis, tradice značky nebo vyšší kvalita. Čím více zákazníků však přejde k protihráči, tím hůře pro něj – jeho zisky budou nižší, popřípadě se budou zvyšovat ztráty. Rozumnou strategií napadeného hráče proto není snížit cenu a vyprovokovat tak kolotoč slev, které vedou ke krachu, ale naopak odpovědět mírným zdražením. Touto cestou vyrovná firma ztráty způsobené odlivem zákazníků a časem může profitovat více než levnější protihráč.

Oficiální příklady úspěšné aplikace této strategie lze nalézt jen stěží, přesto i na domácím trhu se s náznaky *cenové války naruby setkáme*. Jako příklad můžeme uvést chování společnosti Český Telecom (dnes Telefonica O2), který v reakci na konkurenci mobilních operátorů přišel v roce 2006 se zdražením svých služeb.

Je zřejmé, že většina manažerů bude cítit vůči této nezvyklé strategii nedůvěru. Lze však předpokládat, že díky své neobvyklosti může být použita velmi úspěšně zejména v boji s méně zkušenou konkurencí.

Stejná skupina vědců navrhla také o něco méně radikální *no-action strategy*. Podle této strategie má napadený hráč zachovávat naprostou pasivitu. Tím, že nebude reagovat na cenové výboje protivníka sice dozná ztráty, ale nebude muset čelit dříve popsáním důsledkům aktivní cenové války.

2.10.3 Statická cenová válka

Zatím jsme cenovou válku chápali pouze jako stav neustálého zlevňování. Tvorba dravých cen však může mít i jinou podobu. Válečnou situaci lze vyvolat i umělým zachováním stabilních cen přes rostoucí výrobní náklady či daně. Příkladem může být cenová válka, kterou podle zpravodajského serveru idnes.cz^[21] rozpoutal český výrobce cigaret Philip Morris. Zatímco cena za krabičku cigaret vzrostla počátkem roku 2010 o tři koruny kvůli zvýšení spotřební daně a DPH, cena cigaret značky Marlboro zůstala nezměněná. Ostatní hráči na českém trhu s tabákovými výrobky proto museli změnit plánovanou cenovou politiku a kopírovat chování firmy Philip Morris.

Ukázali jsme si, že cenová válka není nejvhodnější cestou k rychlému získání monopolního postavení. Hráč často končí s nulovým ziskem (viz obr. 4). Při vhodně zvolené strategii však může i znevýhodněný hráč dosáhnout zisku. Rozhovor se zkušeným českým veteránem několika cenových válek Radimem Jančurou naleznete v Příloze 3.

3. Aplikace teorie her v dalších vybraných oborech

Zakladatel teorie her John von Neumann začínal svůj výzkum modelováním společenských strategických her, jako byl pokr. Po druhé světové válce však vstoupil do služeb americké společnosti RAND (Research And Development), pro kterou měl vyvinout strategii potenciální studené války. Záhy poté, co našla teorie her významné uplatnění v ekonomii, stala se tato matematická disciplína nedílnou součástí teorie mezinárodních vztahů. V této kapitole se seznámíme s několika příklady aplikace teorie her v natolik rozdílných oborech, jako jsou již zmíněné mezinárodní vztahy, sociologie i evoluční biologie.

3. 1. Studená válka

Napětí mezi Spojenými státy americkými a Svazem sovětských socialistických republik v 50. - 60. letech 20. století dostalo název studená válka. Svět však žil v neustálé hrozbě války o mnoho nebezpečnější – války jaderné. Obě mocnosti disponovaly obrovským jaderným arzenálem, který zaručoval možnost úměrné odplaty v případě ohrožení.

V 60. letech 20. století však v USA vznikla také specifická hra americké zlaté mládeže, která velmi dobře vystihuje politické vztahy obou států. Pravidla *Game of Chicken* neboli *hry na zbabělce* byla jednoduchá: na rovné silnici se proti sobě rozjeli dva hráči v automobilech. Prohrál ten, kdo jako první stočil volant, a zabránil tak srážce. Problém nastal, pokud měli oba hráči pevné nervy, jedinou cenou pro vítěze v takovém případě byla vážná zranění nebo smrt.

Mladí řidiči často používali různé triky, kterými dali soupeři jasně najevo, že oni nemohou prohrát (zablokování volantu), druhý hráč tak ve vlastním zájmu neměl jinou možnost než uhnout sám.

Paralela je zřejmá: primárním zájmem obou hráčů (států) je vyjít ze hry bez vážných následků. Srážka automobilů ve hře na zbabělce je proto stejně nežádoucí jako zahájení jaderné války. Druhou prioritou však je zachování prestiže, ustoupit znamená prohrát a tím také utrpět ztrátu pozice v mezinárodních vztazích nebo ve skupině teenagerů. V obou „hrách“ se však racionální hráč zachová stejně: na vyvolání konfliktu (zablokovaný volant) neodpoví stejným způsobem. Ztratí sice tvář, ale předejde tak lokální či globální katastrofě.

Situaci můžeme zapsat pomocí tabulky 11:

		SSSR	
		ustoupí	neustoupí
USA	ustoupí	0	-10
	neustoupí	10	-100

Tab. 11

Pokud jednají oba soupeři neracionálně (neustoupí), musí vést celý konflikt nutně ke vzájemnému zničení. Je proto zřejmé, že pro obě zneprátelené strany je nejvýhodnější vyhnout se přímému válečnému konfliktu. Zde nalezneme také vysvětlení, proč studená válka nevyšla ve válku jadernou.

3.2. True1

Simon Singh v dodatku knihy *Velká Fermatova věta*^[18] popisuje konflikt tří hráčů, ve kterém může zvítězit ten nejslabší z nich, pokud zvolí správnou strategii. Představme si souboj třech mužů, pánů A, B a C. Pan A je vynikající střelec, trefí soupeře v každém výstřelů. Pan B je už o něco horší, zasáhne cíl pouze dvakrát z tří vypálených ran. A pan C je náš nejslabší hráč, ze tří pokusů se trefí pouze jednou, proto mu oba gentlemani dají právo první rány. Otázka zní, jak má pan C jednat, když si chce zachovat život.

Může vystřelit po panu A či panu B, může ale také vypálit ránu pouze do vzduchu. Poslední možnost je pro něj paradoxně nejvýhodnější. Pokud vystřelí do vzduchu, bude na řadě pan B jako druhý nejhorší střelec. Ten se samozřejmě pokusí zbavit nejprve svého největšího soka, pana A (kdyby vystřelil nejprve na pana C, dostal by možnost následující rány pan A, který by zbývajícího soupeře jistě zasáhl). Pokud pana A netrefí, vystřelí tento určitě právě po něm jako potenciálně nejnebezpečnějším sokovi a vyřadí jej tak ze hry. Pokud by však pan B cíl trefil, zbudou opět dva hráči, přičemž pan C bude na řadě s výstřelem. Pan C si díky této strategii sice nezaručí výhru, ale minimálně eliminuje nebezpečí, že by byl střelen první ranou pana A. Na první pohled nelogickým výstřelem do vzduchu si zajistil právo prvního výstřelu v duelu.

3.3. Evoluční biologie

Hra kámen-nůžky-papír, kterou jsme si popsali v kapitole 1.4., vykazuje specifickou vlastnost her: hráč má tím větší šanci na výhru, čím více omezí nebezpečí, že protihráč odhalí jeho taktiku. V mnoha případech je proto nejvýhodnější volit strategii pomocí náhodného prvku, například hodem mincí nebo kostkou. Ukazuje se, že v hrách s opakováním může být racionalita hráčů překážkou. Evoluční biologie nám tuto domněnku potvrzuje.

Hráčem v evoluční biologii je každý jeden gen organismu. Strategii rozumíme behaviorální fenotyp a konečně výplatní funkcí úspěšnost reprodukce. Je známo, že mutant je v reprodukci méně úspěšný než běžný jedinec. Pokud má organismus štěstí na vhodný genotyp (jehož vhodnost je založena čistě na náhodě), má naději na úspěšné rozmnožování a tím i zajištění dostatečného počtu potomků, kteří budou šířit jeho druh.

Leguán pestrý (viz obr. 6) se v přírodě vyskytuje ve třech odlišných variantách, samečci každé z nich mají krk zabarvený oranžově, žlutě nebo modře.

Oranžoví leguáni jsou větší, silnější, mají velké teritorium s množstvím samic, které si agresivně hlídají, rozloha teritoria jim však neumožňuje zamezit občasnému vstupu vetřelců. Modří leguáni mají jen malé teritorium, které však jsou schopni bez problémů uhájít před vetřelci. Žlutí leguáni nemají ani vlastní teritorium, ani vlastní samičky. K reprodukci jim slouží samičky oranžových leguánů, jejichž pozornosti mohou snadno uniknout.

		leguán 2		
		oranžový	modrý	žlutý
leguán 1	oranžový	0	1	-1
	modrý	-1	0	1
	žlutý	1	-1	0

Tab. 12

Zápis hry (tab. 12) je totožný s maticí hry kámen-nůžky-papír (tab. 2). Oranžoví leguáni dokáží přemoci modré a získat jejich samičky, nemohou ovšem zabránit pokoutným žlutým. Modří sice podlehnou oranžovým, zato si ale dokážou teritorium uhájít před útoky žlutých.

Pokud bude populace oranžových růst, bude nevýhodné mít genotyp modrého leguána, v dalších generacích proto budou dominovat žlutí leguáni. Ti dokáží zvítězit nad oranžovými, ale podlehnou modrým, čímž bude rovnováha v přírodě zachována.

Příroda je zjevně úspěšnějším hráčem, protože je ve volbě strategií naprosto neutrální, na rozdíl od člověka nepreferuje určité strategie před jinými, a o rovnováhu se proto postará přírodní výběr.

3.4. Liberální paradox

Aplikace teorie her na chování společnosti není vždy úspěšná už proto, že „hráči“ se často chovají zcela neracionálně a volí takové strategie, kterými si zajistí horší výplatu. Příkladem nám může být *liberální paradox*:

V malé místnosti sedí několik kuřáků. Protože v místnosti nefunguje ventilace, je vyhlášen zákaz kouření, který všichni ve svém vlastním zájmu dodržují. Situace se změní ve chvíli, kdy si zapálí cigaretu první kuřák. Oficiální zákaz je tímto aktem porušen, pro většinu ostatních je navíc nesnesitelné přijmout roli pasivních kuřáků, a proto postupně začnou kouřit všichni. To, co se na začátku jevílo být nevýhodné, je nyní zdánlivě výhodné. Změnou strategie našla skupina takzvané optimální chování (neboli bod rovnováhy).

		Kuřák m	
		kouřit	nekouřit
Kuřák n	kouřit	1	0
	nekouřit	0	1

Tab. 13

Obdobným případem je neustále se zvyšující hladina hluku v sále. Představme si sál plný lidí, například při firemním večírku. Jak navazují jednotliví kolegové hovor, vzrůstá šum v místnosti. Čím vyšší je šum, tím hlasitěji účastníci večírku mluví, takže nakonec musí téměř křičet. Tato situace je pro hráče zjevně nevýhodná, ale je přesto výhodnější než mluvit potichu, což by komunikaci znemožnilo.

Závěr

Ve své práci Teorie her v ekonomii jsem se zabývala aplikací matematické teorie na ekonomické problémy.

Zjistila jsem, že problematika teorie her se zaměřením na ekonomickou praxi je v literatuře dostupné v češtině zpracována spíše okrajově. Většina publikací se zaměřuje buď na vysvětlení matematické podstaty teorie her, nebo na konkrétní ekonomické problémy bez bližšího matematického vysvětlení. Téměř chybí publikace, které by aplikovaly teorii her na domácí ekonomickou situaci.

Vzhledem k tomu, jak frekventované je spojení *cenová válka* v českých i světových periodikách, je pozoruhodné, že hlubší rozbor strategií cenové války je v češtině nedostačující a i v dostupné anglické literatuře mu není věnováno mnoho prostoru.

V matematické části práce jsem se zaměřila především na řešení antagonistických her. Řešení antagonistických her se sedlovým bodem si může čtenář procvičit na příkladech uvedených v Příloze 1. Pro řešení libovolných herních matic doporučuji navštívit webové stránky Dopravní fakulty ČVUT, kde je k dispozici jednoduchý výpočetní program. Řešení neantagonistických her jsem pouze nastínila bez uvedení konkrétních příkladů, neboť tyto hry sice nevyžadují hlubší matematické znalosti, ale jejich řešení je zdouhavé a díky řadě dostupných počítačových programů takřka zbytečné. Ve své práci se však prakticky nezabývám určováním výše výplat hráčů. Tyto hodnoty závisí na individuálních preferencích a jejich zjišťování podle mého názoru není součástí teorie her. Pro zjednodušený odhad hodnot výplat uvádím výpočet funkce užitku v kapitole Historie a vývoj teorie her. Celý použitý matematický aparát by měl být srozumitelný každému studentovi gymnázia. K jeho osvojení stačí běžná znalost rovnic a nerovnic, základů teorie pravděpodobnosti, popřípadě posloupností a řad.

V ekonomické části práce bylo mým cílem uvést dostatečné množství konkrétních příkladů především z českého prostředí. Konkrétní příklady českých monopolů jsem doplnila stručným seznámením se s funkcí antimonopolních zákonů. Text kapitoly 2.1. rozšiřuje Příloha 2, ve které uvádím vybrané části zákona o ochraně hospodářské soutěže.

Těžištěm celé práce je *vězňovo dilema*. Na základě tohoto známého matematického příkladu vysvětluji několik běžných podnikatelských paradoxů. Prostřednictvím nich jsem se pokusila ukázat, že ta řešení, která se zdají být zřejmá a správná, nemusí být vždy vyhovující. *Tragédie obecní pastviny* přináší mimo jiné zjednodušené vysvětlení ekonomického pádu komunistických systémů na pozadí klasického anglického paradoxu.

Velkou pozornost jsem věnovala *cenové válce*, fenoménu, který je zejména v souvislosti s hospodářskou krizí stále častěji citován. Mou snahou bylo navrhnout takové řešení, které by umožňovalo hráči zisk nebo alespoň minimalizaci ztrát. Toto úsilí se ukázalo být o to důležitější, že jsem obdobnou stručnou analýzu v české literatuře nenalezla. Jako podklad mi proto sloužil především článek o výzkumu strategií cenové války vědců Chung-Hung Chiu a Tsan-Ming Choia z Hong Kong Polytechnic University v Kowloon a Duan Lia z Chinese University of Hong Kong v Shatin. Jejich strategie *cenová válka naruby* je pro svou neobvyklost velmi zajímavá a je proto s podivem, že pozornosti českých ekonomických médií unikla. Můj návrh na chování hráče v cenové válce se kromě citované literatury opírá také o rozhovor s panem Radimem Jančurou, ředitelem Student Agency, který mi prostřednictvím e-mailu odpověděl na několik otázek týkajících se této problematiky.

Problémem studia cenové války je fakt, že nové teorie lze jen obtížně ověřovat v praxi. Neochota a konzervativnost výrobců je však pochopitelná. Jako jedna z možností experimentálního ověření se proto pro možné další zkoumání nabízí virtuální svět internetových her.

Poslední část práce, aplikace teorie her do neekonomických oblastí, slouží především jako doplněk ukazující význam a dosah této matematické disciplíny.

Ve své práci jsem se pokusila představit teorii her jako silný nástroj k analyzování konfliktů, nesmím však opomenout etický aspekt této disciplíny. Z řady příkladů bylo zřejmé, že nejvýhodnější jednání nemusí být vždy morálně správné a bezchybné. Jako v každé jiné oblasti lidské činnosti se i v teorii her musíme řídit zákony i etickým kodexem.

S teorií her jsem se nesešla poprvé, ale jejím aplikováním do ekonomie jsem se seznámila s několika velmi zajímavými jevy. K problematice cenové války bych se během svého dalšího studia ráda vrátila a pokusila se odpovídajícím matematickým aparátem nalézt nové modely řešení, které by bylo možno konfrontovat s výzkumem hongkongských vědců.

Seznam použité literatury:

1. RAO, A. R., BERGEN, M. E., DAVIS, S. *How to Fight A Price War: Analyzing the Battleground. Harvard Business Review : Working knowledge for business leaders* [online]. 2000 [cit. 2010-02-03]. Dostupný z WWW: <<http://hbswk.hbs.edu/archive/1679.html>>.
2. ARISTOTELES *Politika*. Přel. A. Kříž. Vyd. nevedeno. Praha: Jan Leichter 1939. Kniha druhá, str. 32.
3. BORŮVKOVÁ, E. *Nobelova cena za ekonomii: Nobelovka zastáncům férovějšího trhu. Ekonom*, říjen 2009, č. 41, s. 25.
4. CEJTHAMR, V. *John Forbes Nash. Reflex : Časopis zabývající se kauzami všedního dne* [online]. 2002, č. 35. Dostupný z WWW: <<http://www.reflex.cz/Clanek10547.html>>.
5. DEVLIN, K. *Jazyk matematiky. Jak zviditelnit neviditelné*. Přel. J. Švábenický. 1. vyd. Praha: Dokořán 2003. 342 stran. Přel. z: *The Language of Mathematics. Making the Invisible Visible*. Kapitola 7, Jak matematici počítají s náhodou, str. 269-298.
6. DRULÁK, P. *Teorie mezinárodních vztahů*. 1. vyd. Praha: Portál 2003, Kapitola 3, Scientismus: matematika jako klíč k mezinárodní politice, str. 89-104.
7. FRANK, R. H. *Mikroekonomie a chování*. Přel. H. Fialová, J. Kameníček a M. Sojka. 1. vyd. Praha: Nakladatelství svoboda 1995. 768 stran. Přel. z *Microeconomics and Behaviour*.
8. FREAN, A. *Ostrom challenges Obama in 'tragedy of the commons'*. *Times*. 13. 10. 2008. Dostupný z WWW:<business.timesonline.co.uk/tol/business/economics/article6873008.ece>.
9. GNEEZY, U., HARUVY E., YAFE, H. *Splitting a restaurant bill equally leads to selfish behaviour. Economic Journal*. 2004, č. 4. Dostupný z WWW: <<http://www.res.org.uk/society/mediabriefings/pdfs/2004/Apr04/haruvy.pdf>>.
10. HAILEY, A. *Letiště*. Přel. Petr Pujman. Ostrava: ANAGRAM s.r.o. 2006. str. 172 – 174.
11. HEYNE, P. *Ekonomický styl myšlení*. Přel. kolektiv autorů pod vedením J.Schwarze. 1. vyd. Praha: VŠE 1991. 509 stran. Přel. z: *The Economic Way of Thinking*.
12. HOUSER, P. *Byznys jako hra. CIO Business World* [online]. 2008, č. 7-8. Dostupný z WWW: <<http://businessworld.cz/veda-a-historie/Byznys-jako-hra-4237>>.
13. HYKŠOVÁ, M. *Historické počátky teorie her*. FD ČVUT, 2004, Dostupný z WWW: <http://euler.fd.cvut.cz/predmety/game_theory/files/Hyksova2004a.pdf>.
14. JASTRZEMBSKÁ, Z. *Hry proti přírodě : Příspěvek k semináři Akcenty etiky I FF MU Brno (27. -28. 4. 2000)*. *Pro-Fil : webový časopis FF MU pro zájemce o filosofii* [online]. 2000, roč. X., č. 02 [cit. 2009-11-15]. Dostupný z WWW: <http://profil.muni.cz/02_2000/hry.html>.

15. KOUBSKÝ, P. *Mezi spoluprací a podrazem. Reflex : Časopis zabývající se kauzami všedního dne* [online]. 2002, č. 33 [cit. 2009-11-15]. Dostupný z WWW: <<http://www.reflex.cz/Clanek10431.html>>.
16. MANKIW, N. G. *Zásady ekonomie*. Přel. M. Sojka a kolektiv autorů. Dotisk 1. vyd. Praha: Grada Publishing, a. s. 2000, dotisk 2009. 768 stran. Přel. z Principles of Economics.
17. PELIŠ, M. *Teorie her jako formální teorie racionálního rozhodování*. 2007. Dostupný z WWW: <<http://web.ff.cuni.cz/~pelis/gt-pelis.pdf>>.
18. SINGH, S. *Velká Fermatova věta*. 2. vyd. Přel. L. Pick, J. Rákosník, M. Rokyta. Praha: Academia 2002. Kapitola 4, Směrem k abstrakci, str. 98; Dodatek 9: Teorie her a truel, str. 187.
19. SŮRA, J. *Na lince Praha-Brno vypukne cenová válka. Idnes.cz: zpravodajský server*. 2007, 22. září. Dostupný z WWW: <http://ekonomika.idnes.cz/na-lince-praha-brno-vypukne-ceno-va-valka-f07-/ekonomika.asp?c=A070921_202535_ekonomika_mia>.
20. SUROWIECKI, J. *Priced to Go. The New Yorker* [online]. 2009 [cit. 2010-02-03]. Dostupn WWW: <http://www.newyorker.com/talk/financial/2009/11/09/091109ta_talk_surowiecki>.
21. ŠPAČKOVÁ, I. Philip Morris rozpoutal cenovou válku, luxusní cigarety kvůli dani nezdraží. *IDnes.cz: Ekonomika* [online]. 2010 [cit. 2010-02-03]. Dostupný z WWW: <http://ekonomika.idnes.cz/philip-morris-rozpoutal-cenovou-valku-luxusni-cigarety-kvuli-dani-nezdrazi-1wz-/ekonomika.asp?c=A100202_134006_ekonomika_sp>.
22. VALENČÍK, R. *Teorie her a redistribuční systémy*. 1. vyd. Praha: Vysoká škola finanční a správní 2008. 124 stran.
23. VLACH, M. *Teorie her pro volitelný předmět seminář a cvičení z matematiky ve 4. ročníku gymnázia*. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, n. p. 1988. 134 stran.
24. WESSEL, R. *Znalost teorie her se vyplácí. The Wall Street Journal. Přejato internetovým magazínem Finanční management (Hospodářské noviny)*. 2006. 30. května. Dostupný z WWW: <http://ihned.cz/2-18571320-d00000_detail-cd>.
25. WILLIAMS, J. D. *Dokonalý stratég aneb Slabikář teorie strategických her*. Přel. L. Kubát. 1. vyd. Praha: Orbis 1966. 288 stran. Přel. z: The Compleat Strategist being a Primer on the Theory of Strategy.
26. Zákon č. 143/2001 Sb., *o ochraně hospodářské soutěže*. Dostupný z WWW: <<http://business.center.cz/business/pravo/zakony/ohs/>>.
27. ZYGA, L. *Strategies for Retailers Fighting Price Wars. PhysOrg.com* [online]. 2009 [cit. 2010-02-03]. Dostupný z WWW: <<http://www.physorg.com/news152964558.html>>.

Obrazový materiál byl převzat z webových stránek:

<http://newsinfo.iu.edu/asset/page/normal/7865.html&usg>

<http://www.stat.psu.edu/~babu/nash/NashOutreach.jpg>

<http://www.euroekonom.cz/humor.php>

<http://farm4.flickr.com/photos/11024337@N03/3052796740/>

<http://www.answers.com/topic/saddle-point>

Použité internetové stránky:

28. <http://compet.cz>

(Webové stránky Úřadu pro ochranu hospodářské soutěže.)

29. <http://cz.O2.com>

(Webové stránky mobilního operátora O2.)

30. <http://t-mobile.cz>

(Webové stránky mobilního operátora T-mobile.)

Resumé

My mathematics project *The Game Theory in Economics* deals with one of the newest mathematical disciplines, the game theory, and its applications. I have chosen this topic because it is the only mathematical branch, which visibly influences not only physical sciences but even the social sciences. Nowadays, it is quite an important part of technical and economics studies as well as of managerial skills.

The aim of my study is to combine knowledge from elementary mathematics and economic practice. It is divided into three parts. In part one there are some notes from the history of game theory and basic information about it. The reader finds here definitions of the antagonistic games and the solution to them. We focus on the saddle point matrix and mixed strategies, even including some examples.

Part two deals with the application of the game theory to economics. It explains what monopoly and oligopoly is. The key part is the Prisoner's Dilemma chapter which is the main part that the project is based on. It is illustrated by the Tragedy of the Commons, Tit for Tat Strategy and the Price War. Special emphasis is put on the models from contemporary Czech economics.

Part three is devoted to some interesting illustrations of the use of game theory in non-economic branches. The Game of Chickens shows us why nuclear war between the USA and the USSR did not break out in the sixties. The impact of game theory on evolutionary biology is demonstrated on the population of the Changeable Lizard. The Liberal paradox clarifies why people at parties speak more loudly than is necessary.

Thanks to my study of the Game Theory in Economics, I had found many examples of applications of the simple mathematics methods to real cases from business practice. I have learned that the most obvious solutions were not necessarily the most suitable ones, as the Prisoner's Dilemma shows. It is clear that the game theory did not explain if our way of behaviour is ethical or not but it shows us the impacts that our decisions can have.

Seznam příloh:

Příloha 1. Cvičení – řešené příklady na hledání sedlových bodů matic.

Příloha 2. Vybrané části zákona č. 143/2001 Sb. o ochraně hospodářské soutěže.

Příloha 3. Odpovědi Ing. Radima Jančury, ředitele Student Agency, k otázkám cenové války.

Obrazová příloha

Příloha 1: Cvičení

Zjistěte, které ze zadaných matic her mají sedlový bod, u těchto matice pak určete hodnotu hry.

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 2 \\ 2 & 0 & 3 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 5 & 4 & 8 \\ 5 & 3 & 5 \\ 5 & 1 & 9 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 2 \\ 9 & 9 & 9 & 0 \\ 4 & 9 & 8 & 1 \\ 8 & 0 & 9 & 7 \end{bmatrix}$$

Řešení:

$$\begin{array}{l} \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 2 \\ 2 & \boxed{0} & 3 \end{bmatrix} \quad \begin{array}{l} -1 \\ -1 \\ 0^* \end{array} \\ 2 \quad 0^* \quad 3 \end{array}$$

$$v_d = \max\{\min\{1;0;-1\}; \min\{0;1;2\}; \min\{2;0;3\}\} = \max\{-1;-1;0\} = 0$$

$$v^h = \min\{\max\{1;0;2\}; \max\{0;1;0\}; \max\{-1;2;3\}\} = \min\{2;0;3\} = 0$$

$$v^h = v_d = 0$$

Matice má sedlový bod. Hodnota hry je 0.

$$\begin{array}{l} \begin{bmatrix} 5 & \boxed{4} & 8 \\ 5 & 3 & 5 \\ 5 & 1 & 9 \end{bmatrix} \quad \begin{array}{l} 4^* \\ 3 \\ 1 \end{array} \\ 5 \quad 4^* \quad 9 \end{array}$$

$$v_d = \max\{\min\{5;4;8\}; \min\{5;3;5\}; \min\{5;1;9\}\} = \max\{4;3;1\} = 4$$

$$v^h = \min\{\max\{5;5;5\}; \max\{4;3;1\}; \max\{8;5;9\}\} = \min\{5;4;9\} = 4$$

$$v^h = v_d = 4$$

Matice má sedlový bod. Hodnota hry je 4.

$$\begin{array}{l} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 2 \\ 9 & 9 & 9 & 0 \\ 4 & 9 & 8 & 1 \\ 8 & 0 & 9 & 7 \end{bmatrix} \quad \begin{array}{l} 1 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{array} \\ 9 \quad 9 \quad 9 \quad 7 \end{array}$$

$$v_d = \max\{\min\{1;1;1;2\}; \min\{9;9;9;0\}; \min\{4;9;8;1\}; \min\{8;0;9;7\}\} = \max\{1;0;1;0\} = 1$$

$$v^h = \min\{\max\{1;9;4;8\}; \max\{1;9;9;0\}; \max\{1;9;8;9\}; \max\{2;0;1;7\}\} = \min\{9;9;9;7\} = 7$$

$$v_d \neq v^h$$

Matice nemá sedlový bod.

HLAVA III
DOMINANTNÍ POSTAVENÍ A JEHO ZNEUŽÍVÁNÍ

§ 10

(1) Dominantní postavení na trhu má soutěžitel nebo společně více soutěžitelů (společná dominance), kterým jejich tržní síla umožňuje chovat se ve značné míře nezávisle na jiných soutěžitelích nebo spotřebitelích.

(2) Tržní sílu podle odstavce 1 Úřad posuzuje podle hodnotového vyjádření zjištěného objemu dodávek nebo nákupu na trhu daného zboží (tržní podíl) dosaženého soutěžitelem nebo soutěžiteli se společnou dominancí v období, které je zkoumáno podle tohoto zákona a podle dalších ukazatelů, zejména podle hospodářské a finanční síly soutěžitelů, právních nebo jiných překážek vstupu na trh pro další soutěžitele, stupně vertikální integrace soutěžitelů, struktury trhu a velikosti tržních podílů nejbližších konkurentů.

(3) Nebude-li pomocí ukazatelů podle odstavce 2 prokázán opak, má se za to, že dominantní postavení nezaujímá soutěžitel nebo soutěžitelé se společnou dominancí, kteří ve zkoumaném období dosáhli na trhu menší než 40% tržní podíl.

§ 11

(1) Zneužívání dominantního postavení na újmu jiných soutěžitelů nebo spotřebitelů je zakázáno. Zneužitím dominantního postavení je zejména

- a) přímé nebo nepřímé vynucování nepřiměřených podmínek ve smlouvách s jinými účastníky trhu, zvláště vynucování plnění, jež je v době uzavření smlouvy v nápadném nepoměru k poskytovanému protiplnění,
- b) vázání souhlasu s uzavřením smlouvy na podmínku, že druhá smluvní strana odebere i další plnění, které s požadovaným předmětem smlouvy věcně ani podle obchodních zvyklostí nesouvisí,
- c) uplatňování rozdílných podmínek při shodném nebo srovnatelném plnění vůči jednotlivým účastníkům trhu, jimiž jsou tito účastníci v hospodářské soutěži znevýhodňováni,
- d) zastavení nebo omezení výroby, odbytu nebo výzkumu a vývoje na úkor spotřebitelů,
- e) dlouhodobé nabízení a prodej zboží za nepřiměřeně nízké ceny, které má nebo může mít za následek narušení hospodářské soutěže,

f) odmítnutí poskytnout jiným soutěžitelům za přiměřenou úhradu přístup k vlastním přenosovým sítím nebo obdobným rozvodným a jiným infrastrukturním zařízením a tito jiní soutěžitelé z právních nebo jiných důvodů nemohou bez spoluužívání takového zařízení působit na stejném trhu jako dominantní soutěžitelé, kteří přitom neprokáží, že takové spoluužívání není z provozních nebo jiných důvodů možné anebo je od nich nelze spravedlivě požadovat.

(2) Zjistí-li Úřad při výkonu dozoru nebo z jiného podnětu, že došlo ke zneužití dominantního postavení, tuto skutečnost rozhodnutím deklaruje a zároveň tímto rozhodnutím takové jednání do budoucna zakáže.

(3) Soutěžitelé mohou podat Úřadu návrh na určení, zda určité jejich jednání je či není zneužitím dominantního postavení.

HLAVA IV SPOJOVÁNÍ SOUTĚŽITELŮ

§ 12

Vymezení pojmů

(1) Ke spojení soutěžitelů dochází přeměnou dvou nebo více na trhu dříve samostatně působících soutěžitelů.

(2) Za spojení soutěžitelů podle tohoto zákona se považuje i nabytí podniku jiného soutěžitele nebo jeho podstatné části smlouvou o prodeji podniku.

(3) Za spojení soutěžitelů podle tohoto zákona se rovněž považuje, jestliže jedna nebo více osob, které nejsou podnikateli, ale kontrolují již alespoň jeden podnik, anebo jestliže jeden nebo více podnikatelů získá možnost přímo nebo nepřímou kontrolovat jiný podnik, zejména

- a) nabytím účastnických cenných papírů, obchodních nebo členských podílů, nebo
- b) smlouvou nebo jinými způsoby, které jim umožňují určovat nebo ovlivňovat soutěžní chování kontrolovaného soutěžitele.

(4) Za spojení soutěžitelů podle odstavce 2 se rovněž považuje založení nového soutěžitele společně kontrolovaného více soutěžiteli (dále jen "společně kontrolovaný podnik"), který dlouhodobě plní všechny funkce samostatné hospodářské jednotky, a toto spojení nemá za cíl ani za následek koordinaci soutěžního chování zakladatelů společného podniku.

(5) Založení společně kontrolovaného podniku, jehož účelem je koordinace soutěžního chování jeho zakladatelů, kteří zůstanou na trhu i nadále nezávislými soutěžiteli, se posuzuje jako dohoda soutěžitelů podle hlavy druhé.

(6) Za spojení soutěžitelů podle odstavce 2 se nepovažuje kvalifikovaná účast banky v právnické osobě vzniklá splacením emisního kurzu akcií započtením pohledávky banky za touto právnickou osobou, pokud je tato kvalifikovaná účast držena po dobu záchranné operace nebo finanční rekonstrukce této právnické osoby nejdéle po dobu 1 roku. Za spojení soutěžitelů podle odstavce 2 se rovněž nepovažuje, jestliže soutěžitelé, jejichž podnikání zahrnuje obchodování s cennými papíry, získají přechodně, nejvýše na dobu 1 roku, podíly jiného soutěžitele za účelem jejich prodeje, pokud nevykonávají hlasovací práva spojená s těmito podíly s cílem určit nebo ovlivnit soutěžní chování kontrolovaného soutěžitele. Na žádost banky nebo soutěžitele, který je obchodníkem s cennými papíry, Úřad může lhůtu 1 roku přiměřeně prodloužit.

(7) Za spojení soutěžitelů podle odstavce 2 se rovněž nepovažuje přechod některých působností statutárních orgánů soutěžitelů na osoby vykonávající činnost podle zvláštních právních předpisů, např. likvidátora a správce konkursní podstaty.

Příloha 3: Odpovědi Ing. Radima Jančury, ředitele Student Agency, k otázkám cenové války.
(Pan Jančura odpovídal na mé otázky prostřednictvím e-mailu dne 13. 1. 2010.)

Kdy má podle Vás smysl vést cenovou válku? Rozhoduje faktor zisku nebo i otázka morální? (Např. pan Alexej Litvin se netají řevnivostí vůči Vaší osobě, stav na kolbišti Praha-Brno proto dělal dojem řešení osobních sporů.)

Když vstupujeme na novou linku, NIKDY nejdeme pod cenu konkurence. Cenová válka nepřináší nic dobrého. Jdeme níže s cenou jen pro rezervace přes web, abychom naučili klienty rezervovat přes web či sms.

„Válka“ s Asianou byla presentována spíše panem Litvínem. V MF Dnes vyšel článek s obrovským nadpisem „Jančurovi bych ruku nepodal“, což se i tak stalo. Z toho jde vidět, že to z jeho strany bylo hodně osobní. A to byl důvod jeho prohry. Chci-li vyhrát, musím být lepší než nepřítel. Abych byl lepší, musím ho poznat a vzít si z něj to lepší a poučit se z jeho chyb. Jeho zášť byla tak velká, že on toto neudělal.

Čím se řídíte při tvorbě dravých cen? Je Student Agency schopna jít i pod mezní náklady?

Jak jsem odpověděl, NIKDY nejdeme pod cenu konkurence, výjimkou jsou ceny na mezinárodních linkách, které byly historicky velmi vysoké a často nekonkurovali ani letenkám. Naučit klienty používat web je důvod nižších cen na webu – polovinu busu vyprodáme dopředu, druhá polovina se doprodá „loudaly naslepo“. Celý bus bychom náhodnými příchozími na nádraží nevyprodali...

Jakým způsobem má Student Agency ošetřeno, aby dravé ceny nebyly v rozporu s antimonopolním zákonem?

Viz výše, dravé ceny nemáme...Asiana se nás snažila napráskat na všechny možné úřady, vždy jsme dokázali, že vyděláváme. 1Kč (za tuto cenu jsme jezdili jen 14 dnů z Liberce do Prahy, kdy nás ČSAD Liberec, jediný konkurent, nechtěl pouštět na nádraží /2. 2. 2005 do 18. 2. 2005, pozn. autorky) nemusí být podnákladová cena. I tak linka může vydělávat.

Cenová válka zná vítěze jen zřídka. Zatímco poražený musí vyklidit trh, „válečné reparace“ platí většinou zákazníci. Projevuje se tento fakt v tvorbě cen Student Agency?

Vždy vítězí zákazník. I po vyhrané válce. V autobusech si nemohu nasadit cenu, jakou bych si přál (třeba aby sanovala náklady na válku), za týden tu může být konkurence. Klienti by výkyvy cen hodnotili negativně. Pro nás je ideální vyklidit trh, ale držet tak nízkou ziskovost, tedy tak nízké ceny, aby se nikomu nevyplatilo na trh vrátit. Je to jakýsi „osvícený monopol“.

Zdá se, že cenová válka mezi Student Agency a Asianou mohla trvat tak dlouho, protože obě společnosti mají významné zisky především z prodeje letenek a doplňkových služeb. Podle některých údajů činí zisky z autobusové dopravy pouze 23%. Mohl byste prosím tento údaj upřesnit?

Asiana se topí v dlužích, proto vyklidili pole. Leasingové společnosti na ně zatlačily, ať rozprodají flotilu a uhradí dluhy za splátky leasingu. Letenky nejsou zase tak dobrý byznys. Asiana zveřejnila zisk za 2008 (2mil Kč = vymodlená nula). SA na tom nebyla o moc lépe (14mil Kč), ale v roce 2009 to bude přes 100mil Kč. Jen z letenek to není, ale rozložení zisku je naše tajemství...

Není cenová válka v tomto případě pouze způsobem reklamy? Vaše společnosti se tak dostávají do médií i povědomí potenciálních zákazníků.

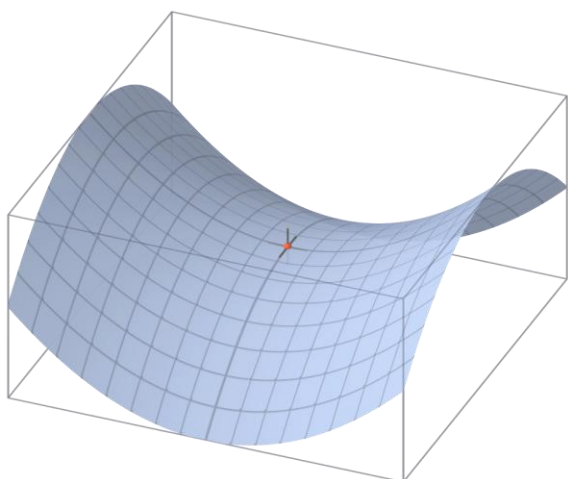
O takovou reklamu stála pouze Asiana, která se do médií moc nedostane. Oni mají 10 busů, my 100. To není konkurence. Pro nás byly busy vždy dobrá reklama, pro ně tímto asi taky. Problém je, že jejich ceny (již od 1 Kč) a poloprázdné busy je zničily. Na lince Praha – Karlovy Vary jsme my vydělávali celou dobu, oni celou dobu prodělávali. Toto jsme věděli, nepotřebovali jsme válčit, věděli jsme, že prohrají sami. A ani dnes, kdy zrušili linky, nejsou OK. Busy neprodali, takže prodělávají cca 1 mil Kč měsíčně i nadále...

Přesto klobouk dolů, vydrželi s námi bojovat 2,5 roku, já je tipoval na půl roku. Byl to dobrý soupeř, ale právě díky osobní nenávisti Asiany vůči mně si zruinovali firmu. Kdyby do toho nešli s tak horkou hlavou, vycouvali by mnohem dříve a firma byla OK.

Obrazová příloha

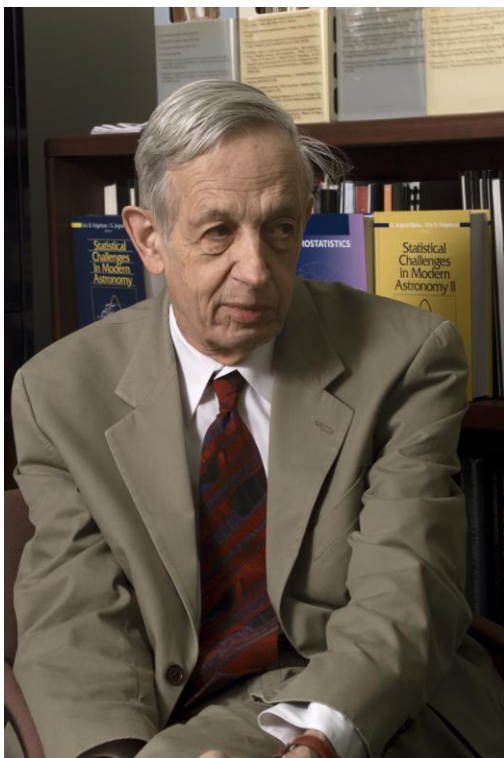


Obr. 1 John von Neumann (1903-1957),
zakladatel teorie her



Obr. 2 Graf sedlového bodu.

Pokud se vychýlíme ze sedlového bodu ve směru osy x , výška se zmenší, pohneme-li se ve směru osy y , výška se vždy zvětší.



Obr. 3 John Forbes Nash, americký matematik, nositel Nobelovy ceny za ekonomii (1994) za analýzu rovnováhy v teorii nekooperativních her.



Obr. 4 Na cenové válce obvykle nevydělá nikdo.
Obrázek převzat ze sekce Ekonomický humor Miloše Krmáška webu Euroekonom, otištěno se svolením autora.



Obr. 5 Elinor Ostromová, první žena – nositelka Nobelovy ceny za ekonomii, ve svém výzkumu se zabývala mimo jiné řešením tragédie obecní pastviny.



Obr. 6 Vývoj populace leguána pestrého (*Calotes versicolor*) kopíruje model hry kámen-nůžky-papír.