Univerzita Pardubice

Fakulta ekonomicko-správní

Vězňovo dilema a jeho implementace v ekonomice podniku

Bakalářská práce

2022 Věra Smejkalová

Univerzita Pardubice
Fakulta ekonomicko-správní
Akademický rok: 2021/2022

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	**Věra Smejkalová**
Osobní číslo:	**E19347**
Studijní program:	**B0413A050008 Ekonomika a management**
Specializace:	**Ekonomika a provoz podniku**
Téma práce:	**Vězňovo dilema a jeho implementace v ekonomice podniku**
Zadávající katedra:	**Ústav matematiky a kvantitativních metod**

Zásady pro vypracování

Cíl práce: Popsání snad nejznámější partie teorie her, vězňova dilematu, ukázání různých oblastí ekonomie, v nichž se tento jev vyskytuje. Výběr a detailní zpracování situace, kdy vězňovo dilema vedlo ke kooperaci podniků.

Osnova:
- Základní pojmy teorie her.
- Vězňovo dilema a strategie.
- Aplikace v ekonomice podniku.
- Rozbor konkrétního příkladu.

Rozsah pracovní zprávy: **35**
Rozsah grafických prací:
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

DLOUHÝ, Martin a Petr FIALA. Úvod do teorie her. 2., přeprac. vyd. Praha: Oeconomica, 2009, 119 s. ISBN 978-80-245-1609-7.

MAŇAS, Miroslav. Teorie her a konflikty zájmů. 1. vyd. Praha: Oeconomica, 2002, 114 s. ISBN 80-245-0450-2.

MANKIW, N. Gregory a Milan SOJKA. Zásady ekonomie. 1. vyd. Praha: Grada, 1999, 763 s. ISBN 80-7169-891-1.

STEHEL, Vojtěch. Využití teorie her při řízení podniku. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2019, 168 s. ISBN 978-80-7380-789-4.

Vedoucí bakalářské práce: **Mgr. Bc. Jan Štěpánek**
Ústav matematiky a kvantitativních metod

Datum zadání bakalářské práce: **1. září 2021**
Termín odevzdání bakalářské práce: **30. dubna 2022**

L.S.

prof. Ing. Jan Stejskal, Ph.D. v.r.
děkan

Ing. Michaela Kotková Stříteská, Ph.D. v.r.
vedoucí ústavu

V Pardubicích dne 1. září 2021

Prohlašuji:

Práci s názvem Vězňovo dilema a jeho implementace v ekonomice podniku jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 31. 8. 2022

Věra Smejkalová v. r.

Poděkování

Na tomto místě bych chtěla poděkovat mému vedoucímu bakalářské práce Mgr. Bc. Janu Štěpánkovi za ochotu, vstřícnost, trpělivost a cenné rady a připomínky při vedení mé bakalářské práce. Mé poděkování patří také rodině a přátelům, kteří mi byli po celou dobu velkou oporou.

Anotace

Tato bakalářská práce se zabývá teorií her a vězňovým dilematem, které vede ke spolupráci mezi podniky. První část se zabývá teorií her. Ve druhé části je popsáno vězňovo dilema a ve třetí části jeho aplikace v ekonomice podniku. V poslední části je popsán modelový příklad vězňova dilematu, které vedlo ke spolupráci mezi mobilními operátory.

Klíčová slova

teorie her, vězňovo dilema, Nashova rovnováha, strategie, konflikt

Title

Prisoner ‘s dilemma and its implementation in business economics

Annotation

This bachelor thesis deals with game theory and prisoner ’s dilemma, which links to cooperating between two companies. The first part deals with game theory. The second part describes prisoner ’s dilemma and its application in business economic, which is described in the third part. In the last part is described an example of the prisoner ’s dilemma, which leads to cooperating between mobile operators.

Key words

game theory, prisoner ’s dilemma, Nash equilibrium, strategy, conflict

Obsah

Seznam tabulek

Úvod

Rozhodování patří do běžného života každého z nás. V určitých situacích při něm můžeme hledět na to, zda jím ovlivníme naše okolí či ho naopak může ovlivnit okolí. V mnoha situacích nás často nezajímá dopad naší volby na okolí, jelikož jednáme pouze ve vlastním zájmu. Některé situace se dají připodobnit právě vězňově dilematu, což nám může při rozhodování pomoci. Hra vězňovo dilema se objevuje v mnoha oblastech jako například v mezinárodní politice, sportu, psychologii či ekonomie. Právě oblastí ekonomie a využitím vězňova dilematu se bude zabývat tato práce.

Základní podoba této hry je o dvou hráčích, kteří se rozhodují mezi dvěma možnostmi, a to spolupracovat nebo zradit. Pokud si oba hráči vyberou možnost spolupráce, zůstane situace, ve které se nacházejí, nezměněná. Pokud se jeden z hráčů rozhodne pro zradu, přilepší si na úkor druhého. Jestliže oba zvolí strategii zradit toho druhého za vidinou vlastního prospěchu, ocitnou se v situaci, kdy ani jeden nezíská víc, než kdyby spolupracovali. Oba v tomto důsledku získají méně a celá situace pro ně bude nevýhodná.

Cílem této bakalářské práce je popsat a přiblížit vězňovo dilema, ukázat jeho uplatnění v ekonomii a poté popsat konkrétní situaci, která povede ke spolupráci mezi podniky. V první části práce je čtenář teoreticky seznámen se základními pojmy týkající se teorie her, zejména s neantagonistickou hrou, pod kterou spadá vězňovo dilema. Čtenář zde bude seznámen také s Nashovou rovnováhou a jakým způsobem ji lze nalézt. Druhá část čtenáře seznámí se samotnou hrou vězňovo dilema a ukáže aplikaci některých pojmů z první části práce přímo ve vězňově dilematu. Hra je zde rozebrána pro dva a tři hráče a zároveň je popsána možnost opakovaného vězňova dilematu s možnými strategiemi. Ve třetí části jsou zobrazena některá uplatnění vězňova dilematu v ekonomice podniku. Poslední část obsahuje dva modelové příklady uplatnění opakovaného vězňova dilematu. První příklad se týká hry se dvěma hráči a druhý příklad hry se třemi hráči. V obou příkladech je ukázáno, jak vězňovo dilema může vést ke spolupráci mezi podniky.

1 Základní pojmy teorie her

Teorie her je vědní obor zabývající se studiem a rozborem konfliktních rozhodovacích situací. Pojem hra zahrnuje různé druhy salónních her, jako jsou šachy či poker. Zároveň si lze pod tímto pojmem představit jakoukoliv konfliktní situaci, která může vzniknout mezi jedinci, podniky, státy či různými biologickými druhy. K vyřešení konfliktních situací využívá teorie her matematického aparátu a snaží se nalézt nejlepší strategii nebo zanalyzovat chování účastníků hry. (Dlouhý, 2009, s. 5-7; Stehel, 2019, s. 17)

Rozhodování v konfliktní situaci lze přiblížit pomocí firem na trhu. Pokud je na trhu málo firem ve stejném odvětví, musí každá z nich jednat strategicky. Zisk jednoho podniku závisí nejenom na jeho vlastní produkci, ale zároveň i na produkci ostatních podniků. Proto by každá firma měla v rozhodovacích situacích zvážit, jak její rozhodnutí ovlivní ostatní firmy na trhu. (Mankiw, 1999, s. 349)

1.1 Historie

Jednou z prvních zmínek teorie her byla v roce 1838 práce francouzského matematika a ekonoma Augustina Courtona, který představil svůj model duopolu, ve kterém studoval optimální chování duopolistů a jejich snahu maximalizovat zisk. Další příspěvky do teorie her přinesli matematici Ernst Zermelo, Émile Borel a John von Neumann.

V roce 1944 vyšla kniha *Teorie her a ekonomického chování* Johna von Neumanna a Oskara Morgensterna, ve které autoři sepsali dosavadní poznatky z teorie her a poukázali na možnosti využití v ekonomii. Po vydání knihy se z teorie her stala nová vědní disciplína a kniha začala být označována jako „bible“ teorie her. (Maňas, 2002, s. 6-7; Dlouhý, 2009, s. 7-8)

1.2 Základní pojmy

Teorie her vychází ze společenských salónních her, proto se používaná terminologie liší od té, kterou ekonomové běžně využívají. Nejčastěji používané pojmy z teorie her a jejich ekonomický význam jsou popsány a vysvětleny v následující **Tabulka 1**.

Tabulka 1 - Základní pojmy teorie her

TEORIE HER	EKONOMICKÁ REALITA
hra	rozhodovací situace, konflikt
hráč	účastník konfliktu, rozhodovatel
strategie	konkrétní alternativa, kterou může hráč zvolit
optimální strategie	alternativa, která je pro hráče nejvýhodnější
prostor strategií	souhrn všech možných alternativ
výplatní funkce	výsledek hry, výhra hráče
inteligentní hráč	účastník konfliktu, který má dokonalé informace a maximalizuje výhru

Zdroj: zpracováno podle (Dlouhý, 2009, s.9)

Hra je v teorii her základním objektem studia. Jedná se o konflikt, který nastane mezi dvěma a více hráči. Může být jednokolová, či více kolová. Záleží to na tom, zda k rozhodnutí dochází v jednom kroku, nebo dochází k více po sobě jdoucích rozhodnutí. Rozhodnutí provádí **hráč**, který je účastníkem konfliktu. Hráč může být inteligentní (osoba, firma, stát apod.) či neinteligentní (příroda, počítačový software apod.). Každý hráč si v konfliktní situaci volí **strategii**, tedy konkrétní alternativu svého rozhodnutí, z **prostoru strategií** zahrnujícího všechny možné alternativy, které jsou pro hráče dostupné. Pokud hráč vybere strategii, která je pro něj nejvýhodnější a přinese mu nejvyšší výplatní funkci, jedná se o **strategii optimální**. Výše **výplatní funkce** závisí na zvolených strategiích všech zúčastněných hráčů. Jedná se o výhru hráče, která však může vykazovat i ztrátu. **Inteligentní hráč** je takový, který má dokonalé informace o hře a snaží se chovat racionálně, tedy tak, aby maximalizoval výplatní funkci (svůj užitek, zisk či výhru). (Heissler, 2010; Dlouhý, 2009, s. 8-9; Stehel, 2019, s. 19)

Hry se klasifikují podle počtu strategií. Pokud je počet strategií konečný, jedná se o **konečné hry**. Pokud může být strategií nekonečně mnoho, jedná se o **nekonečné hry**. Dále se hry dělí podle sumy výher. Je-li suma výher konstantní, jedná se o **hry s konstantním součtem výher**. Naproti tomu existují **hry s proměnným součtem výher**, kdy se suma výher odvíjí od zvolených strategií. Třetím případem jsou **hry s nulovým součtem výher**, kdy se suma výher rovná nule. (Gros, 2003, s. 350)

1.2 Příklad. Jednou z her, na které lze ukázat význam základních pojmů jsou šachy. Jedná se o vícekolovou nekooperativní hru, ve které mají hráči úplnou informaci, tedy vidí před sebou vše, co se ve hře děje.

Pojem hra jsou v tomto případě šachy, jejich pravidla a také postavení figur na herní desce. Hráči jsou v této hře dva, první hráč jsou bílé figurky a druhý hráč jsou černé figurky. Strategie je tah, který si hráč zvolí. Tento tah volí z prostoru strategií obsahujícího všechny možné povolené tahy, které může v daný moment hráč zahrát. Optimální strategie představuje takový tah, který je pro hráče nejlepší volbou. Například u kterého neztratí žádnou figurku, zahraje tah, který připraví protihráče o figurku nebo kterým se připraví na další tah tak, aby protihráči zabránil v možnosti sebrání figurky. Optimální strategie se odvíjí od postavení figurek na herní desce a možnostech hráče i protihráče. Výplatní funkcí je ve hře šachy výhra, remíza či prohra.

Tyto základní pojmy lze přiblížit i na trhu mezi firmami. Hrou je na trhu označován konkurenční boj mezi dvěma či více podniky, ale pravidla nejsou tak jasně daná jako u šachů. Hráči jsou firmy, které mezi sebou na trhu bojují. Prostorem strategií můžou být ceny výrobků, objem výroby či různé výdaje, například na reklamu. Na základě prostoru strategií si hráči volí konkrétní strategii, kterou zahrají. Stejně jako u šachů je optimální strategie nejlepší možnou volbou hráčů, která jim přinese největší zisk a užitek s minimálními ztrátami. Výplatní funkce v této hře je buď zisk, anebo ztráta.

1.3 Hra v normálním tvaru

K popsání konfliktní situace je potřeba vědět, kdo je jejím účastníkem, jaké jsou strategické možnosti účastníků a jaké přinesou různé kombinace strategií důsledky. Z tohoto vychází hra v normálním tvaru. Je charakterizována třemi množinami. První množina je nazývána množina účastníků konfliktní situace neboli hráčů. Nejčastěji je to jeden či dva hráči, pokud není uvedeno jinak. Druhá množina je množina prostoru strategií. Při hře dvou hráčů se prostor strategií hráče 1 označuje X a hráče 2 Y. Konkrétní strategie se dále značí x pro hráče 1 a y pro hráče 2. Třetí množina je množina výplatních funkcí hráčů. Výplatní funkce hráče 1 se značí $f_1(x, y)$ a hráče 2 $f_2(x, y)$.

1.3. Definice. *Nechť Q je konečná neprázdná množina o N prvcích. Její prvky očíslujeme 1, 2, …, N a nazveme hráči. Dále budiž dáno N množin $X_1, \ldots, X_N$ a N funkcí $M_1(x_1, \ldots, x_N), \ldots, M_N(x_1, \ldots, x_N)$ definovaných na kartézském součinu $X_1 \times \ldots \times X_N$. Hrou N hráčů v normálním tvaru nazveme uspořádanou n-tici $(Q; X_1, \ldots, X_N; M_1(x_1, \ldots, x_N), \ldots, M_N(x_1, \ldots, x_N))$.*

Hra v normálním tvaru může být **konečná** a **nekonečná**. Konečná hra je taková, ve které mají prostory strategií konečné množiny. V opačném případě je hra nazývána nekonečnou. (Maňas, 1974, s. 16-18; Maňas, 2002, s. 12)

1.3.1 Dvojmaticová hra

Dvojmaticová hra je tvořena dvěma maticemi, které mimo jiné popisují konečnou hru s nekonstantním součtem. Dvojmatice vznikne spojením matice A a matice B. V takové dvojmatici jsou prvky dvojice čísel. Číslo řádku ve dvojmatici hráče 1 představuje volbu strategie tohoto hráče. Stejně tak číslo sloupce hráče 2 představuje strategii tohoto hráče. Jestliže první hráč vybere *i*-tou strategii ($i = 1, 2, \dots, n$) a druhý hráč *j*-tou strategii ($j = 1, 2, \dots, m$), výplatní funkce obou hráčů se bude rovnat prvku a_{ij}. (Dlouhý, 2009, s. 27)

1.4 Neantagonistická hra

V neantagonistické hře sledují inteligentní hráči pouze svoje vlastní zájmy. Zájmy ostatních hráčů nesledují, avšak ty nemusí být v protikladu s jejich vlastními. Výhra jednoho hráče nemusí nutně poškodit hráče druhého (na rozdíl od antagonistické hry, ve které výhra jednoho hráče přináší prohru hráči druhému). Neantagonistickou hru můžeme dělit do tří variant. Pokud se hráči mezi sebou nemohou dohodnout na spolupráci, jedná se o **nekooperativní teorii**, druhá varianta je **kooperativní teorie s přenosnou výhrou** a třetí **kooperativní teorie s nepřenosnou výhrou**. V této práci bude blíže popsána pouze nekooperativní teorie, jejíž součástí je vězňovo dilema.

Definici optimální strategie v neantagonistickém konfliktu si lze ukázat v následujícím příkladě.

1.4 Příklad. Dva podniky se mezi sebou přou a k vyřešení svého sporu mají na výběr jednu ze tří možností:

- žalovat druhého u soudu (Z),
- nabídnout spojení s druhým podnikem v jeden podnik (S),
- nabídnout druhému ústupek (U).

Tabulka 2 vyobrazuje důsledky rozhodnutí obou podniků a kombinaci jejich voleb. Levá hodnota v každém políčku je výplatní funkce podniku 1 a pravá hodnota je výplatní funkce podniku 2.

Tabulka 2 - Soudní spor mezi dvěma podniky

		Podnik 2		
		Z	S	U
Podnik 1	Z	-1, -1	9, -10	9, -10
	S	-10, 9	-5, 100	0, 0
	U	-10, 9	0, 0	5, 5

Zdroj: (Maňas, 1974, s. 100)

Jestliže se oba podniky rozhodnou žalovat toho druhého, musí oba vynaložit finanční prostředky na soudní výlohy a právníky. Pokud se podat žalobu rozhodne pouze jeden podnik, vysoudí na druhém určitou peněžní částku na pokrytí soudních výloh. Pokud by se podniky domluvily na spojení, znamenalo by to kladnou výplatní funkci pro podnik 2 a zápornou pro podnik 1. Tato situace tedy nepřináší žádný výnos pro podnik 1 a je pro něj značně nevýhodná. Ústupek je výhodný pro oba podniky, protože by nemusely vynaložit žádné finanční prostředky na zaplacení soudních výloh. Toto rozhodnutí by však přineslo menší výnosy, než kdyby se jednomu či druhému podniku úspěšně povedlo zažalovat druhého. Všechna rozhodnutí, která podniky učiní, závisí na tom, jestli se mezi sebou mohou před soudním procesem dohodnout na volbě strategie či nikoliv.

K určení optimální strategie je třeba znát možnosti dohod mezi hráči. Pokud by podniky neměly možnost se před soudním procesem domluvit na společné strategii, oba by se nezávisle na sobě rozhodly pro první možnost, tedy žalovat toho druhého. Výplatní funkce této strategie by pro oba podniky byla -1, což ani pro jeden podnik není ideální, ale v nekooperativní teorii je to pro ně jediná volba s jistotou, že při volbě jiné strategie protihráčem se jejich výhra nesníží, ale naopak se může zvýšit. V tabulce jsou to kombinace strategií ZS a ZU.

V konfliktní situaci lze optimální strategie nalézt pomocí Nashovy rovnováhy. V tomto případě soudního sporu s pomocí nalezení Nashovy rovnováhy lze říci, že optimální strategie pro oba hráče je zažalovat druhého, tedy strategie ZZ. Nalezení Nashovy rovnováhy je popsáno v kapitole **1.5**, ve které je vysvětleno i nalezení Nashovy rovnováhy v tomto konkrétním případě soudního sporu. (Maňas, 1974, s. 100-101)

1.4.1 Nekooperativní teorie

Při hře, ve které je aplikována nekooperativní teorie, se hráči nemohou předem domluvit na volbě strategie, která by oběma přinesla nejvyšší možnou výplatu. Každý hráč si vybírá strategii sám za sebe a vybírá takovou strategii, ve které dosáhne nejvyšší výplaty i v případě, že druhý hráč vybere strategii jinou. Jednostranné porušení vede ke snížení výplatní funkce toho hráče, který spolupráci porušil.

1.4.1 Definice. *Je dána hra dvou hráčů s nekonstantním součtem.*

$$\{Q = \{1, 2\}; X, Y;\ M_1(x, y), M_2(x, y)\}$$

Dvojici strategií $\bar{x}, \bar{y}$ nazveme rovnovážným bodem této hry, jestliže platí současně

$$M_1(x, \bar{y}) \leq M_1(\bar{x}, \bar{y})$$

$$M_2(\bar{x}, y) \leq M_2(\bar{x}, \bar{y})$$

pro všechna $x \in X$ a $y \in Y$. Strategie $\bar{x}$ se nazývá rovnovážná strategie hráče 1 a $\bar{y}$ se nazývá rovnovážná strategie hráče 2. (Maňas, 1974, s. 101-102)

1.4.2 Kooperativní teorie

Ve hře s využitím kooperativní teorie mají hráči možnost dohodnout se mezi sebou o volbě strategie. Ti většinou volí strategii přinášející v celkovém součtu nejvyšší výhru, kterou si mezi sebou rozdělí. Tady však vznikají nové otázky, jakou je například rozdělení výhry mezi hráče. Tím dochází k vytvoření dalších konfliktních situací, které je potřeba řešit. (Stehel, 2019)

V kooperativní hře hráči nejprve zjišťují, jaká by byla výše výplaty, kdyby hra byla hrána jako nekooperativní. Tato výplata vyplývá z Nashova rovnovážného řešení nekooperativní hry a je nazývána rovnovážná zaručená výhra. Strategie s takovou výhrou se nalezne sečtením prvků v matici A a B. Nejvyšší hodnota prvků je rovnovážnou zaručenou výhrou. Po zjištění výše výplaty přichází na řadu spor o tom, jak výhru mezi dva hráče rozdělit. V teorii nelze nalézt přesný návod na přerozdělení výhry, ale existuje několik doporučení, jak optimálně výhru rozdělit. Mezi jedním z nich je ponechání zaručené výhry oběma hráčům a každému z nich dát polovinu z toho, co získali spoluprací navíc. (Dlouhý, 2009, s. 35)

Jak již bylo řečeno, kooperativní hra může být s přenosnou nebo nepřenosnou výhrou. Před samotným konfliktem mohou hráči uzavřít závaznou dohodu o volbě strategie a také případném přerozdělení výhry. Pokud by se výhra dala přenášet, hráči volí takovou strategii, která ve svém součtu přinese nejvyšší výhru, jenž si poté hráči mezi sebou rozdělí podle předem podepsané dohody. Ve Sporu mezi podniky v **Tabulka 2** by podniky volily strategii SS, kdy by podnik 2 vykompenzoval ztrátu -5 podniku 1 a výhry by si mezi sebe rozdělili podle dohody. V případě nemožnosti výhru přenášet se hráči dohodnou na takové strategii, jenž bude nejlepší volbou pro oba hráče a přinese jim co nejvyšší výplatu, kterou si mezi sebe nerozdělí a nemohou si kompenzovat případné ztráty. S odkazem na Spor mezi podniky v **Tabulka 2** by se podniky domluvily na strategii UU, ze které by oba vyšly s výhrou (5, 5). (Maňas, 1974, s. 100-101)

1.5 Nashova rovnováha

Nashova rovnováha je jedním z nejdůležitějších konceptů v teorii her. Jde o koncept, ve kterém každý účastník nekooperativní hry může optimalizovat svůj výsledek na základě rozhodnutí ostatních hráčů. Nashovy rovnováhy je dosaženo tehdy, nepovedou-li znalosti strategií ostatních hráčů k jednostranné změně strategie. V ekonomické teorii se Nashova rovnováha využívá k ilustraci toho, že vytváření rozhodnutí je systém strategických interakcí založených na tazích ostatních hráčů. To může být využito k vytvoření modelu ekonomického chování k předpovězení nejlepší odpovědi na jakoukoliv nastalou situaci. (Krugman, 2022)

Nashovu rovnováhu v konfliktní situaci můžeme nalézt pomocí nalezení sedlového prvku matice. Při hře jednoho hráče se sedlový prvek hledá tak, že se nejprve nalezne nejvyšší číslo v každém sloupci a poté nejvyšší číslo v každém řádku. Pokud bude číslo označeno jako nejvyšší ve sloupci a zároveň i v řádku, lze tuto možnost označit za optimální strategii. Při snaze o nalezení sedlového prvku matice při hře jednoho hráče mohou nastat tři situace. První situací je, že matice obsahuje pouze jeden sedlový prvek a ten je Nashovou rovnováhou. Ve druhé situaci se v matici objeví více sedlových prvků, které mají stejné hodnoty. Tyto prvky představují alternativní optimální strategie. Poslední situace je taková, že matice neobsahuje žádný sedlový prvek.

V konfliktní situaci dvou hráčů se Nashova rovnováha hledá velmi podobně. Nejprve se hledá nejvyšší hodnota ve sloupci prvního hráče a poté nejvyšší hodnota v řádku hráče druhého. Zde se to liší od hry jednoho hráče, ve které se hledá nejnižší hodnota v řádku. Rovnovážným řešením v takové konfliktní situaci je dvojice prvků, která je označena prvním i druhým hráčem, jak lze vidět v následující matici A. Nejvyšší hodnota ve sloupci je označena kulatými závorkami a nejvyšší hodnota v řádku je označena hranatými závorkami. Pro oba hráče je v této matici optimální strategií strategie s výplatami (5; 3).

$$A = \begin{bmatrix} (5);[3] & (3);1 & 1;2 \\ 4;[2] & 1;0 & (2);1 \end{bmatrix}$$

Stejně jako u hry jednoho hráče, i u hry dvou hráčů mohou nastat tři situace. V první situaci existuje pouze jedno rovnovážné řešení a hráči mohou jednat optimálně. Ve druhé situaci je rovnovážných řešení více, ale jedno dominuje těm ostatním a podle toho hráči volí nejlepší řešení. V poslední situaci také existuje více rovnovážných řešení, ale minimálně dvě z nich nejsou dominovaná. Hráči neví, které řešení zvolit, protože by se ve své volbě rovnovážného řešení rozcházeli.

Při řešení soudního sporu mezi dvěma podniky, který je vyobrazen ve Sporu mezi podniky v **Tabulka 2** v příkladě 1.4, nalezneme Nashovu rovnováhu stejným způsobem, jako v matici A. Soudní spor je převeden z tabulky do následující matice B. Stejně jako v matici A jsou sloupcová maxima podniku 1 označena kulatými závorkami a řádková maxima podniku 2 hranatými závorkami. V matici lze vidět, že je označena pouze jedna dvojice prvků oběma hráči, a právě ta je optimální strategií tohoto soudního sporu.

$$B = \begin{bmatrix} (-1);[-1] & (9);-10 & (9);-10 \\ -10;9 & -5;[100] & 0;0 \\ -10;[9] & 0;0 & 5;5 \end{bmatrix}$$

(Dlouhý, 2009, s. 28-29)

Nashova rovnováha nemusí vždy znamenat nejlepší volbu, respektive nemusí vždy přinést nejvyšší výplatu.. V matici B Nashovu rovnováhu značí strategie (-1; -1), avšak nejlepší možností by v tomto případě byla strategie (5; 5).

V některých hrách může existovat mnoho Nashových rovnováh. Takovou hrou je například hra kuře, ve které jsou hráči dva řidiči, kteří jedou v autě proti sobě. Mají dvě možnosti: vyhnout se protijedoucímu autu nebo jet přímo. Pokud se jeden řidič vyhne a druhý ne, tak ten, který se vyhnul, je svým rozhodnutím ztrapněn (je nazvaný *„kuře“*) a ten, který se nevyhnul a jel přímo, vychází ze situace vítězně. Pokud se ani jeden z řidičů nevyhne, nastalá situace končí čelní srážkou. Pokud se oba řidiči vyhnou, situace končí trochu trapně pro oba a ani jeden ze situace nevychází vítězoslavně. Tato hra je znázorněna v **Tabulka 3**.

Tabulka 3 - Hra kuře

		Řidič 2	
		Vyhnout se	Jet přímo
Řidič 1	Vyhnout se	3, 3	2, 4
	Jet přímo	4, 2	1, 1

Zdroj: (Smith, 2018)

V situaci, kdy se řidič 1 rozhodne vyhnout, pro druhého řidiče vyjde lépe, pokudpojede přímo. Pokud situaci vezmeme z druhého pohledu a jako první se rozhodne řidič 2 jet přímo, pro řidiče 1 vyjde lépe se vyhnout. Pokud vyměníme rozhodnutí a řidič 1 se rozhodne jet přímo, řidič 2 zvolí strategii vyhnout se. Stejně tak při rozhodnutí druhého řidiče se vyhnout, první zvolí jet přímo. Na tomto příkladu lze vidět, že rozhodnutí jednoho hráče ke změně strategie vede zároveň ke změně strategie i druhého hráče. Znalost strategie ostatních hráčů tedy nevede k jednostranné změně strategií. Pokud se jeden hráč rozhodne strategii změnit, změní ji i druhý. V tomto příkladu jsou výplaty hráčů (4, 2) a (2, 4) a obě tyto možnosti jsou Nashovou rovnováhou hry Kuře. (Smith, 2018)

2 Vězňovo dilema a strategie

Vězňovo dilema je jedna z nejznámějších konfliktních situací z teorie her. Jedná se o nekooperativní dvojmaticovou hru s nekonstantním součtem. Nejčastěji jde o hru dvou hráčů, kteří mají možnost buď spolupracovat, nebo nespolupracovat. Výše výplaty poté závisí na zvolené strategii obou hráčů. Schéma matice vězňova dilematu je zobrazeno v následovně:

Tabulka 4 – Schéma vězňova dilematu

		Hráč 2	
		Spolupráce	Zrada
Hráč 1	Spolupráce	SS	SZ
	Zrada	ZS	ZZ

Zdroj: zpracováno podle (Heissler, 2010)

První písmeno v buňce v **Tabulka 4** znamená strategii jednoho hráče a druhé písmeno strategii druhého hráče. *Z* znamená, že hráč použil nekooperativní strategii, tedy že nespolupracoval a zradil druhého hráče. Naopak *S* znamená, že hráč použil kooperativní strategii, tedy se rozhodl spolupracovat s druhým hráčem. Aby se situace dala definovat jako vězňovo dilema, musí být splněna následující nerovnost:

$$ZS > SS > ZZ > SZ$$

Nerovnost je vyobrazena z pohledu hráče 1. Pokud tento hráč zvolí spolupráci s druhým hráčem a hráč 2 se rozhodne zradit (SZ), výplata hráče 1 bude minimální nebo žádná. V situaci, kdy se oba hráči rozhodnou zradit toho druhého (ZZ), bude výplata hráče 1 vyšší než v předchozí situaci. Stejně tak se jeho výplata zvýší, pokud oba hráči budou spolupracovat (SS). Nejvyšší výplatu hráč 1 získá tak, že se rozhodne druhého hráče zradit, zatímco druhý hráč bude spolupracovat (ZS). (Heissler, 2010, s. 213)

Vězňovo dilema je nejčastěji vysvětlováno na příkladu dvou vězňů, kteří jsou obžalování z nepříliš závažného trestného činu a hrozí jim 2 roky vězení. Policie si je jistá, že tito dva zločinci byli i součástí vážného trestného činu, avšak nemají o tom žádné důkazy. Aby je mohli odsoudit za spáchání tohoto vážného trestného činu, rozdělí si oba vězně zvlášť do cel a každému z nich dají stejnou nabídku – pokud se přiznají a usvědčí druhého vězně, dostanou mírnější trest ve výši 1 roku vězení a ten druhý dostane 4 roky vězení. Pokud se přiznají oba, dostanou mírnější trest, a to 3 roky vězení. Vězni se spolu nemohou domluvit na volbě možnosti a v tuto chvíli nastává vězňovo dilema. Oba se rozmýšlejí, zda se nepřiznat a doufat, že druhý také nepromluví, anebo udat toho druhého a taktéž doufat, že druhý neučiní totéž, tedy neudá jeho. Výše trestu závisí na strategii, kterou zvolí první i druhý vězeň. Všechny čtyři situace zobrazuje **Tabulka 5**. Ve chvíli, kdy se vězni přiznají a zároveň tím udávají druhého vězně, volí nekooperativní strategii. Naopak pokud se nepřizná ani jeden, oba tím volí kooperativní strategii a dodržují tak nepsanou dohodu o spolupráci mezi sebou. Hodnoty výše výplat jsou záporné, protože se jedná o výplaty v podobě trestu. (Mankiw, 1999, s. 349)

Tabulka 5 - Vězňovo dilema

		Vězeň 2	
		Spolupráce	Zrada
Vězeň 1	Spolupráce	-2; -2	-4; -1
	Zrada	-1; -4	-3; -3

Zdroj: zpracováno podle (Heissler, 2010, s. 212)

Při aplikaci vězňova dilematu v reálném životě většinou hráči nedostanou vymezený počet let, na který mají jít do vězení, ale obdrží určitou výhodu. Typ výhody závisí na situaci a oblasti, ve které je hra použita. Při použití v ekonomice podniků se nejčastěji jedná o finanční prostředky. Oba hráči se snaží svoji výhru maximalizovat a snaží se mít z výhry co největší užitek bez ohledu na druhého hráče. Každý v této hře hraje sám za sebe, protože se nemůže spoléhat na druhého.

2.1 Strategie

Důležitý koncept rovnováhy ve vězňově dilematu je založen na dominanci. **Podřadná** strategie je taková, která je horší než jakákoliv jiná strategie bez ohledu na to, jaké jiné strategie se hráči rozhodnou vybrat. To znamená, že jakékoliv strategie si vyberou, výplata hráče s podřadnou strategií bude vždy nižší než u ostatních strategií. Podřadná strategie je jednoznačně nejhorší možnou strategií ze všech ostatních. Existuje také strategie, která „porazí“ všechny jiné strategie. Ta se označuje jako **dominantní** strategie. Dominantní strategií se může nazývat taková strategie, která je pro hráče jednoznačně nejlepší volbou proti ostatním strategiím. To znamená, že výplata hráče, který použil dominantní strategii, bude nejvyšší bez ohledu na strategie vybrané ostatními hráči. Rovnováha dominantní strategie se skládá z dominantní strategie každého hráče. (Rasmusen, 2007, s. 20)

Oba vězni ve vězňově dilematu hledají strategii, která pro každého z nich bude nejvýhodnější. Pokud bereme v úvahu rozhodování vězně 1 v **Tabulka 5** v případě, že se vězeň 2 přizná, má na výběr ze dvou variant. Pokud se také přizná, dostane 3 roky vězení. Pokud by se však nepřiznal, dostal by vyšší trest v podobě 4 let vězení, tudíž volí strategii přiznat se. Stejně tak bere v úvahu možnosti, pokud by se vězeň 2 nepřiznal. V takovém případě by pro něj bylo opět výhodnější se přiznat, protože by získal mírnější trest.

Obdobně přemýšlí i vězeň 2. Pokud by se vězeň 1 přiznal, je pro něj výhodnější se také přiznat, aby dostal 3 roky vězení místo 4. To samé nastane, kdy by se vězeň 1 nepřiznal. I v této situaci je pro vězně 2 výhodnější se přiznat a získat tak mírnější trest.

Pro oba vězně je tedy nejvýhodnější se přiznat. Každý tak volí svoji dominantní strategii s výplatami (-3; -3). Jedná se o strategii, kdy hráč volí pro sebe nejlepší strategii bez ohledu na to, jakou zvolí druhý hráč. Není to však nejlepší výsledek, kterého mohou dosáhnout. Pokud by se oba nepřiznali, dostali by ještě mírnější trest. V takové situaci nastává riziko, že by se jeden nebo druhý vězeň přiznali a nepřiznání by jednoho z nich stálo vyšší trest. Proto oba vězni volí jistotu a přiznají se. (Heissler, 2010, s. 213)

2.2 Nashova rovnováha ve vězňově dilematu

Vězňovo dilema je nejznámějším příkladem Nashovy rovnováhy. Ve vězňově dilematu je Nashova rovnováha totožná s dominantní strategií.

Věta 1: „*Pokud je strategie dominantní, jedná se zároveň o Nashovu rovnováhu.*“ (Smith, 2018)

K určení optimální strategie ve vězňově dilematu lze opět využít Nashovu rovnováhu. Při hledání Nashovy rovnováhy ve vězňově dilematu postupujeme tak, že nalezneme nejvyšší hodnoty ve sloupcích hráče 1 a nejvyšší hodnoty v řádcích hráče 2. To je zobrazeno v matici C, jejíž hodnoty jsou převzaty z Tabulka 5 a přepsány do matice.

$$C = \begin{bmatrix} -2; -2 & -4; [-1] \\ (-1); -4 & (-3); [-3] \end{bmatrix}$$

Nashova rovnováha je strategie s výplatami (-3; -3). Představuje optimální řešení pro oba hráče, protože při změně strategie jednoho hráče si ten druhý nepohorší. Není to však nejlepším řešením. Nejlepší by byl výběr strategie s výplatami (-2; -2). Tato strategie však nemůže být Nashovou rovnováhou, protože při změně strategie prvním či druhým hráčem, si hráči mohou polepšit, a tudíž to nesplňuje podmínky Nashovy rovnováhy. Nashova rovnováha přináší rovnovážné řešení (jednostrannou změnou strategie by si hráč, který změnu učinil, pohoršil), ale není to paretovsky efektivní rovnováha. Při paretovsky efektivní rovnováze by si hráč mohl polepšit, ale zároveň by poškodil druhého hráče. V matici C při změně strategie z Nashovy rovnováhy si hráč změnou strategie nemůže přilepšit, ale naopak si pohorší a lépe na tom bude hráč druhý. Paretovsky efektivní je v matici C strategie (-2; -2). Pokud by hráči zvolili tuto strategii a jeden z nich by se rozhodl vybrat jinou, tak se jeho výplata zlepší, a naopak se zhorší výplata druhého hráče. První hráč by si tedy přilepšil na úkor hráče druhého. Stejně tak jsou paretovsky efektivní i strategie (-4; -1) a (-1; -4). Volba strategie s výplatami (-3; -3) je jedinou strategií ve hře vězňovo dilema, která je paretovsky neefektivní.

2.3 Opakované vězňovo dilema

Opakované vězňovo dilema je promyšlenější verze klasického vězňova dilematu. Při opakovaném vězňově dilematu mohou hráči předpovídat chování svých protihráčů na základě zkušeností získaných předchozími hrami. Hráči mají možnost předpovídat chování protihráče, což se stává jednou z nejdůležitějších věcí k maximalizaci výplaty a užitku hráče. Každý hráč může usilovat o odplatu za výběr nespolupráce oponenta a také vzít výhodu naopak ze spolupráce oponenta. Hráč usilující o spolupráci by neměl být prvním, kdo toho druhého zradí. (Hyunsoo a Kyung-Joong, 2016)

2.3.1 Strategie opakovaného vězňova dilematu

Volba strategie hráčů při opakovaném vězňově dilematu závisí na tom, zda se jedná o hru s konečným počtem kol či s nekonečným počtem kol. V opakovaném vězňově dilematu s konečným počtem kol je oběma hráčům počet kol známý. V **Tabulka 6** je zobrazena jednokolová hra vězňova dilematu, podle které bude dále popisováno opakované vězňovo dilema. Pokud se přesuneme až do posledního kola hry, tak pro oba hráče bude mít volba strategie zradit největší význam, protože za zradu ho protihráč už nepotrestá a výše výplaty bude vyšší než za spolupráci, tedy hodnota 3 místo 2. V předposledním kole bude mít také volba strategie zradit vyšší výplatu než spolupracovat a oba hráči již počítají s tím, že v posledním kole ho za jeho volbu druhý hráč potrestá. Tedy i v předposledním kole bude výsledkem hry zrada od jednoho i druhého hráče. S touto úvahou by se dalo dostat až na počátek hry. Z toho vyplývá, že v každém kole by hráči volili svoji dominantní strategii, kterou je zrada. (Dlouhý, 2009, s. 51)

Tabulka 6 – Opakované vězňovo dilema

		Hráč 2	
		Spolupráce	Zrada
Hráč 1	Spolupráce	2; 2	0; 3
	Zrada	3; 0	1; 1

Zdroj: zpracováno podle (Dlouhý, 2009, s. 51)

V opakovaném vězňově dilematu s nekonečným počtem kol není žádné kolo poslední a hráči mohou volit strategie na základě vlastního uvážení a také jako odpověď na volbu strategie druhého hráče v předchozím kole. Robert Axelrod, americký politolog, uspořádal experiment, ve kterém proti sobě postavil oblíbené strategie desítky odborníků na teorii her. Tyto strategie se utkali každá proti každé v turnaji uskutečněném na počítači. Cílem experimentu bylo vybrat strategii, která je nejlepší proti ostatním strategiím. V celkovém součtu přinášela nejvyšší výplatu strategie „oko za oko“, která bude blíže představena v následujícím textu. (Varian, 1995)

Mezi strategie využívané při hře s nekonečným počtem patří například strategie „vždy spolupracuje“, „vždy zradí“, „oko za oko“, „nedůvěřovat“, „periodicky střídat spolupráci se zradou“, „periodicky střídat spolupráce-spolupráce-zrada“, „nevraživec“ nebo „Pavlovova strategie“. Neplatí však, že by některá strategie fungovala na všechny ostatní typy strategií. Zároveň je každá strategie silnější či slabší proti ostatním typům strategií. (Hyunsoo a Kyung-Joong, 2016)

Při strategii „vždy spolupracovat“ hráč nikdy nezradí toho druhého. I kdyby druhý hráč zradil, odpověď prvního hráče bude vždy spolupráce. Stejně tak při strategii „vždy zradit“ nezvolí hráč spolupráci bez ohledu na výběr strategie druhého hráče. Strategie „oko za oko“ začíná volbou spolupráce obou hráčů a pokračuje takto do té doby, než se jeden rozhodne pro zradu s vidinou vyšší výplaty. Vyšší výplatu hráč v daném kole získá, ale v následujícím kole se rozhodne zradit také druhý hráč jako odpověď na volbu strategie prvního hráče. To je však pro oba hráče méně výnosné, než aby oba spolupracovali. Na základě toho se rozhodnou, že budou znovu spolupracovat. Spolupráce trvá do té doby, než se jeden z hráčů rozhodne znovu zradit a takto se to opakuje stále dokola. Při volbě strategie „nedůvěřovat“ hráč zradí druhého hned v prvním kole a v následujících hraje vždy tah protihráče z předchozího kola. Při strategii „periodicky střídat spolupráci se zradou“, jak už vychází z názvu, hráč střídá pravidelně spolupráci a zradu. Stejně tak u strategie „periodicky střídat spolupráce, spolupráce, zrada“ hráč pravidelně střídá dvakrát spolupráci a jednou zradu. U strategie „nevraživec“ hráč spolupracuje do té doby, než ho druhý hráč zradí. První hráč po zbytek hry vždy druhého zrazuje, ani jednou mu neodpustí, že ho zradil jako první. Pokud si hráč vybere „Pavlovovu strategii“, tak při prvním tahu vždy spolupracuje. Poté volí spolupráci pouze tehdy, pokud v předchozím kole zahrají oba hráči stejný tah (spolupráce; spolupráce) či (zrada; zrada). (Beaufils, Delahaye a Mathieu, 2001; Hyunsoo a Kyung-Joong, 2016)

2.4 Vězňovo dilema s n-hráči

Vězňovo dilema s n-hráči funguje na stejném principu jako se dvěma hráči a zároveň umožňuje řešení situací, které jsou blíže k realitě (např. situace na trhu mezi oligopolisty). Ve vězňově dilematu s n-hráči si stejně jako se dvěma hráči vybírají účastníci konfliktu mezi spoluprací a zradou. Hráči také vybírají nejlepší možnou strategii, která jim přinese nejvyšší výplatu bez ohledu na výběr strategií ostatních hráčů. Jestliže se všichni hráči rozhodnou pro zradu, výplata všech bude nižší, než kdyby se rozhodli spolupracovat s ostatními.

Hra může být jednokolová nebo může mít kol více. Při jednokolové hře si hráči vybírají svoji dominantní strategii, protože neznají strategii, kterou vyberou jejich protihráči. Dominantní strategie má hráči přinést nejvyšší výplatu bez ohledu na výběr strategií ostatních. Ve hře vězňovo dilema je dominantní strategií hráčů zrada. Jestliže však všichni hráči vyberou dominantní strategii a budou se řídit pouze vlastními zájmy, přinese jim to nižší výplatu, než kdyby sledovali i zájmy ostatních a rozhodli se pro spolupráci. Naopak při hře, která má více kol, se mohou hráči rozhodnout pro jakoukoliv strategii, jejichž příklady jsou popsané v kapitole **2.3.1**. Jejich dominantní strategií je stále zradit ostatní, nemusí se však touto strategií řídit.

2.4.1 Vězňovo dilema se třemi hráči

U vězňova dilematu se třemi hráči bude stejné označení pro spolupráci a zradu, jako ve hře se dvěma hráči. Spolupráce bude značena S a zrada Z. Následující **Tabulka 7** zobrazuje vězňovo dilema se třemi hráči a jejich možné kombinace strategií. První písmeno značí výplatu prvního hráče, druhé písmeno výplatu druhého hráče a třetí písmeno výplatu třetího hráče.

Tabulka 7 – Vězňovo dilema se třemi hráči

		Hráč 2; Hráč 3	Hráč 2; Hráč 3	Hráč 2; Hráč 3	Hráč 2; Hráč 3
		S; S	S; Z	Z; S	Z; Z
Hráč 1	S	SSS	SZS	SSZ	SZZ
	Z	ZSS	ZZS	ZSZ	ZZZ

Zdroj: zpracováno podle (El'Seidy a Siliman, 2016)

Aby se mohlo jednat o vězňovo dilema se třemi hráči, musí být dodržena následující tři pravidla. Všechna pravidla jsou z pohledu prvního hráče. Prvním pravidlem je, že zrada by měla být dominantní strategií každého hráče bez ohledu na to, jakou strategii vybere protihráč. Toto pravidlo znázorňují následující tři nerovnice:

$$ZSS > SSS$$

$$ZSZ > SSZ$$

$$ZZZ > SZZ$$

Druhým pravidlem je, že výplata hráče by měla být vždy vyšší, pokud spolupracují oba protihráči bez ohledu na to, zda první hráč spolupracuje nebo zradí. Pravidlo je znázorněno pomocí následujících dvou nerovnic:

$$SSS > SSZ > SZZ$$

$$ZSS > ZSZ > ZZZ$$

Třetí pravidlo říká, že pokud je volba strategie prvního hráče fixní, jeho protihráči se octnou ve vězňově dilematu pro dva hráče. I třetí pravidlo je znázorněno pomocí nerovnic, které vypadají následovně:

$$SSZ > ZZZ$$

$$SSS > ZSZ$$

Všechna uvedená pravidla musí platit, aby se dalo mluvit o vězňově dilematu se třemi hráči. Zároveň musí platit následující nerovnost, která shrnuje všechny strategie, které mohou hráči zahrát:

$$ZSS > SSS > ZSZ > SSZ > ZZZ > SZZ$$

(El'Seidy a Siliman, 2016)

3 Aplikace v ekonomice podniku

Stejně jako ostatní hry z teorie her, i vězňovo dilema má své uplatnění v ekonomické praxi. K jeho využití dochází například mezi oligopolisty, kteří se snaží zaujmout monopolního postavení na trhu. Často je vězňova dilematu využito při dohodách o ceně. Tyto dohody se nazývají kartely a jsou nelegální. I přes to k nim však dochází. K dalšímu uplatnění může docházet například při rozhodování o vstupu na zahraniční trh dvou podniků, které vyrábějí stejný druh výrobků.

3.1 Dohoda o ceně

V ekonomickém pojetí je kartel nelegální organizace podniků vyrábějící stejný druh zboží či provozující stejný typ služeb. Tyto podniky se seskupily, aby měly možnost regulovat nabídku a v návaznosti na to regulovat či manipulovat s cenami. Tímto seskupením mezi sebou podniky nemusejí soutěžit a předhánět se s cenami produktů či služeb. Cenu domluví jednotnou a tím všichni získají z prodeje stejnou výši zisku. Porušení dohody v kartelu nelze právně vymáhat z důvodu své ilegálnosti. Proto se při rozhodování, zda dohodu dodržet či nikoli, může využít vězňova dilematu. Díky tomuto konceptu se podnik rozhoduje pro takovou strategii, která je pro něj nejlepší možností bez ohledu na volbu ostatních.

Situace v duopolu, tedy mezi dvěma podniky, které produkují stejný druh výrobku, a její znázornění pomocí vězňova dilematu je vyobrazeno v následující **Tabulka 8**. Tyto podniky mají mezi sebou uzavřenou dohodu o ceně stejného produktu, ale každý za sebe se rozhoduje, zda dohodu poruší (tedy zradí toho druhého) a cenu svého produktu sníží za vidinou vyšších zisků, nebo ponechá cenu podle dohody a budou mezi sebou spolupracovat. V případě, že by se podnik A rozhodl snížit cenu, bude se produkt tohoto podniku prodávat více než produkt podniku B. Tímto rozhodnutím by se zisky podniku A zvýšily a zisky podniku B by byly nulové, avšak pouze za předpokladu, že podnik B by cenu svého produktu nesnížil. Spotřebitelé by tak reagovali na změnu ceny a nakupovali by levnější produkt, který je totožný s produktem podniku B. Pokud by se podnik B také rozhodl snížit cenu, oba podniky by porušily dohodu a jejich zisky by se snížily. V situaci, kdy by ani jeden podnik cenu produktu nesnížil a držel se dohodnuté ceny, by zisky obou podniků byly vyšší a oba podniky by svým rozhodnutím dodržet dohodu a spolupracovat mezi sebou přišly k více penězům.

Tabulka 8 – Duopol

		Podnik B	
		Spolupráce	Zrada
Podnik A	Spolupráce	500, 500	0, 700
	Zrada	700, 0	100, 100

Zdroj: zpracováno podle (Stehel, 2019)

K určení optimální strategie podniků využijeme nalezení Nashovy rovnováhy, tedy nalezení sedlového prvku dvojmatice. Ten najdeme označením nejvyšší hodnoty ve sloupci podniku A a označením nejvyšší hodnoty v řádku podniku B v následující matici D. Nejvyšší hodnoty ve sloupcích jsou označeny kulatými závorkami a nejvyšší hodnoty v řádcích hranatými závorkami.

$$D = \begin{bmatrix} 500; 500 & 0; [700] \\ (700); 0 & (100); [100] \end{bmatrix}$$

Z matice je patrné, že kulatými i hranatými závorkami je označena pouze jedna dvojice prvků, a to s hodnotami (100; 100). Tento výsledek lze označit jako optimální strategii. Pro podniky by bylo sice výhodnější dodržení dohody, ale s vidinou větších zisků se oba podniky rozhodnou dohodu porušit a snížit cenu produktu. Porušením dohody se oba podniky jistí proti nulovým ziskům. Kdyby se podnik A rozhodl dohodu dodržet a podnik B ne, tak by podnik A přišel o veškeré zisky, protože by spotřebitelé produkt nakupovali levněji u podniku B. Nedodržení dohody a snížení ceny produktu je výhodné pro spotřebitele, protože poklesne cena a přebytek zůstane spotřebiteli. (Stehel, 2019, s. 56-57)

3.2 Reklamní kampaň

Oligopolisté mezi sebou nesoutěží jenom v cenách výrobků a služeb, ale také v reklamních kampaních, které jim mají přilákat zákazníky. Takovou situaci lze vyobrazit jako vězňovo dilema. Dva podniky vyrábějící stejný výrobek se rozhodují, zda inzerovat reklamu či nikoliv. Jestliže se oba podniky rozhodnou pro nezveřejnění reklamy a tím spolupracovat, trh se rozdělí na dvě poloviny, z nichž každá bude patřit jednomu z podniků. Pokud se oba podniky rozhodnou zveřejnit reklamu a porušit spolupráci, situace s trhem bude stejná, ale jejich zisky se však sníží, protože budou muset vynaložit náklady na zveřejnění reklamy. V posledním případě se jeden podnik rozhodne reklamu zveřejnit a druhý ne. V takové situaci ten, který inzeroval, přetáhne zákazníky od druhého podniku. Stále bude muset vynaložit náklady na zveřejnění, ty však nebudou vyšší než zisk z prodeje a podnik na zveřejnění reklamy vydělá. Celou situaci zobrazuje **Tabulka 9**, kde se pro zveřejnění reklamy rozhodují značky Pepsi a Coca Cola. Hodnoty jsou uvedeny v miliardách Kč.

Tabulka 9 - Reklamní kampaň

		Coca Cola	
		Spolupráce	Zrada
Pepsi	Spolupráce	5; 5	1; 7
	Zrada	7; 1	3; 3

Zdroj: zpracováno *podle (Mankiw, 1999, s. 354)*

Jestliže se obě značky rozhodnou reklamu zveřejnit a zradit tak druhou značku za vidinou vyšších zisků, jejich zisky budou 3 miliardy Kč pro každou z nich. Tyto zisky jsou snížené oproti situaci, kdy by se značky rozhodly nezveřejňovat reklamu a dodržet spolupráci, právě o náklady vynaložené na reklamu, které v tomto příkladě činí 2 miliardy Kč. V případě, kdy by se jedna ze značek rozhodla reklamu zveřejnit a druhá ne, tak ta, co reklamu zveřejnila, by měla zisk 7 miliard Kč a druhá pouze 1 miliardu Kč. Po zveřejnění reklamy by značka sice musela zaplatit náklady na reklamu, ale přetáhla by zákazníky od druhé značky a tím by její zisky byly vyšší.

Pro nalezení optimální strategie opět použijeme Nashovu rovnováhu označením nejvyšší hodnoty ve sloupcích značky Pepsi a nejvyšší hodnoty v řádcích značky Coca Cola. Hodnoty z Tabulka 9 jsou přepsány do matice E. Nejvyšší hodnoty ve sloupcích značky Pepsi jsou označeny kulatými závorkami a nejvyšší hodnoty v řádcích značky Coca Cola hranatými závorkami.

$$E = \begin{bmatrix} 5; 5 & 1; [7] \\ (7); 1 & (3); [3] \end{bmatrix}$$

Jediná dvojice prvků označená kulatými i hranatými závorkami je s hodnotami (3; 3). Optimální strategií pro obě značky je tedy zradit a reklamu zveřejnit. Nejvýhodnější by pro obě značky bylo reklamu nezveřejňovat, ale každý z nich volí nezávisle na sobě svoji strategii, která je pro ně dominantní. Dominantní strategie značky Pepsi je zveřejnit reklamu, protože ať už by se Coca Cola rozhodla reklamu zveřejnit nebo ne, zisky Pepsi budou vždy vyšší, pokud se rozhodne reklamu zveřejnit. Stejná situace nastává i z pohledu značky Coca Cola. Za vidinou vyšších zisků tedy obě značky zradí a zveřejní reklamu, ačkoliv by pro ně bylo výhodnější ji nezveřejňovat. Zveřejnění sice přiláká nové zákazníky, ale tyto zisky nebudou vyšší než náklady vynaložené na reklamu. (Mankiw, 1999, s. 353)

4 Rozbor konkrétního příkladu

Následující část se bude zabývat zpracováním a rozborem konkrétního příkladu vězňova dilematu. Protože se při získávání dat jedná o citlivé informace mezi konkurencí, nepovedlo se mi získat reálná data od dvou podniků působících ve stejném odvětví a nabízejících stejný výrobek či službu. Proto následující příklad bude pouze modelový. Pro příklad jsem si vybrala situaci na trhu mezi mobilními operátory. V České republice působí tři hlavní mobilní operátoři, a to Vodafone Czech Republic a.s., T-Mobile Czech Republic a.s. a O2 Czech Republic. Všechny tři operátoři používají kratší označení, a to Vodafone, T-Mobile a O2. Společně s těmito třemi existují taktéž virtuální mobilní operátoři, avšak ti pokrývají trh pouze ze 7 %, kdežto T-Mobile, O2 a Vodafone mají trh pokrytý ze zbylých 93 %. K vyobrazení situace mezi dvěma podniky vybereme operátory T-Mobile a O2, protože pokrývají větší část trhu než Vodafone, který je z těchto tří nejmenší a má nejméně zákazníků. Následně si situaci zobrazíme i s operátorem Vodafone v podobě vězňova dilematu se třemi hráči. (Šámalová, 2022)

4.1 Představení společností

Jak již bylo řečeno výše, mobilní operátoři T-Mobile, O2 a Vodafone pokrývají většinu trhu mobilních operátorů. Všichni tři nabízejí velmi podobné služby, mezi které patří různé druhy mobilních tarifů, pevný internet či televize. Jakmile přijde jeden operátor s něčím novým, ostatní na jeho nabídku služby ihned reagují a uvádějí na trh podobnou službu a díky tomu si udržují své postavení.

4.1.1 T-Mobile

T-Mobile je akciová společnost založená v roce 1990 v Německu. V České republice začala působit v roce 1996 pod názvem RADIOMOBIL a.s. Název T-Mobile Czech Republic a.s. byl zapsán do obchodního rejstříku v roce 2003 a tento název používá operátor dodnes. T-Mobile je největším operátorem v České republice co do počtu zákazníků. Své služby poskytuje více než 6 milionu zákazníků a tím si získal jméno největšího mobilního operátora v České republice. Další oblastí, ve které T-Mobile působí, jsou informační a komunikační technologie a také poskytuje automotive služby a řešení. Mateřskou firmou T-Mobile je Deutsche Telekom. (Kurzy.cz, 2022; T-Mobile, 2022)

Jednou z předností T-Mobile a důvodem, proč má nejvíce zákazníků, je rychlost internetového připojení. Společnost Ookla představila statistiky srovnání rychlosti internetového připojení za 3. kvartál roku 2021, ve kterém skončil T-Mobile nejlépe. Na druhém místě bylo O2 a třetí skončil Vodafone. (Miksa, 2021)

4.1.2 O2

Druhým největším operátorem podle počtu zákazníků je O2, které má téměř 6 milionů zákazníků. Vzniklo v roce 1993 v České republice. Od svého založení byl operátor mnohokrát přejmenován a v roce 2014 byl zapsán do obchodního rejstříku pod názvem O2 Czech Republic a.s., pod kterým působí i v současné době. O2 poskytuje hlasové, internetové a datové služby jak samotným spotřebitelům, tak i malým či středním podnikům a velkým korporacím. (O2, b.r.; Kurzy.cz, 2022)

Stejně jako T-Mobile, i O2 má přednosti, díky kterým si udržuje velký počet zákazníků. Jednou z těchto předností je O2 TV, která nabízí širokou škálu kanálů ke sledování. I T-Mobile má svoji T-Mobile TV Go, ale mnoho zákazníků využívá televize právě od O2. Především sportovní fanoušci si vybírají O2 například kvůli tomu, že vlastní práva na hokejovou Tipsport extraligu a lze tam sledovat všechny probíhající zápasy.

4.1.3 Vodafone

Třetí největší operátor v České republice je Vodafone, který má 4,5 milionu zákazníků. Stejně jako T-Mobile, i Vodafone je akciová společnost a vlastní ji skupina Vodafone Group Plc. z Velké Británie. V České republice začal působit v roce 1999 pod názvem Český Mobil a.s. V roce 2004 změnil název na Oskar Mobil a.s. a od roku 2006 je známý pod dnešním názvem Vodafone. (Kurzy.cz, 2022)

Vodafon se od předchozích dvou operátorů liší především o něco nižší nabízenou cenou za sužby. Rozdíl tam není veliký, i proto je do porovnávání také zahrnut. Pro mnoho zákazníků je však trochu nižší cena za stejnou službu klíčová, a proto si tohoto operátora zvolí. Nevýhodou Vodafone je horší pokrytí, avšak na zlepšení operátor neustále pracuje.

4.2 Nabízené služby

Všichni mobilní operátoři nabízejí spoustu služeb. Pro zobrazení modelového příkladu jsem vybrala tarif, který mají všichni tři operátoři stejný. Jedná se o tarif, který nabízí neomezené volání a SMS po České republice a neomezené čerpání dat s rychlostí 5G. V **Tabulka 10** jsou uvedeny ceny tarifu u T-Mobile, O2 a Vodafone za měsíc. Z tabulky je patrné, že uvedené ceny se mezi operátory T-Mobile a O2 liší pouze o pár korun. Vodafone má cenu o něco nižší, stále se však nejedná o razantní rozdíl. K uvedenému tarifu v základním balíčku přidává každý operátor ještě něco navíc ve formě bonusů k tarifu. T-Mobile nabízí jako součást tarifu slevu 5 000 Kč na nový mobilní telefon a 1 000 minut volání do zemí Evropské unie. Operátor O2 nabízí pouze 300 minut volání do zemí Evropské unie. Vodafone nabízí stejný počet minut volání do zemí Evropské unie jako T-Mobile, avšak slevu na nový mobilní telefon má nižší a činí 4 000 Kč. I přes bonusy navíc, které jsou nabízené k základnímu balíčku, se rozdíly v ceně tarifu u operátorů příliš neliší. Dá se předpokládat, že se operátoři na uvedených cenách tarifu domluvili, aby nedocházelo k přecházení zákazníků mezi nimi a k vyšším či nižším ziskům z jedné, druhé nebo třetí strany. (O2, 2022; T-Mobile, 2022; Vodafone, 2022)

Tabulka 10 - Cena neomezených dat mobilních operátorů

	Neomezená data 5G, neomezené volání a SMS/měsíc
T-Mobile	1 275,-
O2	1 299,-
Vodafone	1 199,-

Zdroj: (O2, 2022; T-Mobile, 2022; Vodafone, 2022)

K vyobrazení modelové situace bude potřeba znát počet zákazníků využívajících služeb mobilních operátorů. Data uvedena v **Tabulka 11** představují celkový počet zákazníků u jednotlivých operátorů. Data jsou v milionech ze začátku roku 2022. Budeme předpokládat, že daný tarif využívá přibližně jedna polovina zákazníků u každého z operátorů (s těmito daty se již počítá v **Tabulka 12**).

Tabulka 11 - Počet zákazníků u jednotlivých operátorů

	Počet zákazníků (mil.)
T-Mobile	6,1
O2	5,9
Vodafone	4,5

Zdroj: zpracováno podle (Fišer, 2022)

V Tabulka 11 jsou vypočítány zisky operátorů za uvedený tarif v milionech Kč za měsíc. Zisky T-Mobile a O2 jsou velmi podobné díky cenám, za které tarif nabízejí, a které se od sebe výrazně neliší. U Vodafone je zisk již výrazně nižší kvůli menšímu počtu zákazníků a o něco levnějšímu tarifu. Dalo by se říct, že nižší cenou se Vodafone snaží přilákat více zákazníků, aby se mohl více rovnat prvním dvěma operátorům.

V situaci, kdy by se T-Mobile rozhodl snížit uvedenou cenu například na 900,- Kč za měsíc, by se mu při stejném počtu zákazníků zisky výrazně snížily. Za takovou cenu tarifu by ale zákazníci začali přecházet od O2 i Vodafone k T-Mobile, protože by pro ně bylo výhodnější platit za stejné služby méně peněz, a zisky T-Mobile by tím pádem byly vyšší. Stejná situace by nastala, pokud by se takto snížit cenu rozhodl i operátor O2 nebo Vodafone a ostatní dva operátoři by ji nechali vysokou.

Tabulka 12 - Výnosy operátorů

	Počet zákazníků	Cena tarifu	Zisk/měsíc (mil. Kč)
T-Mobile	3 050 000	1 275,-	3 888,75,-
O2	2 950 000	1 299,-	3 832,05,-
Vodafone	2 250 000	1 199,-	2 697,75,-

Zdroj: vlastní zpracování

4.3 Vězňovo dilema dvou operátorů

Tabulka 13 zobrazuje situaci vězňova dilematu mezi operátory T-Mobile a O2, pokud by se jeden rozhodl snížit cenu, zatímco ten druhý by ji nechal stejnou, a také pokud by se operátoři rozhodli snížit cenu současně. Uvedené hodnoty představují výnosy operátorů za měsíc v milionech Kč. V současné době mezi sebou operátoři spolupracují, tedy jejich zisky jsou 3 888,75 mil. Kč u T-Mobile a 3 832,05 mil. Kč u O2. Obě čísla jsou závislá na počtu zákazníků, kteří v tomto modelovém příkladě činí polovinu ze všech zákazníků u jednotlivých operátorů. V situaci, kdy by se T-Mobile rozhodl snížit cenu tarifu na již zmíněných 900,- Kč za měsíc, tak předpokládejme, že by za takovou cenu přešla od O2 jedna polovina zákazníků k T-Mobile. Počet zákazníků využívající zmíněný tarif u T-Mobile by tak vzrostl na 4,525 mil. a naopak u O2 by klesl na 1,475 mil. zákazníků. V takové situaci by se zisky T-Mobile zvýšily na 4 072,5 mil. Kč, a naopak u O2 by se snížily na 1 916,025 mil. Kč. Jestliže by situace byla obráceně a cenu by se rozhodl snížit operátor O2 a T-Mobile by nechal stejnou, tak počet zákazníků u O2 by se zvýšil na 4, 475 mil. a u T-Mobile by klesl na 1,525 mil. Od počtu zákazníků by se odvíjel i zisk, který by měl O2 4 027,5 mil. Kč za měsíc a T-Mobile pouze 1 944,375 mil. Kč za měsíc. Pokud by se oba operátoři rozhodly snížit cenu tarifu na 900 Kč za měsíc, pro oba by to znamenalo snížení zisků. T-Mobile by se zisk snížil na 2 745 mil. Kč za měsíc a O2 na 2 655 mil. Kč za měsíc. Při takové ceně, kterou by měli oba operátoři stejnou, by se jim počet zákazníků nezměnil, a proto by se jim zisky tolik nelišily. Byly by však nižší, než kdyby nechali oba operátoři cenu vysokou.

Tabulka 13 - Věžňovo dilema dvou operátorů

		O2	
		Spolupráce (S)	Zrada (Z)
T-Mobile	Spolupráce (S)	3 888,75; 3 832,05	1 944,375; 4 027,5
	Zrada (Z)	4 075,5; 1 916,025	2 745; 2 655

Zdroj: vlastní zpracování

Aby se dalo mluvit o vězňově dilematu, musí být splněna nerovnice popsaná v kapitole **2**. Tato nerovnice nám říká, že aby se jednalo o vězňovo dilema, musí být dvojice hodnot v buňce (ZS) z pohledu T-Mobile větší než dvojice (SS). Ta musí být větší než dvojice hodnot (ZZ) a ta zase větší než dvojice (SZ). To samé musí platit i z pohledu operátora O2. Po dosazení hodnot do nerovnice z pohledu T-Mobile můžeme říci, že se jedná o vězňovo dilema.

$$ZS > SS > ZZ > SZ$$

$$4\ 075{,}5 > 3\ 888{,}75 > 2\ 745 > 1\ 944{,}375$$

Dominantní strategií T-Mobile je zradit druhého operátora a snížit cenu tarifu, protože ať se O2 rozhodne pro jakoukoli strategii, tak T-Mobile bude mít vždy vyšší zisk, pokud druhého zradí. Stejně tak je to i pro operátora O2. Ať si T-Mobile vybere jakoukoliv strategii, tak pro O2 bude vždy výhodnější zradit druhého a mít tak záruku vyšších zisků.

V případě jednokolové hry by operátoři zvolili strategii zradit a tarif by nabízeli za 900,- Kč za měsíc s vidinou vyšších zisků, pokud by se jeden z nich rozhodl spolupracovat. Jestliže oba operátoři zvolí strategii zradit, počet zákazníků jim zůstane stejný, ale jejich zisky se sníží.

Kdybychom hledali optimální strategii pomocí Nashovy rovnováhy označením nejvyšších hodnot ve sloupci operátora T-Mobile a nejvyšších hodnot v řádku O2, došli bychom k závěru, že optimální strategií je zradit druhého. V případě jednokolové hry by operátoři zvolili optimální strategii, aby si zaručili co nejvyšší zisk. Kdyby se optimální strategie nedržel operátor T-Mobile, jeho zisk by byl 1 944,375 mil. Kč místo jistých 2 745 mil. Kč za měsíc. Stejně tak by i operátor O2 přišel o jistých 2 655 mil. Kč za měsíc, kdyby se nedržel optimální strategie, a získal by pouze 1 916,025 mil Kč. Nalezení Nashovy rovnováhy je znázorněno v matici F.

$$F = \begin{bmatrix} 3\,888{,}75; 3\,832{,}05 & 1\,944{,}375; [4\,027{,}5] \\ (4\,072{,}5); 1\,916{,}025 & (2\,745); [2\,655] \end{bmatrix}$$

Při stanovování cen se však jedná o opakované vězňovo dilema s nekonečným počtem kol. Oba operátoři mohou tedy vybírat strategii podle vlastního uvážení. Vzhledem k tomu, že neznají počet kol, tak nemají žádný důvod se zradit a neřídí se zde podle optimální strategie. Mohou ovšem využít jakoukoliv strategii, která se dá zahrát při opakovaném vězňově dilematu. Tyto strategie jsou popsány v kapitole **2.3.1**. Pokud by použily například strategii „oko za oko“, tak jeden operátor by zlevnil a jeho zisky by se zvýšily. Zisky druhého by se naopak snížily. Na to zareaguje v dalším kole druhý operátor a taktéž tarif zlevní. Tím budou zisky obou operátorů nižší, než kdyby nechali cenu vyšší. Proto v následujícím kole zase tarif oba zdraží a spolupracují spolu do té doby, než se jeden z nich zase rozhodne druhého zradit a takto se to může opakovat stále dokola. Popsaná strategie „oko za oko“ je v tomto případě pro operátory nejlepší volbou. Díky ní budou jejich zisky vysoké do té doby, než to jednomu bude málo a zatouží mít víc. Může však očekávat, že na jeho snížení ceny zareaguje v dalším období i druhý operátor a kvůli tomu se jeho vidina vyšších zisků zhroutí a bude mít o to míň. Při rozhodnutí obou operátorů zradit druhého, by z jejich snížení ceny nejvíce těžil zákazník, a to si oba operátoři uvědomují. Nemají proto důvod spolu nespolupracovat a využívat jakoukoliv strategii, protože vědí, že v dalším období by na změnu ceny reagoval i druhý operátor a rozpoutali by tak mezi sebou cenovou válku.

4.4 Vězňovo dilema tří operátorů

Jak již bylo zmíněno v kapitole **4**, tak v České republice dominují trhu mobilních operátorů tři operátoři, a to T-Mobile, O2 a Vodafone. Ačkoliv je Vodafone nejslabší, co se počtu zákazníků týče, tak nabízí stejný tarif jako T-Mobile a O2 (popsáno v kapitole **4.2**). Co do počtu zákazníků se Vodafone na ostatní dva operátory čím dál více dotahuje. Stále má však o značný počet zákazníků méně, jak je vidět v **Tabulka 11**. Stejně jako v případě dvou operátorů, i v tomto modelovém příkladě budeme předpokládat, že uvedený tarif využívá vždy polovina zákazníků od každého operátora.

V **Tabulka 12** kapitole **4.2** jsou uvedeny zisky všech operátorů, kterých by dosáhli se současnou cenou tarifu, kdyby tarif využívala polovina zákazníků od každého z nich. Mezi T-Mobile a O2 je pouze minimální rozdíl. Vodafone má o něco levnější tarif, proto je mezi jeho ziskem a zisky ostatních dvou o trochu větší rozdíl. I přes to může Vodafone se svojí nabídkou ostatním konkurovat.

Pokud mezi sebou budou operátoři spolupracovat, všichni tři dosáhnou nejvyšších zisků. Jestliže se jeden z operátorů rozhodne zradit ostatní a zlevnit tarif na 900,- Kč stejně jako ve vězňově dilematu se dvěma hráči, předpokládejme, že od zbylých dvou operátorů, kteří spolupracují, odejde od každého 750 000 zákazníků a přejdou k operátorovi, který tarif zlevnil. Dále předpokládejme, že pokud se rozhodnou zradit dva operátoři a zlevnit tarif, od spolupracujícího operátora odejde 1 000 000 zákazníků a rovnoměrně se rozdělí mezi operáty, kteří zradili, tedy 500 000 zákazníků ke každému z nich. Pokud zlevní pouze jeden operátor, tak zákazníci zbylých dvou si řeknou, že by i jejich operátor mohl zlevnit. V případě, že dva operátoři zlevní, přijde to zákazníkům více do podvědomí a to, že zlevnili dva operátoři a jen ten jejich ne, jim už přijde zvláštní, a proto od jediného spolupracujícího operátora odejde více zákazníků, než když spolupracují dva. Jestliže se rozhodnou zradit všichni tři operátoři a zlevnit tarif na 900,- Kč za měsíc, počty zákazníků se jim nezmění, ale jejich zisky se sníží. Celá situace je znázorněna v tabulce x. První hodnota v každé buňce patří T-Mobile, druhá O2 a třetí Vodafone. Písmeno *S* znamená spolupráci a *Z* znamená zradu.

Tabulka 14 – Vězňovo dilema tří operátorů

		O2; Vodafone	O2; Vodafone	O2; Vodafone	O2; Vodafone
		S; S	S; Z	Z; S	Z; Z
T-Mobile	S	(3888,75; 3832,05; 2 697,75)	(2932,5; 2857,8; 3375)	(2 932,5; 4005; 1798,5)	(2613,75; 3105; 2475)
	Z	(4095; 2857,8; 1798,5)	(3195; 2533,05; 2475)	(3195; 3105; 1497,75)	(2745; 2655; 2025)

Zdroj: vlastní zpracování

Aby se zde dalo mluvit o vězňově dilematu se třemi hráči, musí být splněny tři pravidla a nerovnice popsány v kapitole **2.4.1**. Všechny jsou z pohledu prvního hráče. První pravidlo říká, že dominantní strategií by měla být zrada bez ohledu na to, jakou strategii zvolí protihráč. Po dosazení do nerovnic zjistíme, že pravidlo v tomto případě platí.

ZSS > SSS *4 095 > 3 888,75*

ZSZ > SSZ *3 195 > 2 932,5*

ZZZ > SZZ *2 745 >2 613,75*

Druhé pravidlo říká, že výplata prvního hráče bude nejvyšší, pokud budou oba protihráči spolupracovat, než pokud bude spolupracovat pouze jeden nebo oba zradí bez ohledu na to, zda první hráč spolupracuje nebo zradí. I u tohoto pravidla lze vidět, že nerovnice platí.

SSS > SSZ > SZZ	*3 888,75 > 2 932,5 > 2 613,75*
ZSS > ZSZ > ZZZ	*4 095 > 3 195 > 2 745*

Třetí pravidlo říká, že pokud je volba strategie prvního hráče fixní, tak jeho protihráči se ocitnou ve vězňově dilematu pro dva hráče. I v tomto třetím případě lze vidět, že nerovnice platí.

SSZ > ZZZ	*2 932,5 > 2 745*
SSS > ZSZ	*4 095 > 3 195*

V kapitole **2.4.1** je zobrazena ještě jedna nerovnost, která musí platit, aby se dalo mluvit o vězňově dilematu se třemi hráči. I tato nerovnost v uvedeném případě platí, jak je vidět v následující nerovnici, a můžeme tedy říci, že se jedná o hru vězňovo dilema se třemi hráči.

ZSS > SSS > ZSZ > SSZ > ZZZ > SZZ

4 095 > 3 888,75 > 3 195 > 2 932,5 > 2 745 > 2 613,75

Dominantní strategie každého z operátorů je taková, která mu přinese nejvyšší zisk bez ohledu na výběr strategie ostatních. Dominantní strategií T-Mobile je zradit, protože zisk bude mít 4 095 mil. Kč za měsíc. Stejně tak to má i O2, jehož zisk při dominantní strategii bude 4 005 mil. Kč za měsíc. Jediný Vodafone bude mít zisk pod 4 000 mil. Kč, a to z důvodu menšího počtu zákazníků. Stále však bude jeho zisk vyšší, než kdyby zvolil jakoukoliv jinou strategii. Tyto zisky operátoři získají pouze v situaci, že jeden zvolí svoji dominantní strategii zradit a zbylí dva zvolí strategii spolupracovat. Ten, který zradí, sleduje pouze své vlastní zájmy a snaží se maximalizovat svoji výhru bez ohledu na ostatní hráče.

V situaci, kdy by se T-Mobile rozhodl zlevnit tarif, zatímco O2 a Vodafone by cenu ponechali, by se zisk O2 snížil o 974,25 a zisk Vodafone o 899,25 mil. za měsíc z důvodu ztráty zákazníků a zisk T-Mobile by naopak stoupl na 4 095 mil. Kč za měsíc, protože by zákazníci přešli k němu. Podobně by dopadla stejná situace ze strany O2 i ze strany Vodafone, tedy pokud by každý z operátorů použil dominantní strategii, zatímco ostatní ne.

Ztráty na zisku by byly rozdílné v závislosti na počtu zákazníků, kteří by od operátorů odešli, a ceně tarifu jednotlivých operátorů.

Pokud by se rozhodli zlevnit tarif T-Mobile i Vodafone zároveň a O2 by nechal cenu stejnou, tak za předpokladu rovnoměrného rozdělení zákazníků, kteří odešli od O2, mezi T-Mobile a Vodafone, by zisk T-Mobile byl 3 195 mil. Kč a zisk Vodafone 2 475 mil. Kč za měsíc. Zisk O2 by byl ve výši 2 533,05 mil. Kč za měsíc. Zde je vidět, že i přes snížení počtu zákazníků by při stejné ceně za tarif měl O2 větší zisk než Vodafone. To však nemění nic na tom, že celkový zisk by O2 měl nižší, než kdyby také zlevnil tarif. Snížení cen u dvou operátorů zároveň navozuje myšlenku vytvoření koalice mezi dvěma operátory. O2 by však v následujícím období reagoval na snížení ceny obdobným snížením a přidal by do nabídky například další bonus, kterým by si přilákal zákazníky zpátky a údajná tvorba koalice by pro operátory neměla smysl. Stejná situace by opět nastala při snížení ceny O2 a Vodafone zároveň, a i při snížení ceny O2 a T-Mobile zároveň.

Při výběru dominantní strategie všemi třemi operátory současně za vidinou vyšších zisků se jim takový tah nevyplatí vůbec. Zákazníky by si sice udrželi, ale jejich zisky by klesly pod 3 000 mil. Kč za měsíc, u Vodafone dokonce těsně nad hranici 2 000 mil. Všichni tři operátoři si jsou vědomi, že tato jejich volba by byla nejvýhodnější pro zákazníka, který by raději zaplatil méně, a proto si nekonkurují a nechávají tarif za takovou cenu, jaká je, protože i přes cenu, za kterou operátoři nabízejí tarif, by si ho zákazníci pořídili. V situaci, kdy by jeden operátor snížil cenu tarifu, by rozpoutal cenovou válku s ostatními operátory. Aby si všichni udrželi zákazníky, museli by vymyslet například bonusy, které by k tarifu přidali, případně vymyslet výhodné cenové balíčky v kombinaci s dalšími službami. Aby se však o takové nabídce zákazníci dozvěděli, museli by operátoři investovat peníze do reklamy a tím by jim vznikly nemalé náklady. Operátoři se proto do snižování cen za vidinou vyšších zisků nepouštějí, protože ve výsledku by to pro ně nebylo výhodné.

Závěr

Cílem bakalářské práce bylo popsání vězňova dilematu, jeho uplatnění v oblasti ekonomie a popis konkrétní situace, kdy vězňovo dilema vedlo ke spolupráci mezi podniky. Pro praktickou část byli vybráni mobilní operátoři T-Mobile, O2 a Vodafone, kteří se rozhodovali, zda snížit cenu jednoho konkrétního tarifu a jaký by mělo toto snížení ceny dopad na jejich zisk.

V první části práce byl teoreticky popsán úvod do teorie her a pojmy vztahující se a popisující vězňovo dilema. Jedná se o nekooperativní hru, neantagonistickou hru či Nashovu rovnováhu. Nashova rovnováha byla vysvětlena na konkrétním příkladě ve vězňově dilematu, o kterém je druhá část práce. Zde je popsán základní princip hry vězňovo dilema, jak ve většině případů dopadá a jakou podobu může hra mít. Důležitým pojmem je dominantní strategie, ke které se hráči přiklání a která jim přinese nejlepší výsledek. V závěru je popsáno opakované vězňovo dilema se svými strategiemi a také vězňovo dilema se třemi hráči. Obě podoby hry jsou použity v praktické části této práce. Ještě před samotným praktickým uplatněním vězňova dilematu je ve třetí části popsáno využití v ekonomice podniku. Jedním z takových využití může být při dohodě o ceně určitého produktu či služby mezi podniky a dopady na jejich zisky. Dalším využitím je při reklamní kampani, kdy se podniky rozhodují, zda zveřejnit reklamu a jaký by to pro ně mělo dopad.

V poslední části práce jsou popsány dva případy, kdy vězňovo dilema vedlo ke spolupráci mezi podniky. V případě vězňova dilematu mezi dvěma hráči nabízeli T-Mobile a O2 tarif s neomezeným voláním, SMS a s neomezenými mobilními daty 5G za velmi podobnou cenu. Pokud by se jeden rozhodl cenu snížit, zisk by se mu na úkor druhého zvýšil a přešla by k němu část zákazníků. Protože se jedná o opakované vězňovo dilema, tak by na to v dalším období reagoval druhý operátor a rozpoutali by mezi sebou cenovou válku, na které by nejvíce vydělal zákazník, protože by se operátoři snažili prodávat co nejlepší produkt za co nejnižší cenu. Toho si jsou oba poskytovatelé služeb vědomi, a proto cenu ani jeden nesníží, jelikož tím nepřijdou o zákazníky, ani své zisky. V případě vězňova dilematu se třemi hráči je nabízený tarif stejný jako v předchozím případě. K již zmíněným operátorům se přidal Vodafone, který nabízí stejný tarif za podobnou cenu. Opět je rozebráno, co by se stalo při snížení ceny u jednoho, dvou, a nakonec u všech tří operátorů. Situace by byla stejná jako v předchozím případě. Operátoři by jednostranným snížením mohli rozpoutat cenovou válku, na které by nejvíce vydělal zákazník. Výsledkem obou těchto případů je spolupráce mezi operátory, kteří nechávají cenu tarifu vyšší, udržují si své zákazníky a nepřicházejí o jistý zisk.

Použitá literatura

[1] BEAUFILS Bruno, DELAHAYE Jean-Paul a MATHIEU Philippe, 2001. Adaptive Behaviour in the Classical Iterated Prisoner's Dilemma. In: *researchgate.net* [online]. Lille: Universite´ des Sciences et Technologies de Lille, leden 2001 [cit. 2022-09-07]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/228682241_Adaptive_Behaviour_in_the_Classical_Iterated_Prisoner%27s_Dilemma

[2] DLOUHÝ, Martin a Petr FIALA. Úvod do teorie her. 2., přeprac. vyd. Praha: Oeconomica, 2009. ISBN 978-80-245-1609-7.

[3] EL'SEIDY Essam a SILIMAN Karim M., 2016. Iterated symmetric three-player prisoner's dilemma game. In: *sciencedirect.com* [online]. © 2016 Elsevier Inc, 5. května 2016 [cit. 2022-09-07]. Dostupné z: https://doi.org/10.1016/j.amc.2016.02.009

[4] FIŠER Jakub, 2022. 5 zajímavých faktů o mobilních operátorech v Česku. Co z toho vás překvapí? In: *mobilizujeme.cz* [online]. © 2007-2022 Mobilizujeme.cz, 29. března 2022 [cit. 2022-09-07]. Dostupné z: https://mobilizujeme.cz/clanky/5-zajimavych-faktu-o-mobilnich-operatorech-v-cesku-co-z-toho-vas-prekvapi

[5] GROS, Ivan. Kvantitativní metody v manažerském rozhodování. Praha: Grada, 2003. Expert (Grada). ISBN 80-247-0421-8.

[6] HEISSLER, Herbert, Radim VALENČÍK a Petr WAWROSZ. Mikroekonomie: středně pokročilý kurz. Praha: Vysoká škola finanční a správní, 2010. Eupress. ISBN 978-80-7408040-1.

[7] HYUNSOO Park a KYUNG-JOONG Kim, 2016. Active Player Modeling in the Iterated Prisoner's Dilemma. In: *National Center for Biotechnology Information* [online]. Soul: Hindawi Publishing Corporation, 18. února 2016 [cit. 2022-08-27]. Dostupné z: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4775783/

[8] KRUGMAN, Paul, 2022. Nash Equilibrium: Definition and Examples of Nash Equilibrium. In: *masterclass.com* [online]. © 2022 MasterClass, 25. února 2022 [cit. 2022-08-24]. Dostupné z: https://www.masterclass.com/articles/nash-equilibrium-explained#what-is-nash-equilibrium (Krugman, 2022)

[9] KURZYCZ, 2022. O2 Czech Republic a.s. - obchodní rejstřík, úplný výpis. In: *kurzy.cz* [online]. ©2000–2022 kurzy.cz, 5. srpna 2022 [cit. 2022-09-07]. Dostupné z: https://rejstrik-firem.kurzy.cz/rejstrik-firem/DO-60193336-telefonica-czech-republic/

[10] KURZYCZ, 2022. T-Mobile Czech Republic a.s. - obchodní rejstřík, úplný výpis. In: *kurzy.cz* [online]. ©2000–2022 kurzy.cz, 1. června 2022 [cit. 2022-09-07]. Dostupné z: https://rejstrik-firem.kurzy.cz/rejstrik-firem/DO-64949681-t-mobile-czech-republic/

[11] KURZYCZ, 2022. Vodafone Czech Republic a.s. - obchodní rejstřík, úplný výpis. In: *kurzy.cz* [online]. ©2000–2022 kurzy.cz, 30. května 2022 [cit. 2022-09-07]. Dostupné z: https://rejstrik-firem.kurzy.cz/rejstrik-firem/DO-25788001-vodafone-czech-republic/

[12] MAŇAS, Miroslav. Teorie her a konflikty zájmů. Praha: Vysoká škola ekonomická, 2002. ISBN 80-245-0450-2.

[13] MAŇAS, Miroslav. Teorie her a optimální rozhodování. Praha: SNTL, 1974. ISBN 04-012-74.

[14] MANKIW, N. Gregory. Zásady ekonomie. Praha: Grada, 1999. Profesionál. ISBN 80-7169-891-1.

[15] MIKSA Martin, 2021. Nejlepší mobilní síť v Česku má T-Mobile. Ve kterém městě běží internet nejrychleji? In: *mobilmania.cz* [online]. © 2022 CZECH NEWS CENTER a.s., 20. října 2021 [cit. 2022-09-07]. Dostupné z: https://mobilmania.zive.cz/clanky/v-cesku-ma-nejrychlejsi-mobilni-sit-t-mobile-ve-kterem-meste-frci-internet-nejrychleji/sc-3-a-1353101/default.aspx

[16] O2, 2022. NEO Stříbrný. In: *o2.cz* [online]. © O2 Czech Republic a.s., b.r. [cit. 2022-09-07]. Dostupné z: https://www.o2.cz/osobni/volani/mobilni-tarify/neo-stribrny

[17] O2, b.r. O společnosti O2 Czech Republic a.s. *o2.cz* [online]. © O2 Czech Republic a.s. [cit. 2022-09-07]. Dostupné z: https://www.o2.cz/spolecnost/o-spolecnosti/

[18] RASMUSEN, Eric. Games and information: an introduction to game theory. 4th ed. Malden: Blackwell Publishing, 2007. ISBN 1-4051-3666-9.

[19] SMITH, Samuel Bruce, 2018. *Chance, strategy, and choice: An Introduction to the Mathematics of Games and Elections* [online]. Cambridge [cit. 2022-08-25]. ISBN 9781316026786. Dostupné z: https://doi.org/10.1017/CBO9781316026786

[20] STEHEL, Vojtěch. Využití teorie her při řízení podniku. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2019. Monografie (Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk). ISBN 978-80-7380-789-4.

[21] ŠÁMALOVÁ Michaela, 2022. Mobilní a virtuální operátoři v České republice: Podívejte se na přehled operátorů. In: *ušetřeno.cz* [online]. ©2010–2020 Ušetřeno.cz

s.r.o., 15. února 2022 [cit. 2022-09-07]. Dostupné z: https://odpovedi.usetreno.cz/support/solutions/articles/44002001414-mobiln%C3%AD-a-virtu%C3%A1ln%C3%AD-oper%C3%A1to%C5%99i-v-%C4%8Cesk%C3%A9-republice-pod%C3%ADvejte-se-na-p%C5%99ehled-oper%C3%A1tor%C5%AF

[22] T-MOBILE, ©2004-2022. Poznejte kariéru v T-Mobile. *t-kariera.cz* [online]. b.r.: T-Mobile [cit. 2022-09-07]. Dostupné z: https://www.t-kariera.cz/info/o-nas

[23] T-MOBILE, 2022. Neomezeně 5G XL. In: *eshop.t-mobile.cz* [online]. © 2022 T-Mobile a.s., b.r. [cit. 2022-09-07]. Dostupné z: https://eshop.t-mobile.cz/detail-tarifu3?poj=896

[24] VARIAN, Hal R. Mikroekonomie: moderní přístup. Praha: Victoria Publishing, 1995. ISBN 80-85865-25-4.

[25] VODAFONE, 2022. Neomezený Premium 5G. In: *vodafone.cz* [online]. © 2022 Vodafone Czech Republic a.s., b.r. [cit. 2022-09-07]. Dostupné z: https://www.vodafone.cz/tarify/red-neomezeny-premium-5g/