Teorie her

Teorie her je definována jako analýza matematických modelů konfliktu a spolupráce mezi inteligentními a racionálními subjekty. Teorie her tedy nabízí obecné matematické techniky využitelné pro analýzu situací, kdy dva a více jedinců činí rozhodnutí, která ovlivní blahobyt jiných jedinců.[1]

Teorii her lze také považovat za součást teorie rozhodování, zajímá se o chování jednotlivců v situacích, kdy jsou nuceni přijímat rozhodnutí při vědomí, že jejich konání se vzájemně ovlivňuje a kdy jsou nuceni brát při tomto rozhodování jednání druhých v potaz.

Je to právě tato interakce mezi účelně se chovajícími jednotlivci, která odlišuje **strategické rozhodování** od ostatních typů rozhodování. Velké množství obvyklých rozhodování je možno pojímat jako **hru.** Například kolektivní vyjednávání mezi piloty a aerolinkami o podobě kolektivní smlouvy, dvě lokální televizní stanice rozhodující se o ceně za minutu reklamního času v jejich TV, ...[2]

Vězňovo dilema

Jedním z nejznámějších příkladů teorie her je tzv. vězňovo dilema. Ačkoli – jak ostatně ukážeme v další části této kapitoly – není vězňovo dilema typickým příkladem situace, kterou je možno analyzovat prostřednictvím nástrojů teorie her, začneme právě jím.

Vězňovo dilema vychází z následující situace:[3]

Dva zloději Dale a Bob jsou policií chyceni na místě činu loupeže s důkazy, které nezpochybnitelně ukazují na jejich spoluúčast na loupeži. Policii však chybí přímý důkaz, že právě tihle dva lupiči jsou zároveň pachateli činu a ne pouzí překupníci lupu. Policie se rozhodne umístit oba muže do oddělených místností a oběma předloží následující nabídku: Pokud se lupič Dale k loupeži *přizná* a jeho partner Bob se k této loupeži nepřizná, je Dale volný a Bob bude odsouzen na maximální možnou výši trestu – 20 let vězení. V případě, že lupič Dale policii spolupráci odmítne a k loupeži se *nepřizná* a jeho partner Bob se naopak k loupeži přizná, je Dale odsouzen k 20ti letému trestu a Bob je propuštěn na svobodu. Pokud se *oba* lupiči k loupeži *přiznají*, policie již jejich další spolupráci nepotřebuje a tudíž jsou oba lupiči odsouzeni na základě prokázaného zločinu k 10ti letému trestu. Ačkoli to policie explicitně nevyjádřila, oba lupiči vědí, že v případě, kdy se *oba* ke svému zločinu *nepřiznají*, lze jim pouze dokázat spoluúčast na loupeži, za kterou jim hrozí jednoletý trest vězení. Celou nabídku Daleovi doplní policie informací o tom, že Bobovi byla učiněna stejná nabídka. Jelikož jsou oba lupiči drženi v oddělených místnostech, nemohou spolu komunikovat a musí se tedy rozhodovat nezávisle.

Celou situaci je možno popsat následující tabulkou:

Tabulka 1: Vězňovo dilema

		Lupič Bob	
		Nepřiznat se	*Přiznat se*
Lupič Dale	*Nepřiznat se*	1 rok; 1 rok	20 let; 0 let
	Přiznat se	0 let; 20 let	10 let; 10 let

[1] MYERSON, R.B. *Game Theory: Analysis of Conflict.*
[2] BIERMAN H. S., FERNANDEZ, L. *Game Theory with Econonomic Applications.*
[3] Vložit příklady, kde je vězňovo dilema, nejlíp to originální.

Jelikož teorie her vychází z existence dokonale racionálních, užitek maximalizujících jedinců, každý z lupičů se rozhodne s ohledem na maximalizaci vlastního užitku. Protože spolu lupiči nemohou komunikovat, musí se každý z nich snažit o maximalizaci vlastního užitku s přihlédnutím k tomu, co udělá druhý z lupičů. To je také základním atributem situací, které jsou analyzovány nástroji teorie her.

Nalézt řešení situace je možno několika způsoby. Jedním z nich je rozložení hry do sekvenční podoby. Například se vžijeme do kůže Boba. Ten ví, že Dale se mohl rozhodnout pouze dvěma způsoby – *přiznat se* a *nepřiznat se*. Na každé z rozhodnutí může Bob reagovat také pouze dvěma způsoby - *přiznat se* a *nepřiznat se*. Pokud se Dale *přizná*, a Bob také, dostane Bob 10 let, pokud se v této situaci Bob *nepřizná* dostane trest 20 let. V případě Daleova *přiznání* je tedy pro Boba lepší se *přiznat*. Pokud se Dale *nepřizná* a Bob také, dostane Bob 1 rok, pokud se však Bob v této situaci *přizná* dostane svobodu. I v případě Daleova *nepřiznání se* je pro Boba lepší se *přiznat*. Lze tedy říci, že **ať udělá Dale jakoukoli volbu pro Boba je vždy lepší *se přiznat*.** Jelikož je hra zadána symetricky (tedy pro oba lupiče platí stejné podmínky), musí nutně dojít ke stejnému závěru i Dale. Oba lupiči tedy budou volit strategii *přiznat se* a budou odsouzeni každý na 10 let.

Výsledkem je tedy zjevně neefektivní řešení, neboť oba lupiči by na tom byli lépe v případě, že by se nepřiznali a byli odsouzeni každý na 1 rok. Vězňovo dilema tedy ukazuje situaci, kdy maximalizace užitku jednotlivce nevede k maximalizaci celkového užitku. Ilustruje tedy situaci, kterou lze popsat termínem tržní selhání, nebo lépe selhání konceptu neviditelné ruky trhu.

Výše uvedenou hru použijeme také k zavedení základních pojmů teorie her.

Zainteresované subjekty (oba lupiči), které se v dané situaci – **hře** – rozhodují, se nazývají **hráči**. Hráči jsou považování za subjekty, které jsou: definice, vlastnosti – racionální, užitek maximalizující, dokonale informovaní, schopni ocenit výsledky, nalézt cestu k výsledkům, atd. Každý z hráčů (lupičů) disponuje několika možnostmi řešení situace - **strategiemi**, mezi kterými se rozhoduje. V případě naší hry má každý z hráčů dvě strategie *přiznat se* a *nepřiznat se*.

Každá ze strategií vede k výsledku, který pro jednotlivé hráče reprezentuje jejich **výplatu.** Výplatou je míněna změna v bohatství (zvýšení užitku) na konci hry, která závisí na kombinaci zvolených strategií jednotlivými hráči. V případě naší hry jsou jednotlivé výplaty udávány jako počet let strávených ve vězení.[4]

Seznam výplat pro danou kombinaci strategií jednotlivých hráčů je nazýván **výplatní vektor**. Například pro situaci, kdy se Dale přizná a Bob nepřizná je výplatním vektorem (0; 20).

V případě her dvou hráčů je obvyklé zachytit strategie a výplaty v podobě **výplatní matice (tabulky)**, kde každý ze sloupců reprezentuje strategii jednoho z hráčů a každá z řádek reprezentuje jednu strategii druhého z hráčů. Každá z buněk matice $T_{i,j}$ tedy označuje výplatní vektor přidružený k situaci, kdy hráč v řádce volí strategii i a řád ve sloupci volí strategii j. Obvyklou konvencí je zobrazovat v jednotlivých buňkách nejprve výplatu hráče v řádce a poté výplatu hráče ve sloupci. Výplatní matice je uvedena výše jako tabulka 1.

Jak jsme již uvedli k výsledku hry lze dojít několika způsoby. Pro hry, které lze zobrazit pomocí výplatní matice je možno postupovat tak, že pro hráče porovnáváme jen jeho výplaty, které odpovídají různým strategiím oponenta (oponentů). Například pro Dalea (hráč v řádce) porovnáváme mezi sebou vždy první hodnoty výplatních vektorů v jednotlivých řádcích. Tedy pro první sloupec tabulky (odpovídající strategii Boba *nepřiznat se*) porovnává Dale

[4] Na rozdíl od definice má v tomto případě výplata charakter spíše snížení bohatství nikoli jeho zvýšení.

pouze hodnotu 1 (řádek *Nepřiznat se*) s výplatou 0 (řádek *Přiznat se*). Dale tedy při Bobově strategii *nepřiznat se* volí strategii *přiznat se*, která je pro něj výhodnější. Obdobně pro strategii Boba *přiznat se* (druhý sloupec) Dale porovnává hodnoty 20 a 10 a volí strategii *přiznat se* (druhý řádek), která je pro něj výhodnější. Obdobně Bob (hráč v sloupci) porovnává druhé hodnoty výplatních vektorů v jednotlivých sloupcích.

Jiný způsob řešení hry je také využití postupné eliminace **dominovaných strategií**, tedy strategií, která racionální hráč nikdy nezvolí, neboť vždy přinášejí nižší užitek než jiná strategie bez ohledu na to co udělá oponent. Příklad využití postupné eliminace dominovaných strategií je uveden dále v kapitole. KDE

Jak jsme již zmínili, vězňovo dilema je poměrně netypickým příkladem hry. Ačkoli spolu oba subjekty nekomunikují (jedná se o tzv. nekooperativní hru) docházejí k jednoznačnému závěru jakou strategii zvolit bez ohledu na volbu strategie oponentem. V terminologii teorie her říkáme, že hráči mají **dominantní strategii**. V případě, že oba hráči mají svou dominantní strategii, má hra jednu rovnováhu, **rovnováhu dominantní strategie**.[5] V tomto případě, vede analýza situace pomocí nástrojů teorie her k jednoznačnému řešení – ve smyslu doporučení hráčům, kterou strategii zvolit. Takový jednoznačný závěr je však pro situace analyzované teorií her poměrně netypický, jak uvidíme v další části kapitoly.

Vězňovo dilema je poměrně oblíbeným příkladem, který ilustruje celou řadu situací, kdy jednotlivci ve snaze maximalizovat vlastní užitek jako celek ztrácejí a docházejí k rovnováze, která není efektivní v paretovském smyslu. Jelikož takováto situace nás odkazuje na mikroekonomický pojem „selhání trhu“, je racionální se ptát, zda je uvedené selhání možno nějakým způsobem řešit. Za jinak stejných okolností (zejména zachování nekooperace) je hru typu vězňovo dilema řešit pouze zásahem externího subjektu. Taková externí autorita poté může hráčům některé strategie „zakázat“ a dovést je k paretovsky efektivnímu řešení hry.

V případě klasického vězňova dilematu je takovou externí autoritou např. nadřízený oběma lupičům („kmotr“), který již před loupeží stanoví, že pokud budou lupiči přistiženi a bude odsouzen pouze jeden z lupičů, bude druhý (svobodný) lupič potrestán.

Příklad k procvičení

Dvě tabákové firmy uvažují o zahájení masivní reklamní kampaně na své produkty. V současné době mají firmy rozdělený trh v dané zemi napůl a příjmy ve výši 50 mil. Kč. Každá z firem ví, že v případě, že by nasadila reklamní kampaň jako jediná, byla by stoprocentně úspěšná – podařilo by se získat všechny zákazníky konkurenční firmy. Kampaň je však nutno připravit dlouho před jejím spuštěním a již jednou zahájenou kampaň nelze odvolat (bylo by to dražší než kampaň realizovat). Obě z firem vědí, že pokud nasadí reklamní kampaň současně s konkurencí (nebo ve velmi krátkém čase před či po ní), reklamní kampaň nebude úspěšná a firma nezíská žádné nové zákazníky. Vynaloží tak pouze náklady reklamní kampaně ve výši 25 miliónů Kč.

Rozhodněte, zda má firma 1 do tabákové reklamy investovat (pokuste se nalézt dominantní strategie následující hry).

Nashova rovnováha

Většina situací, ke kterým v běžných situacích dochází a které je možno analyzovat pomocí teorie her, však v sobě neobsahuje výše uvedené (předdefinované) jednoznačné řešení. Tedy i po analytickém rozboru nenacházíme strategii, která by byla vždy lepší bez ohledu na chování

[5] strictly dominant strategy equilibrium

oponenta. Optimální strategie každého z hráčů v tomto případě tedy závisí na hráčově předpokladu o strategii, kterou zvolí oponent.

Takovou situaci nám bude ilustrovat například následující příklad, obvykle označovaný jako souboj (bitva) pohlaví (Battle of sexes).[6]

Vychází ze situace, kdy dvojice – Oldřich a Božena – se chystají společně povečeřet. Dohodnou se, že Oldřich cestou z práce koupí víno a Božena hlavní jídlo. Oldřich může koupit bílé či červené víno, zatímco Božena se rozhoduje mezi hovězím steakem a kuřecím řízkem. Oba preferují červené víno k hovězímu a bílé víno ke kuřecímu masu. Jelikož se znají, tak vědí, že Oldřich by nejraději steak s červeným vínem, Božena by naopak dala přednost bílému vínu s kuřecím masem. V každém případě preferují jakoukoli z těchto kombinací před konzumací červeného vína ke kuřecímu masu či bílého vína k hovězímu (kromě kulinářských důvodů je k tomu vede i snaha po nalezení dohody). Pokud ohodnotíme jednotlivé možné výsledky na základě pořadí v preferencích jednotlivých hráčů, dostáváme následující výplatní matici:

Tabulka 2 Souboj pohlaví

		Božena	
		Kuřecí maso	*Hovězí steak*
Oldřich	*Bílé víno*	1; 2	0; 0
	Červené víno	0; 0	2; 1

Hledání ekvilibria se v tomto případě místo hledání výsledku, který je řešením hry (ve smyslu co hráči mají dělat), odvíjí od postupného vyloučení výsledků, které určitě nemohou být řešením hry.[7] Vyřazením některých výsledků v tomto smyslu nám zůstává jedno nebo několik možných řešení hry, která je možno dále diskutovat a hledat, které z nich nejpravděpodobněji nastane. Vycházíme z předpokladu, že hráč o strategiích oponenta uvažuje jako o pevně zvolených a pro každou takto pevně zvolenou strategii hledá svou **nejlepší odpověď**. V případě, že i oponent shledá svou strategii jako nejlepší odpověď na hráčovu strategii získáváme stabilní bod, který je nazýván **Nashovou rovnováhou**. Nashova rovnováha je proto definována jako výplatní vektor, kdy oba hráči volí tu strategii, která je pro ně nejlepší za předpokladu, že protihráč si pevně zvolil svou strategii. **Při Nashově rovnováze nemá žádný z hráčů důvod odchýlit se od své zvolené strategie, ani po odhalení volby strategie protihráče**.[8] Nashova rovnováha je však pouze předpokládaným (nebo nepravděpodobnějším) řešením hry. Jedná se o stav, ke kterému hráči pravděpodobně dospějí na základě racionální úvahy. Na rozdíl od rovnováhy dominantní strategie však není každá Nashova rovnováha předem daná (ve smyslu, že k ní hráči dospějí „ať udělá ten druhý cokoli“).[9]

Ve výše uvedené hře je volba výplatního vektoru (*červené víno; hovězí steak)* Nashovou rovnováhou. Jestliže se Oldřich rozhodl koupit červené víno, Boženin nákup hovězího steaku je její nejlepší odpovědí, neboť změnou strategie a nákupem kuřecího masa by se její výplata snížila z jedné na nulu (Božena tedy za daných okolností učinila maximum možného, ačkoli nedosáhla na svou nejvyšší míru užitku). Naopak Oldřichův nákup červeného vína v situaci, kdy Božena koupila hovězí steak, je také jeho nejlepší odpovědí. Oba hráči tedy v tomto bodě

[6] GIBBONS, R. *An Introduction to Aplicable Game Theory*.
[7] GIBBONS, R. *An Introduction to Aplicable Game Theory*.
[8] FRANK, R. H. *Mikroekonomie a chování*.
[9] Uvědomte si, že každá rovnováha hry s dominantní strategií je zároveň Nashovou rovnováhou. Lze tedy říci, že vězňovo dilema má jednu Nashovu rovnováhu.

nemají důvod měnit strategii a ocitají se tak v rovnováze. Stejným způsobem lze dospět i ke druhé Nashově rovnováze – vektoru *(bílé víno, kuřecí maso)*, která je tentokrát výhodnější pro Boženu. Ve výše uvedené hře tedy nalezneme hned dvě Nashovy rovnováhy v bodech shody obou partnerů.

Jak je z výše uvedeného vidět, velkým problémem Nashovy rovnováhy spočívá v tom, že se v dané hře se obvykle neobjevuje jediná, ale obvykle nalézáme hned několik rovnovážných bodů. V případě existence několika Nashových rovnovážných bodů je velmi obtížné rozhodnout, který z nich bude přijat jako „řešení“ dané hry (tedy který bude jejím nejpravděpodobnějším výsledkem). V tomto případě je nutno znát další informace o kontextu ve kterém daná hra probíhá, případně o způsobu komunikace mezi hráči a pod.[10] Stejně jako v případě vězňova dilematu je zjevné, že k nalezení Paretovsky efektivního řešení je ve většině případů nutný zásah externího subjektu.

Hra s více než dvěma strategiemi – řešení pomocí eliminace dominovaných strategií.

Jak jsme již uvedli výše, jednou z možností jak nalézt řešení hry je využít metody postupného vylučování tzv. **dominovaných strategií**. Dominovaná strategie, je taková, kterou daný hráč určitě nepřijme, neboť mu – ať udělá oponent cokoli - vždy přináší nižší výplatu než jiná strategie. Tento postup si naznačíme na následujícím příkladu, jehož výchozí situace je následující:[11]

Dvě rozhlasové stanice Rádio JEDNA a Rádio DVĚ se rozhodují o podobě svého převažujícího hudebního formátu. Obě rádia vybírají ze tří možných formátů – Pop-music (strategie *Pop*), taneční (*Dance*), a rockový (*Rock*). Vědí, že potenciální posluchači jsou rozděleni následovně *Pop* 50 %*, Dance* 30 %*, Rock* 20 %. Pokud zvolí obě rádia stejný hudební formát, rozdělí si posluchače daného formátu přesně napůl, pokud zvolí odlišný formát, získají procento posluchačů odpovídající tomuto formátu. Podíl posluchačů odpovídá i zisku rádia.

Tabulka 3 Výplatní matice výběru formátu rozhlasové stanice

		Radio DVĚ		
		Pop	*Dance*	*Rock*
Radio JEDNA	*Pop*	25; 25	50; 30	50; 20
	Dance	30; 50	15; 15	30; 20
	Rock	20; 50	20; 30	10; 10

Ve výše uvedeném příkladu je zjevně onou dominovanou strategií pro obě rozhlasové stanice zvolit *Rock*, neboť volba strategie *Pop* přináší (při jakékoli volbě druhého rádia) vyšší výplatu než tato strategie. Obě rozhlasové stanice tedy mohou tuto dominovanou strategii vyloučit ze svého uvažování a výplatní matice se redukuje na následující čtyři buňky:

Tabulka 4 Výplatní matice výběru formátu rozhlasové stanice po vyloučení dominovaných strategií

[10] Některá užívaná pravidla pro hry tohoto typu (koordinační hry) uvádí např. BIERMAN H. S., FERNANDEZ, L. *Game Theory with Econonomic Applications.*

[11] Dle MCCAIN, R. *Strategy and Conflict: An Introductory Sketch of Game Theory*. [on-line]. Dostupné z <http://william-king.www.drexel.edu/top/eco/game/game.html>

		Radio DVĚ	
		Pop	*Dance*
Radio JEDNA	*Pop*	25; 25	50; 30
	Dance	30; 50	15; 15

V této výplatní matici již není žádná strategie dominována, stejně jako zde nenalezneme pro žádného hráče dominantní strategii. Hra má však opět dvě Nashovy rovnováhy pro výplatní vektory (*Pop; Dance*) a (*Dance; Pop*). Obě rovnováhy znamenají stejný celkový výnos (je pokryto 80 % posluchačů) a obě jsou efektivní (hra nenabízí vyšší celkový výnos je 80). Existence dvou Nashových rovnováh však s sebou přináší významný problém: Který z těchto dvou rovnovážných bodů je pravděpodobnějším výsledkem hry (a tudíž kterou strategii mají obě rozhlasové stanice zvolit)? Obě stanice budou motivovány spíše zvolit strategii *Pop*, která přináší vyšší výplatu, ale v tomto momentu si rozdělí trh napůl a získají každá 25 %.
Stejně jako ve výše zmíněné hře tedy vzniká problém koordinace – jak mají obě stanice zkoordinovat své rozhodování, aby zamezily neefektivnímu výsledku v podobě rozdělení trhu napůl. Je zřejmé, že problém koordinace vyřeší jakákoliv drobná informace, která naznačí hráčům, který z rovnovážných bodů zvolit. Takovou informací může být historická zkušenost hráčů, sociální konvence, ale také již zmiňovaný zásah vnější autority.

Jestřábi a hrdličky

Zvláštním případem her jsou hry, které vycházejí ze zkušeností, které lze nalézt v přírodě při pozorování chování zvířat. Celá řada zvířat v průběhu svého života čelí celé řadě strategických situací, ve kterých se musí rozhodnout pro volbu konkrétní strategie. Sociobiologové s velkým úspěchem využívají nástroje teorie her pro analýzu těchto vzorců chování a pochopení jak zvířata „řeší“ tyto hry, ačkoli význam, který přikládají pojmům strategie, výplata a rovnováha se výrazně liší od zavedené terminologie. Tato část teorie her se nazývá **evoluční teorie her**. Vychází z předpokladu, že strategií je chování, které je zvířecímu jedinci dáno geneticky. V těchto situacích tedy geny jedněch jedinců soupeří (hrají hru) proti genům jiných jedinců. Předpokladem je, že ti jedinci, kteří v těchto situacích vyhrávají, mají sklony k rozšiřování své populace na úkor jedinců, kteří v těchto situacích prohrávají.

Jeden z nejtypičtějších příkladů evoluční teorie her je nazýván jestřábi a hrdličky. Předpokládáme populaci jedinců (ptáků), kteří je liší pouze v jediném ohledu – ve svém sklonu k využívání agresivního chování. Jedna skupina jedinců (**jestřábi**) má silný sklon k využívání agresivního chování a v případě nutnosti boje o potravu vyznávají strategii *vždy bojovat*. Druhá skupina jedinců (**hrdličky**) se naopak agresivnímu chování vyhýbá a v případě nutnosti boje o potravu zachovává strategii *nikdy nebojovat*.

Dalším předpokladem je, že jedinci zachovávají tuto strategii i v případě, že se potkají s jedincem stejného typu (tedy jestřáb s jestřábem, hrdlička s hrdličkou). Potká-li se jestřáb s jestřábem, tak oba jedinci (vyznávající strategii *vždy bojovat*) se spolu střetnou o potravu a po lítém boji vyjde jeden z nich vítězně a jeden jako poražený. V každém případě tento souboj oba jedince bude stát síly (náklady boje nebudou nulové). Naopak potkají-li se dvě hrdličky, budou i v tomto případě zachovávat strategii *nikdy nebojovat*, k žádnému boji o potravu nedojde a hrdličky si ji rozdělí napůl. Potká-li se jestřáb s hrdličkou (tedy agresivní a neagresivní jedinec), hrdlička se v souladu se svou strategií *nikdy nebojovat* boji vyhne a jestřáb bez boje vítězí. Je zjevné, že souboj o potravu s sebou nese náklady pouze v případě souboje dvou jestřábů, a to pro oba jestřáby stejně velké. Jelikož hra vychází z evoluční teorie her, předpokládáme, že se uvedené typy jedinců spolu potkávají opakovaně. Stejně tak předpokládáme, že pravděpodobnost vítězství konkrétního jestřába nad jiným jestřábem je 50 %, neboli jestřáb jeden ze soubojů vyhraje a další prohraje.

Náklady souboje znevýhodňují jestřáby proti hrdličkám a trochu oslabují prvotní předpoklad, že agresivní chování bude patrně výhodnější. Otázkou, kterou si v této situaci můžeme položit tedy je: ***Pokud by si jedinec při svém narození mohl vybrat, chtěl by se raději narodit jestřábem, či hrdličkou?***[12]

Abychom mohli tento příklad ilustrovat trochu konkrétněji, předpokládejme, že předmětem každého souboje je boj o potravu, jejíž objem vyjádříme 12 jednotek. Potká-li se jestřáb s hrdličkou, získává jestřáb (bez boje) 12 jednotek a hrdlička 0. Při setkání hrdličky s hrdličkou získává (opět bez boje) každá z hrdliček 6 jednotek. Při setkání jestřába s jestřábem dochází k souboji, který každého z jedinců bude stát 10 jednotek. Vítězný jestřáb tak z tohoto souboje získá 12-10=2 jednotky a poražený jedinec 0-10=-10 jednotek. Jelikož je pravděpodobnost vítězství jestřába stejná jako pravděpodobnost jeho porážky, lze předpokládat, že očekávaný (průměrný) zisk jestřába je roven $0,5 \cdot 2 + 0,5 \cdot (-10) = -4$.

Výchozí situací je populace rozdělená podle jednotlivých druhů přesně napůl, tedy setkání jestřába s jestřábem a jestřába s hrdličkou je stejně pravděpodobné. Celou situaci opět popíšeme výplatní maticí s průměrnými příjmy obou typů jedinců:

Tabulka 5 Výplatní matice hry „Jestřábi a hrdličky“

		Jednotlivec 2	
		Jestřáb	*Hrdlička*
Jednotlivec 1	*Jestřáb*	-4; -4	12; 0
	Hrdlička	0; 12	6; 6

Řešení této hry nalezneme pomocí výpočtu průměrného výnosu jednotlivého typu jedinců.

Příjem jestřábů se sestává z příjmu jestřába ze setkání s hrdličkou (jedna polovina případů) a příjmu jestřába ze setkání s jestřábem (druhá polovina případů). Tedy $P_j = 0,5 \cdot (-4) + 0,5 \cdot 12 = 4$.

Obdobně je příjem hrdliček $P_h = 0,5 \cdot 0 + 0,5 \cdot 6 = 3$.

Z výsledku je tedy patrné, že populaci jestřábů je možno považovat za vítěznou a bude (v souladu s předpoklady evoluční teorie her) její zastoupení v celkové populaci narůstat. Naopak populace hrdliček se bude oproti jestřábům relativně zmenšovat. Za daných okolností je tedy výhodnější být jestřábem, neboli v tomto případě je výhodnější strategie ***vždy bojovat***.

S rostoucí populací jestřábů však také bude růst pravděpodobnost vzájemných soubojů jestřába s jestřábem, které s sebou nesou náklady a zvýhodňují hrdličky. Další otázkou tedy je, zda je strategie *vždy bojovat* strategií dominantní. ***Neboli, bude výhodnější být jestřábem za všech okolností?*** Hledáme tedy rozdělení populace, kdy se příjmy obou typů jedinců srovnají. Pokud takový bod neexistuje, je zjevné, že být jestřábem je dominantní strategií této hry.

Musí tedy platit rovnost $P_j = P_h$. Označíme x procentní zastoupení jestřábů v populaci a 1-x procentní zastoupení hrdliček. Pak dostáváme

$$x \cdot (-4) + (1-x) \cdot 12 \quad = \quad x \cdot 0 + (1-x) \cdot 6$$

[12] Jinými slovy, v intencích terminologie teorie her: Kterou z obou strategií (*bojovat, nebojovat*) má jedinec v této hře zvolit?

x = 0,6

Rovnováha mezi oběma typy jedinců tedy nastává tehdy, kdy je v populaci zastoupeno 60 % jestřábů a 40 % hrdliček. Strategie *bojovat* tedy není dominantní. Rozhodnutí o daném typu jednání může jedinec udělat jen tehdy, zná-li rozložení typů jednání mezi ostatními jedinci. Začínáme-li v rozdělení 50:50 je výhodnější být jestřábem a tudíž jejich populace bude narůstat až do rozdělení 60:40 ve prospěch jestřábů. Potom již pro žádnou hrdličku nebude výhodné být jestřábem, neboť v ten moment by jestřábů bylo více než 60 % a za těchto okolností je výhodnější být hrdličkou (Ověřte!) Stejně tak pro žádného z jestřábů nebude výhodnější se stát hrdličkou, neboť poté populace hrdliček stoupne nad 40 % a bude výhodnější být jestřábem. rozložení **60:40 je** tedy zjevně **Nashovou rovnováhou této hry**, neboť žádný z jedinců si změnou své strategie již nemůže polepšit.

Výše uvedený příklad o jestřábech a hrdličkách je pochopitelně (stejně jako celá řada jiných evolučních her) možno také brát jako podobenství některých typů lidského chování. To, že agresivní jednání není dominantní strategií této hry naznačuje důvody, proč (mimo jiné) v lidské společnosti mají své místo i jedinci s jinými preferencemi než je maximalizace než individuálního užitku (např. lidé altruističtí).

Závěr

Tradiční pojímání světa a ekonomických vztahů pohledem **neoklasické ekonomické teorie** (nebo tzv. ekonomie hlavního proudu) s sebou přináší celou řadu výhod. Neoklasické vnímání světa vychází z představy dokonale racionálních jedinců, kteří se v každé situaci snaží maximalizovat svůj užitek na základě podmínek, kterým čelí. Neoklasický přístup jednak výrazně snižuje okruh možných výsledků – absolutně racionální jednání je mnohem lépe předvídatelnější než iracionální jednání. Stejně tak tento přístup nabízí jednoznačné kritérium hodnocení ekonomického systému – pokud systém vede ke snížení užitku některým jedincům bez jeho adekvátního (či vyššího) zvýšení jiným subjektům, není něco v pořádku. Nevýhodou neoklasického přístupu je, že takto lze velmi dobře popsat pouze situace, kdy jedinec čelí poměrně specifickým institucím, či podmínkám. Existence dobře vymezených a vynutitelných vlastnických práv, peněžní ekonomiky a zejména dokonale konkurenčního prostředí vede k tomu, že jedinec při maximalizaci svého užitku nemusí žádným způsobem posuzovat (brát v potaz) interakce s jinými subjekty. Zajímá ho pouze vlastní situace a situace na trhu. Všude tam, kde jsou tyto poměrně přísné podmínky narušeny (omezená konkurence, nedostatečně vymezená vlastnická práva) je neoklasický přístup nepoužitelný. Teorii se nikdy nepodařilo pokrýt tato témata pokrýt alternativní (rozšířenou) teorií.[13]

Teorie her se zrodila zejména za účelem pokrýt tyto situace, kdy spolu jedinci jednají přímo, nikoli „prostřednictvím trhu“. Je využitelná pro mnohem komplexnější a – do jisté míry i realističtější – interakce mezi jedinci a subjekty. S neoklasickou ekonomií ji spojuje podmínka racionality. V případě teorie her však hovoříme o tzv. rozšířené racionalitě, podle níž do funkce jednotlivce vstupují další proměnné – ohled na užitek bližních. Tento směr umožňuje rozlišení různých forem skutečného i předstíraného altruismu.[14] Osobní volba jednotlivce je volbou strategie a jeho přínos závisí na strategiích zvolených oponenty.

Výše uvedený přehled základních pojmů a principů teorie her je pochopitelně nutno brát jako poměrně zjednodušenou ilustraci témat, kterým se teorie her věnuje. Z důvodu (zejména

[13] MCCAIN, R. *Strategy and Conflict: An Introductory Sketch of Game Theory.* [on-line]. Dostupné z <http://william-king.www.drexel.edu/top/eco/game/game.html>.

[14] MLČOCH, L. Etika ekonomie. Vystoupení na semináři „Eticko-psychologické problémy soudobé společnosti.“

matematické) náročnosti pokročilejších typů her, jsme se omezili pouze na nejjednodušší – **nekooperativní statické hry**. Je zjevné, že pokud bychom výše uvedené situace zreálněli (například zahrnutím možnosti komunikace, opakování hry) byla by řešení těchto her poněkud odlišná. V principu však vždy zůstává základní vyznění stejné – na rozdíl od neoklasické ekonomie, nabízí teorie her obrovskou sadu možností, jak popsat situace, kterým jedinec čelí – ať už přímo „na trhu" nebo při běžných životních situacích. Její „nevýhodou" oproti používanému přístupu však je, že obvykle nenabízí jednoznačné řešení (jak jsem zvyklí z matematicky čisté neoklasické ekonomie), ale pouze ukazuje na nejpravděpodobnější vyústění této „hry".

Ve výše uvedených příkladech jsme také chtěli ilustrovat to, co mají všechny tyto hry společné. Ukazují, že většina běžných situací a ekonomických vztahů v sobě implicitně obsahuje požadavek na existenci externí autority, jejímž prostřednictvím lze zajistit nalezení „efektivního řešení" těchto situací. Budou-li oba vězni, dvojice vybírající menu večeře či dvě rádia vybírající hudební formát čelit podmínkám, kdy bude existovat nezávislá autorita, která bude moci „napravovat" jejich případná selhání, povedou všechny situace k efektivním výsledkům a celkový užitek bude maximalizován. V případě, kdy taková autorita neexistuje, existuje velká možnost „selhání trhu", tedy stavu, kdy jednotlivci maximalizují svůj užitek, ale není maximalizován užitek společný.[15]

Literatura:

- BIERMAN, H. S., FERNANDEZ, L. *Game Theory with Econonomic Applications*
- FRANK, R. H. *Mikroekonomie a chování.*
- GIBBONS, R. *An Introduction to Applicable Game Theory. The Journal of Economic Perspectives*, Vol. 11, No. 1. (Winter, 1997), pp. 127-149. Dostupné on-line (JSTOR-jen z počítačů MU) z < http://www.jstor.org/view/08953309/di980590/98p0343i/0>.
  Battle of sexes na str.131
- HILLMAN, A. L. *Public Finance and Public Policy.1st ed.* Cambridge: Cambridge University Press, 2003. 766 s. ISBN 0521001145
- MCCAIN, R. *Strategy and Conflict: An Introductory Sketch of Game Theory*. [on-line]. Dostupné z <http://william-king.www.drexel.edu/top/eco/game/game.html>.
- MLČOCH, L. Etika ekonomie. Vystoupení na semináři „Eticko-psychologické problémy soudobé společnosti."
- MYERSON, R.B. *Game Theory: Analysis of Conflict.*
- LEVINE, David K. *What is Game Theory?* [on-line]. Dostupné z <http://levine.sscnet.ucla.edu/general/whatis.htm>. Department of Economics, UCLA.
- PRESTWICH Kenneth N. *Game Theory Website*. Dostupné z <http://www.holycross.edu/departments/biology/kprestwi/behavior/ESS/ESS_introModels.html#game>
- ROBINSON, D. *The Revolutionary Nature of the Theory of Games*. Dostupné z <http://www.economics.laurentian.ca/Strategic_Think.27/Modules/Course_Schedule.98/revolutionary_nature_of_the_theo.htm>.
- *The Prisoner's Dilemma: An introduction to the Most Famous Game.* on-line]. Dostupné z < http://www.economics.laurentian.ca/Strategic_Think.27/Modules/Course_Schedule.98/Prisoner%27s%20Dilemma/PDintroduction.htm>.
- HELFRICH, S. *The Prisoner's Dilemma.* [on-line]. Dostupné z <http://www.xs4all.nl/~helfrich/prisoner/>.
- SAMUELSON, Paul A., NORDHAUS , William D. *Ekonomie*. 2. vyd.. Praha : Svoboda, 1995. 1011 s. ISBN 80-205-0494-X (kap 25, str.629-633)
- FRANK , Robert H., BERNANKE, Ben S. *Ekonomie.* 1. vyd.. Praha : Grada, 2003. 803 s. ISBN 80-247-0471-4 (kap10, str. 254-267, kap. 14, str. 525-530)

[15] Podrobnější rozbor této otázky naleznete např. v HILLMAN, A. L. *Public Finance and Public Policy.*

- MANKIW, N. G.. *Ekonomie.* 1. vyd.. Praha : Grada, 1999. 763 s. ISBN 80-7169-891-1 (kap. 16, str. 349-357)
- ROBINSON, David *The Hawk-Dove Game: A model of population equilibrium*. [on-line]. Dostupné z < http://www.economics.laurentian.ca/Strategic_Think.27/Modules/Course_Schedule.98/evolutionary%20games/hawk_dove_model.htm>. (Jestřábi a hrdličky)