

edice aliter

Ken **Binmore**

Teorie her

... a jak může změnit váš život



DOKOŘÁN



edice aliter – svazek 59

Ken **Binmore**

Teorie her

... a jak může změnit váš život

Přeložil Ondrej Majer

Nakladatelství Dokořán a Argo

Ken Binmore

Teorie her

... a jak může změnit váš život

Copyright © Ken Binmore 2007

Game Theory: A Very Short Introduction, First Edition was originally published in English in 2007. This translation is published by arrangement with Oxford University Press.

Translation © Ondrej Majer, 2014

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této publikace nesmí být rozmnožována a rozšiřována jakýmkoli způsobem bez předchozího písemného svolení nakladatele.

Druhé vydání v českém jazyce (první elektronické).

Z anglického originálu *Game Theory: A Very Short Introduction* přeložil Ondrej Majer.

Odpovědný redaktor Zdeněk Kárník.

Jazyková korektura Klára Soukupová.

Obálka a sazba Tomáš Zeman.

Konverze do elektronické verze Michal Puhač.

Vydalo v roce 2025 nakladatelství Dokořán, s. r. o.,

Holečkova 9, Praha 5,

dokoran@dokoran.cz, www.dokoran.cz,

jako svou 1 343. publikaci (472. elektronická).

ISBN 978-80-7675-253-5

Peterovi a Nině.

Obsah

1. Jméno hry	9
2. Náhoda	35
3. Čas	51
4. Konvence	75
5. Reciprocita	93
6. Informace	113
7. Aukce	131
8. Evoluční biologie	151
9. Vyjednávání a koalice	177
10. Hádanky a paradoxy	199
Literatura	219
Seznam ilustrací	225
Rejstřík	227

Jméno hry

O čem je teorie her?

Jednou, když jsem byl se svou ženou na malé konferenci v Toskánsku a ona někam na den odjela, mě tři mladé ženy pozvaly, abych se s nimi naobědval. Když jsem se posadil, jedna z nich mě svůdným hlasem vyzvala: „Nauč nás hře lásky.“ Ukázalo se ale, že chtěly jenom poradit, jak se vypořádat se svými italskými partnery. Pořád si myslím, že udělaly chybu, když odmítly moje strategické rady, ale měly pravdu v tom, že považovaly namlouvání za jednu z mnoha her, které v životě hrajeme.

Řidiči, kteří se pohybují v hustém provozu, hrají hru Na řízení. Lovci výhodných nákupů, kteří se účastní dražeb na eBay, hrají hru Na aukci. Když firma a odbory jednájí o mzdách na další rok, hrají vyjednávací hru. Když protikandidáti vytvářejí volební programy, hrají politickou hru. Když majitel supermarketu rozhoduje o ceně kukuřičných lupínků, hraje ekonomickou hru. Lidé zkrátka hrají nějakou hru pokaždé, když jsou ve vzájemném kontaktu.

Antonius a Kleopatra hráli hru Na námluvy ve velkém. Bill Gates se stal nesmírně bohatým díky tomu, že hrál hru s počítačovým softwarem. Adolf Hitler a Josif Stalin hráli hru, která měla na svědomí životy velké části lidstva. Chruščov a Kennedy hráli během Karibské krize hru, která nás málem všechny stála život.

Při takovém množství možných uplatnění by byla teorie her, pokud by dokázala předpovědět lidské chování ve všech hrách, které jsou součástí společenského života,

univerzálním prostředkem popisu lidského chování, či dokonce návodem k řešení libovolné situace. Teorie her ale nedokáže vyřešit všechny problémy světa, protože funguje, jenom pokud všichni hráči hrají *racionálně*. Proto neumí předpovědět chování poblázněných dospívajících milenců, jako byli Romeo a Julie, nebo šílenců jako Hitler a Stalin. Lidé se ale často racionálně chovají, takže studovat, co se stane, když jednájí s rozmyslem, není zbytečné. Většina z nás se alespoň snaží rozumně hospodařit s penězi – a většinou to zvládáme poměrně dobře, protože jinak by byly všechny ekonomické teorie k ničemu.

I když lidé jednájí bez předchozího uvážení, neznamená to nutně, že se chovají iracionálně. Teorie her dosáhla významných úspěchů i při předpovědi jednání pavouků a ryb, kteří uvažování nejsou vůbec schopni. I nemyslící zvířata se zdánlivě chovají racionálně, protože jejich konkurenti, kteří byli geneticky předurčení k iracionálnímu chování, už vymřeli. Ředitelé komerčních firem také nepatří vždycky mezi výkvět inteligence, ale přece jen to s nimi nemůže být až tak zlé – vždyť trh obvykle vyřazuje ty nejslabší stejně nemilosrdně jako příroda.

Funguje teorie her?

Pragmatičtí manažeři dříve často považovali teorii her, navzdory jejím teoretickým úspěchům, jen za další zbytečnou společenskou vědu. Víceméně ze dne na den ale změnilí názor, když se americká vláda rozhodla vydražit frekvence pro mobilní sítě.

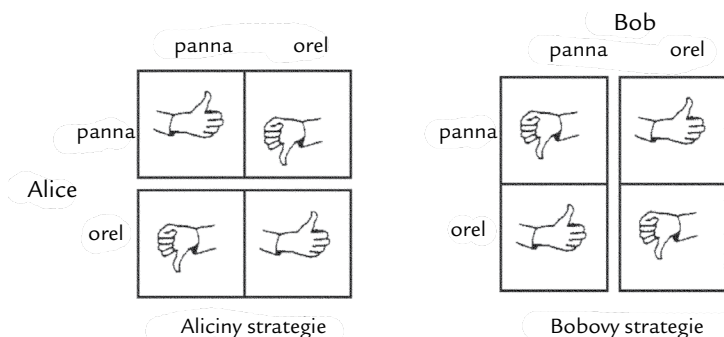
Protože dražba frekvencí představovala nový problém, kterým se doposud žádní uznávaní odborníci nezabývali, rozhodující vliv na podobu pravidel aukce měli právě specialisté na teorii her. Ve výsledku američtí daňoví poplatníci získali 20 miliard dolarů – tato částka přitom byla více než dvojnásobkem původního odhadu ceny za prodej příslušných licencí. Ještě výnosnější byla pozdější aukce v Británii, na níž jsem se podílel i já – na jediné aukci veřejnost získala celkem 35 miliard dolarů. Týdeník *Newsweek* pak o mně psal jako o nemilosrdném ekonomovi se zálibou v pokeru, který zničil telekomunikační průmysl.

Ukázalo se však, že telekomunikační průmysl na tom tak špatně nebyl. A donutit boháče z telekomunikačních firem, aby za licence zaplatili jejich skutečnou cenu, rozhodně nepovažuji za nemilosrdné – tím spíš, když se získané peníze použijí na lékařskou péči pro lidi bez zdravotního pojištění. Poker o peníze jsem nehrál už přes dvacet let. *Newsweek* měl pravdu pouze v tom, že teorie her skutečně funguje, když ji aplikuje někdo, kdo jí rozumí. Funguje nejen v ekonomii, ale i v evoluční biologii a politologii. Svou knihou *Natural Justice* jsem dokonce pobouřil zastánce konzervativní morální filozofie, protože jsem v ní použil teorii her v diskusi o etických problémech.

Modelové hry

Každá aukce frekvencí, v níž jde o velké peníze, by se měla přizpůsobit konkrétní situaci. Jednoduše použít již existující model, jako to udělala americká vláda, když zadala dražbu několika satelitních transpondérů aukční síni Sotheby's, rozhodně není ideálním řešením. Stejně tak ale nelze pomocí matematického modelu zachytit všechny detaily nového telekomunikačního trhu. Návrh aukce frekvencí je proto vědou i uměním zároveň. Jednoduché modely je nutné rozšířit tak, aby zachycovaly předpokládané základní strategické rysy daného problému.

V této knize se snažím o něco podobného, takže se tu neobjevují žádné výpočty a jenom minimum odborných termínů. Zabývám se jen modelovými hrami a vynechávám přitom všechny podrobnosti, které komplikují hry odehrávající se ve skutečném životě. Myslím si, že i tak jsou ale jednoduché hry pro většinu lidí zajímavým tématem.



Obr. 1: Rozhodovací problém Alice a Boba ve hře Panna-orel.

	panna	orel		vlevo	vpravo	
panna				vlevo		
						
orel				vpravo		
						
	Panna-orel			hra Na řízení		

Obr. 2: Tabulka výplat. Alice si vybírá řádek a Bob sloupec.

Konflikt a spolupráce

Ve většině her v této knize se objevují jen dva hráči – Alice a Bob. Jako první si zahrají hru zvanou Panna–orel.

Sherlock Holmes a ďábelský profesor Moriarty sehráli tuto hru na cestě k Reichenbašským vodopádům, kde se naposled utkali. Holmes se musel rozhodnout, na jaké stanici vystoupí z vlaku, a Moriarty byl postaven před volbu, na jaké stanici si na Holmese počkat. Podobnou hru spolu hrají nepoctiví účetní a auditoři: jedni se rozmýšlejí, kdy budou podvádět, a druzí se rozhodují, kdy provedou audit.

V naší modelové variantě si Alice a Bob navzájem ukážou své mince. Pokud jsou obě stejnou stranou navrch, vyhrává Alice, v opačném případě vítězí Bob. Alice i Bob mají k dispozici dvě různé strategie – *panna* a *orel*. Na obrázku 1 jsou znázorněny výhry a prohry pro všechny možné kombinace těchto strategií. Tyto výsledky představují *výplaty* hráčů ve hře. Abych ukázal, že výplaty se nemusí nutně odehrávat v penězích, použil jsem zde symboly palce nahoru a dolů.

Na obrázku 2 jsou data z obrázku 1 uspořádána do tabulky výplat – Alicina výplata je vždy v levém dolním rohu a Bobova v pravém horním rohu. Druhá tabulka ukazuje výsledky hry Na řízení, jejíž verzi pro dva hráče hrajeme každý den cestou do práce (jde o to, po které straně silnice pojedeme). Alice a Bob mají opět k dispozici dvě čisté strategie, *napravo* a *nalevo*, ale jejich výplaty jsou teď v dané situaci vždy shodné, přesně naopak než v předchozí hře. Buď oba vyhrájí, nebo oba prohrají. Když někdo mluví o situaci, kde může vyhrát každý, má na mysli něco jako hru Na řízení.

Von Neumann

Prvním výsledkem teorie her byl teorém o minimaxu Johna von Neumanna. Vztahuje se pouze na hry jako Panna-orel, u kterých předpokládáme, že hráči mají opačné zájmy. Dodnes se občas objevují pohrdavé komentáře k teorii her, které zesměšňují von Neumanna jako typického jestřába studené války a předlohu pro postavu doktora Divnolásky ze slavného Kubrickova filmu. Tito kritici tvrdí, že aplikovat teorii her ve skutečném světě by mohlo napadnout jenom vyšinutého armádního stratéga, protože nikdo jiný než šílenec nebo robot nevidí svět jako hru čistého konfliktu.

Von Neumann byl ovšem všestranný génius a teorii her vynalezl jen mimochodem. Je pravda, že během studené války zastával pozici jestřába, ale šlo o nadaného člověka s citlivou duší, který se rád dobře bavil – rozhodně to nebyl žádný šílený robot. Jako každý rozumný člověk, i von Neumann dával přednost spolupráci před konfliktem. Uvědomoval si však, že občas je výhodnější chovat se agresivně, a tuto možnost nesmíme opomíjet, ani pokud chceme dosáhnout spolupráce.

Spolupráce a konflikt jsou dvě strany téže mince, a pokud chceme porozumět jedné, musíme brát v úvahu i tu druhou. Když se zabýváme hrou odpovídající čistému konfliktu, jakou je například Panna–orel, netvrdíme tím, že lidský život je nekonečný boj. Stejně tak z analýzy hry Na řízení a jí podobných nemůže vyplynout, že život je plný vzájemné spolupráce. Pouze tím odlišujeme dva různé aspekty lidského chování, abychom je mohli zkoumat každý zvlášť.

Odhalené preference

Zabýváme-li se zároveň konfliktem i spoluprací, musíme přesně vystihnout motivace jednotlivých hráčů – nestačí prostě říct, že rádi vyhrávají a neradi prohrávají. Za tímto účelem přišli ekonomové s ideou *užitku*, která umožňuje přiřadit pro každého hráče každému možnému výsledku hry číselnou hodnotu; umožňuje nám to poměřovat různé výhry i prohry.

Ve světě podnikání jde většinou na prvním místě o zisk, ale ekonomové vědí, že lidé často mívají složitější cíle než jen vydělat co nejvíc peněz. Proto užitek nemůžeme zaměnit za peníze. Mohli bychom se poněkud naivně pokusit nahradit v našich úvahách peníze štěstím, ale co je to vlastně štěstí? Jak bychom ho změřili? Chceme-li užitek vyčíslit, byl by nám takový přístup k ničemu. Slovo „užitek“ je dnes sice spojováno s viktoriánskými utilitaristy, jako byli Jeremy Bentham a John Stuart Mill, ale moderní ekonomové ho nechápou jako měřítko potěšení či utrpení, které člověk pociťuje. Současná teorie her zcela upouští od snahy vysvětlit myšlenkové pochody, které řídí lidské chování. Zakládá si naopak na tom, že se obejde bez jakýchkoli psychologických předpokladů.

Nesnažíme se objasnit, *proč* se Alice a Bob chovají tak, jak se chovají. Spokojíme se s deskriptivní teorií, která může nanejvýš říct, že se Alice nebo Bob chovají nekonzistentně, jestliže v minulosti udělali něco, ale v budoucnu v obdobné situaci udělají něco jiného. Cílem teorie her je prostě pozorovat, podle jakých pravidel se Alice a Bob rozhodují, a na tomto základě udělat prognózu, jak budou jednat při budoucí vzájemné interakci.

Netvrdíme tedy, že některé preference jsou racionálnější než jiné. Po vzoru velkého filozofa Davida Humea chápeme rozum jako pouhého „otroka vášní“: Hume jednou poznamenal, že by nebylo nic *iracionálního* na tom, kdyby dal přednost zkáze celého vesmíru před poraněním svého prstu. Pro nás není rozum nic víc než nástroj, s jehož pomocí se vyhýbáme nekonzistentnímu chování (tedy snažíme se dosahovat svých cílů, ať už jsou jakékoliv). Veškeré konzistentní chování je tedy automaticky racionální.

S pomocí několika málo předpokladů můžeme dokázat, že konzistentní chování znamená totéž jako snažit se maximalizovat hodnotu *něčeho*. Ať už je v určitém kontextu toto abstraktní *něco* čímkoliv, ekonomové tomu říkají užitek. Užitek nemusí být totéž jako peníze, ale většinou tomu tak (bohužel) je.

Riziko

I když Alice jedná konzistentně, nemusí si přitom sama uvědomovat, že se chová, jako by se snažila dosáhnout co největšího užitku. Pokud ale chceme její chování předpovídat, musíme najít způsob, jak její užitek změřit na nějaké stupnici, podobně jako měříme teplotu na teploměru. Tak jako jednotkám teploty říkáme stupně, míra užitku se vyjadřuje v jednotkách, kterým budeme říkat prostě *užitky*.

Tradiční ekonomové pokládali myšlenku takovéto kardinální stupnice užitku za nesmyslnou. Von Neumann to ale naštěstí nevěděl, když si k němu jednoho dne ekonom Oskar Morgenstern přišel postěžovat, že do jejich společné knihy o teorii her nemají solidní základ pro numerické vyjádření výplat. Von Neumann proto jednoduše na místě vymyslel metodu, s jejíž pomocí můžeme určit, jak

moc Alice něco chce, a to na základě toho, kolik je pro to ochotna riskovat. Následně můžeme i zjistit, jaká rozhodnutí bude Alice dělat v riskantních situacích – stačí najít možnost, která jí v průměru přinese největší užitek.

S pomocí von Neumannovy metody pak můžeme snadno přiřadit patřičnou míru užitku čemukoli, co by Alici mohlo potkat. Kolika užitekům například pro Alici odpovídá rande s Bobem?

V rámci teorie her je řešení i zdánlivě tak neuchopitelné otázky docela prosté. Nejdříve se musíme rozhodnout, jakou použijeme stupnici užitku. Potřebujeme k tomu najít dva výsledky, z nichž jeden je horší a druhý lepší než cokoliv jiného, co se Alici může přihodit. Tyto výsledky budou odpovídat bodům tání a varu vody, které jsou na teploměru krajními body stupnice od 0 do 100; nejhoršímu výsledku tedy přiřadíme 0 užiteků a nejlepšímu 100 užiteků. Dále si představme hromadu losů do loterie (losy jsou zadarmo), ve které lze vyhrát buď nejhorší, nebo nejlepší výsledek.

Nyní Alici postupně nabízíme losy, u kterých je pravděpodobnost výhry nejlepšího výsledku větší a větší, a necháváme jí vždy vybrat mezi losem a rande s Bobem. Alice přestane po určité době říkat *ne* a začne říkat *ano*. Pokud si vybere los ve chvíli, kdy je šance na výhru 75 %, podle von Neumannovy teorie to znamená, že rande s Bobem pro ni má cenu 75 užiteků. Každé procento šance na výhru tedy pro Alici odpovídá jednomu užitku.

Při stanovování hodnoty určité peněžité částky pomocí této metody přiřazují někteří jedinci každému dolaru navíc stejný počet užiteků. O takových jedincích budeme říkat, že mají neutrální vztah k riziku. O těch, kteří každému dolaru navíc přiřazují méně užiteků než tomu předchozímu („hlavně mít první milion v kapse, na druhém už

mi tolik nesejde“), říkáme, že mají záporný vztah (averzi) k riziku. Opět je třeba dodat, že vůbec nezkoumáme, který z obou přístupů je „lepší“ – v rámci teorie her je jakékoli konzistentní chování racionální. Tuto skutečnost hezky ilustruje další varianta hry mezi Bobem a Alicí.

Pojištění

Alice zvažuje, že si svou vilu v Beverly Hills nechá od Boba pojistit proti požáru. Pokud odmítne Bobovu nabídku, sází tím vlastně do loterie se dvěma možnými výsledky: v případě, že její dům neshoří, zůstane jí dům i částka, kterou by zaplatila za pojistné, ale pokud shoří, zůstane jí jenom pojistné. Pokud naopak Bobovu nabídku přijme, má jistotu, že jí v každém případě zůstane hodnota domu snížená o cenu pojistného. Tyto dvě možnosti musí Alice porovnat.

Jestliže je pro Boba racionální nabídnout Alici pojištění a pro Alici je racionální si ho pořídit, musí si Bob myslet, že pro Alici je nejvýhodnějším jednáním riskovat požár, zatímco ona si musí myslet pravý opak. Existence pojišťoven tedy dokazuje nejen to, že hazard může být racionální (za předpokladu, že veškerá rizika jsou předem vypočítána), ale i to, že každý racionální člověk může mít k riziku jiný vztah. V pojišťovnictví platí, že pojistitelé mají téměř neutrální vztah k riziku, zatímco pojištěnci mají k riziku vztah více či méně záporný.

Ekonomové považují míru vztahu k riziku za čistě osobní záležitost. Stejně jako může mít například Alice radši čokoládovou zmrzlinu než vanilkovou, může či nemusí chtít utratit 1 000 dolarů za pojištění domu... Někteří ekonomové, jako například John Rawls, tvrdí, že mít záporný vztah k riziku je *racionální*. Obhajují tak své oblíbené alternativy k maximalizaci průměrného užitku.

Neuvědomují si přitom však, že von Neumannova metoda pro posuzování užitku jednotlivých výsledků už počítá s postoji hráčů k riziku – to znamená, že ochota Alice riskovat vyhoření svého domu je už zahrnuta do počtu užitků, který mu Alice přiřkládá.

Ekonomové také často dělají chybu v tom, že spojují záporný vztah k riziku s odporem k hazardním hrám. Je to ale jinak, odpor sám o sobě zde nemá co dělat. Von Neumannova teorie dává smysl pouze tehdy, když mají všichni hráči k hazardu neutrální postoj. Stejně jako evangelický farář, který má pojištěný dům, racionální hráči hazardují, jediné když si myslí, že je to pro ně výhodné – ne proto, že by je hazardování bavilo. V tomto smyslu se od gamblersů opravdu odlišují.

	panna	orel			vlevo	vpravo
panna	-1	+1			+1	-1
	+1	-1			+1	-1
orel	+1	-1			-1	+1
	-1	+1			-1	+1
			Panna-orel			hra Na řízení

Obr. 3: Vyčíslení výplat.

Život není hra s nulovým součtem

Podobně jako u měření teploty si i na Alicině stupnici užitku můžeme nulový bod zvolit kdekoliv a totéž platí pro velikost jednoho dílu – stupně. Mohli jsme například nejhoršímu výsledku přiřadit 32 užitků a nejlepšímu 212 užitků. Hodnotu schůzky s Bobem na této

nové stupnici potom najdeme stejným způsobem, jakým převádíme stupně Celsia na stupně Fahrenheita. Pokud byla hodnota rande na původní stupnici 75 užiteků, nyní to bude 167 užiteků.

Dosud jsme mluvili pouze o modelových hrách, které můžou skončit pro Alici a Boba buď výhrou, nebo prohrou. Těmto dvěma výsledkům můžeme přiřadit libovolný počet užiteků, jedinou podmínkou je, že na výhru musí připadat víc užiteků než na prohru. Pokud přiřadíme výhře jeden užitek a prohře minus jeden užitek, dostaneme tabulku výplat na obrázku 3.

V každém políčku tabulky, která popisuje hru Panna–orel, je součet výplat rovný nule. Každou hru čistého konfliktu můžeme zapsat tak, aby toto pravidlo platilo – těmto hrám se proto říká *hry s nulovým součtem*. Když se říká, že život není hra s nulovým součtem, nemá to nic společného s celkovým množstvím veškerého štěstí na světě. Myslí se tím, že většina her, které v běžném životě hrajeme, nejsou hry čistého konfliktu.

Nashova rovnováha

Film z padesátých let *Rebel bez příčiny* se občas objevuje v kinech i dnes, a to hlavně díky nezapomenutelnému Jamesi Deanovi, který v něm ztvárnil hlavní roli přitažlivého mladého rebela. Scéna, ve které soupeří s jiným mladíkem o to, kdo se odváží přijet blíž k okraji prudkého útesu, inspirovala vznik hry Na sraba. Bertrand Russell použil tuto epizodu jako metaforu celé studené války.

Moje verze hry Na sraba je méně dramatická: dva postarší řidiči, Alice a Bob, jedou proti sobě úzkou uličkou a jeden z nich musí zpomalit, aby se mohli bezpečně minout. Mají tedy na výběr dvě strategie: *zpomal* nebo *zrychli* (viz obr. 4).

V této verzi hry nejde v první řadě o výhru, jako tomu bylo u její předlohy. Má varianta hry Na sraba se liší od her s nulovým součtem (jako je například Panna–orel) v tom, že oba hráči mají společný cíl: vyhnout se vzájemné srážce.

Přejděme k další hře, kterou je takzvaný Souboj pohlaví. Alice a Bob jsou v této hře novomanželský pár, který

	zpomal	zrychli			balet	box	
zpomal	3	4	3	0	1	2	0
	0	-1					
zrychli	4	-1	0	2	0	1	
	-1	1					

Na sraba

	balet	box
balet	2	0
	1	0
box	0	1
	0	2

Souboj pohlaví

Obr. 4: Hry se smíšenými motivacemi.



Obr. 5: James Dean.

tráví líbáanky v New Yorku. U snídane se baví o tom, jestli večer půjdou na box, nebo na balet, ale nedokážou se dohodnout. Odpoledne se navzájem ztratí v davu a každý z nich se musí sám nezávisle rozhodnout, kam půjde.

Příběh spojený s hrou Souboj pohlaví zdůrazňuje nutnost spolupráce při řešení daného problému, ale zároveň obsahuje i prvek konfliktu, který se ve hře Na řízení nevyskytuje. Každý z hráčů totiž dává přednost jinému výsledku: Alice chce jít na balet, zatímco Bob chce jít na box.

John Nash

Většina lidí dnes zná jméno Johna Nashe díky filmu *Čistá duše*, který zachycuje jeho životní příběh. Z tohoto filmu je patrné, že velikost Nashových úspěchů i nezdarů daleko přesahuje rámec zkušenosti většiny normálních lidí. Ještě jako vysokoškolský student položil základy moderní teorie racionálního vyjednávání. Ve své diplomové