

## **NASH JOHN F. JR., SELTEN REINHARD, HARSANYI JOHN C.**

### **Abstrakt**

Nobelovu cenu za ekonomii pro rok 1994 získali profesor John Nash z Princeton University za zavedení rozlišování mezi kooperativními hrami, ve kterých lze dosáhnout závazných dohod, a nekooperativními hrami, kde není dosažení závazných dohod možné, a rovněž za vyvinutí rovnováhy nekooperativních her, která se později stala známá jako Nashova rovnováha; profesor Reinhard Selten z Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn za to, že jako první rozpracoval pojem Nashovy rovnováhy za účelem analýzy dynamických strategických interakcí a za aplikaci těchto rozpracovaných pojmů při analýze konkurence pouze několika málo prodávajících; a profesor John Harsanyi z University of California v Berkeley za to, že ukázal, jak mohou být analyzovány hry s neúplnými informacemi, když poskytl teoretické základy pro aktivní výzkum v oblasti ekonomie informací, která analyzuje strategické situace, kdy jednotlivé ekonomické subjekty neznají cíle jiných ekonomických subjektů. V této práci se seznámíme s úplnými základy dnes již mohutně rozvinuté teorie her.

### **Klíčová slova**

Matematika, ekonomie, politologie, sociologie, rozhodování, racionalita, strategie, teorie her, Nashova rovnováha

### **Key words**

Mathematics, economics, politics, sociology, determination, rationality, strategy, game theory, Nash equilibrium

### **Names**

Aumann R., Borel E., Coase R., Cournot A., Einstein A., Fermat P., Fogel R., Gödel K., Harsanyi John C., Morgenstern O., Nash J. F. Jr., Neumann J., North D., Oppenheimer R., Pascal B., Selten R. von, Steinhaus H., Zermelo E

### **Biografie**

#### **John Forbes Nash Jr. (\*1928)**



John Forbes Nash Jr. se narodil 13. června 1928 ve městě Bluefield v Západní Virginii, USA. Nejprve studoval na Carnegie Institute of Technology v Pittsburghu. Od roku 1948 působí na Princeton University v New Jersey. V roce 1950 zde získal titul Ph.D. z matematiky. Svoji definici rovnováhy, která dostala v teorii her Nashovo jméno, zformuloval v roce 1951. V roce 1959 je u něj stanovena diagnóza paranoidní schizofrenie. Po absolvování problematického pobytu v Paříži a Ženevě se Nash vrátil v roce 1960 do Princetonu. Až do roku 1970 střídavě pobýval v různých psychiatrických nemocnicích a podstoupil rozličné formy terapie. Na počátku 90. let se Nashovi podařilo zvládnout projevy jeho duševní choroby a začal, po třicetileté pauze, systematicky tvořivý matematický výzkum a stal se tak opět aktivním členem matematické obce.

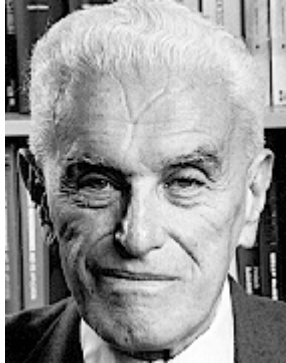
#### **Reinhard Selten (\*1930)**



Německý matematik a ekonom Reinhard Selten se narodil se 5. října 1930 ve Wroclawi, Polsku. Studoval nejprve na Geschwister Scholl Gymnasiu v Melsungenu, poté studoval na Universität Frankfurt obor matematika. V roce 1961 promoval, poté nějaký čas strávil na University of California, Freien Universität Berlin, Universität Bielefeld a naposledy

přesídlil na Universität Bonn, kde působí dodnes. Zde vybudoval laboratoř pro experimentální hospodářský výzkum. Od roku 2006 vede projekt Německé akademie věd s názvem: „Rationalität im Lichte der experimentellen Wirtschaftsforschung“. Je také členem a spoluzakladatelem Akademio Internacia de la Sciencoj San Marino.

### **John Charles Harsanyi (1920 – 2000)**



University of California.

Maďarsko-americký ekonom, narozený 29. května 1920 v Budapešti. Po studiu Lutheránského Gymnázia v Budapešti nastoupil na Eötvös Loránd University tamtéž. Zde nejprve studoval farmacii, ale poté přešel na filosofii a sociologii, v tomto oboru rovněž získal titul PhD. V roce 1944 bojoval na východní frontě 2. světové války, po válce krátce pracoval v Sociologickém institutu jako asistent. Po přestěhování do Austrálie studoval ekonomii na University of Sydney, kde roku 1966 promoval. Poté se přestěhoval do USA, kde získal druhý titul PhD z ekonomie na Stanford University. Zemřel 9. srpna 2000 po dlouhém působení na Haas School of Business na

### **Základní pojmy teorie her**

Na úvod zmiřme, co považujeme za obecné předpoklady teorie her:

1. Hráči jsou racionální.
2. Všichni účastníci hry znají pravidla a ta se v průběhu jedné hry nemění.
3. Hráči mají přehled o hodnotách ve hře a znají výši zisků a ztrát.

### **Historie teorie her**

Bez nadsázky by se dalo říci, že hazardní hry stály v pozadí rozvoje matematické pravděpodobnosti v 17. století. (Blaise Pascal, Pierre Fermat) Na druhé straně se mohutný rozvoj matematických metod zasloužil o to, že se matematika stala plodnou oblastí i při studiu deskových her (šachy, dáma apod.). Již na počátku 20. století se někteří významní matematici věnovali hledání optimálních postupů (strategií), tj. takových postupů, které maximalizují zisk, resp. minimalizují ztráty. Za první matematiky, kteří do této oblasti vstoupili, jsou považováni zejména Emile Borel a dále i Ernst Zermelo a Hugo Steinhouse. Tím, kdo by však mohl být prohlášen za prvního teoretika na poli ekonomie a matematické teorie her, je Antoine Augustin Cournot (1801–1877). Ve svém textu (1838) se zabýval jednorázovým soutěžením dvou firem na trhu a poskytl řešení v podobě rovnovážných strategií. (Romp, 1997; str. 59–64)

I v šachu by teoreticky bylo možné sestavit konečnou tabulku (matici) strategií pro oba hráče. Složitost hry však tkví v tom, že je těchto strategií příliš mnoho. Původem maďarský matematik působící od 30. let v Princetonu John von Neumann (1903–1957) se již ve 20. letech 20. století věnoval hledání optimálních strategií pro hry, které lze zaznamenat právě takovou tabulkou.

Za počátek aplikací teorie her v sociálních vědách bývá považována kniha von Neumanna a Oskara Morgensterna *Theory of Games and Economic Behavior* z roku 1944, která shrnuje a doplňuje tehdejší výsledky v teorii her a upozorňuje na příbuznost analýz konfliktních situací v ekonomii a analýz strategických her. Touto obsáhlou prací se matematická teorie her prvně objevuje jako samostatná disciplína aplikované matematiky. Podle von Neumanna a Morgensterna si neklade za cíl predikovat, jakým výsledkem skončí určitá situace, ale nabízí její analýzu s případnou možností nalezení optimální strategie. Přes mnohá

zjednodušení, která jsme již zmínili, má teorie her, podle obou autorů, i ve své formální podobě mnoho společného se skutečným životem. Také v běžném životě zjišťujeme údaje o tom, co lze získat nebo ztratit, jaká jsou pravidla pro aktéry určitých situací a za jakých podmínek do nich můžeme vstupovat. Teorie her tak pomáhá pochopit termíny, jako jsou užitek a zájem. Analýza možností při rozhodování, kde se berou do úvahy vlastní i spoluhráčovy tahy, umožňuje znázornit různé konfliktní a kooperativní situace. Významným prvkem, s nímž teorie her také pracuje, je rozhodování za určitého stupně informovanosti, což je opět rys běžného každodenního rozhodování.

Od té doby se stala teorie her široce používaným nástrojem ekonomické analýzy v řadě oblastí na všech úrovních agregace: na mikroúrovni jsou s její pomocí analyzovány například procesy vyjednávání či průběh aukcí; na mezourovni, či na střední úrovni agregace, je teorie her využívána například v teorii financí či pracovních trhů, včetně analýzy chování podniků na trzích, kde poptávají své vstupy; a na makroúrovni slouží v rámci teorie mezinárodního obchodu k analýze konkurence mezi jednotlivými zeměmi, které mezi sebou soutěží například formou tarifní a celní politiky apod. Podobně jako analýza institucí a firem, za kterou byly uděleny Nobelovy ceny v roce 1993 a 1991 (D. North a R. Fogel; R. Coase), rovněž teorie her představuje další směr rozvoje neoklasické ekonomické analýzy, která byla založena na předpokladu existence velkého množství maximalizujících ekonomických subjektů, z nichž každý měl na trhu tak nepatrné postavení, že jeho chování mohlo být ostatními subjekty ignorováno. Předpoklad dokonalé či téměř dokonalé konkurence je sice v řadě případů dostatečně přesným popisem reality, avšak zároveň existuje řada jiných případů, kdy není zdaleka odpovídající, a kdy by mohla vést z něho vycházející analýza k chybným analytickým závěrům a doporučením pro hospodářskou politiku. Pokud je například trh ovládan několika málo velkými firmami, jako v případě duopolní či oligopolní struktury trhu, je přesnější předpokládat, že každá bere při svém rozhodování v úvahu i to, jak budou na její rozhodnutí reagovat ostatní firmy, se kterými trh sdílí.

John Nash zavedl rozlišování mezi kooperativními a nekooperativními hrami poprvé ve své disertační práci. Jeho hlavním příspěvkem byla formulace obecného řešení nekooperativní hry s libovolným počtem hráčů, kteří mají libovolné preference. Toto řešení se stalo známým jako Nashova rovnováha. V Nashově rovnováze jsou očekávání všech hráčů splněna, a jejich zvolené strategie jsou optimální. S pomocí nekooperativních her je například analyzován problém oligopolů, které v důsledku nezákonnosti takového kroku nemohou uzavřít závazné dohody. Další zajímavou oblastí aplikace teorie nekooperativních her, ve spojení s teorií opakovaných her, je vysvětlení vzniku institucí a společenských norem.

### **Vězňovo dilema (*Prisoner's dilemma*)**

Vězňovo dilema označuje v teorii her typ hry s nenulovým součtem, ve které mají dva hráči („vězni“) možnost spolupracovat nebo nespolutracovat a výsledný stav výplaty („doba, ke které budou odsouzeni“) závisí na jejich rozhodnutí. Tak jako u mnoha jiných her se předpokládá, že každý hráč se stará především o svůj prospěch – snaží se maximalizovat své výhody a nebere ohled na prospěch ostatních hráčů. Dominantní strategií (tzv. strictly dominated – „přísně dominující“) je zde nespolutpráce, tj. bez ohledu na to, jakou strategii si vybere spoluhráč, vykazuje nespolutpráce pro hráče vždy lepší výsledek než spolutpráce. Racionální hráč se rozhodne pro „zradu“. Takže pro hru je jediná možná rovnováha, a to když oba hráči nespolutpracují. Tato rovnováha však nemusí vést k Pareto-optimálnímu řešení. To znamená, že pokud by oba hráči zůstali loajální, v konečném součtu by oba dva získali více, než když nespolutpracují. Jiná situace nastane, pokud jde o tzv. iterované (opakované) vězňovo dilema, hra se hraje opakovaně. Hráč zde má možnost „potrestat“ druhého

za předchozí nekooperativní hru. Zde se racionální strategií může stát spolupráce. Čím více se počet opakování blíží k nekonečnu, tím více Nashova rovnováha směřuje k Paretovu optimu.

### **Příklad:**

Policie zadržela dva podezřelé – Adama a Boba – a drží je odděleně. Důkazy, které má policie, nejsou dostatečné pro usvědčení, takže se musí spoléhat na přiznání resp. udání. Pokud se přiznají oba dva, budou odsouzeni na dva roky. Pokud jeden udá druhého a druhý zůstane mlčet, bude udavač volný a druhý odsouzen na plných deset let. Pokud oba dva zůstanou mlčet, odsoudí oba za drobnější přestupky na šest měsíců. Vzhledem k tomu, že ani jeden zadržený si nemůže být jistý, co zvolí ten druhý, nastává dilema: mluvit nebo mlčet?

	<b>Bob mlčí</b>	<b>Bob mluví</b>
<b>Adam mlčí</b>	Oba odsoudí na 6 měsíců	Adam dostane 10 let, Bob bude volný
<b>Adam mluví</b>	Bob dostane 10 let, Adam bude volný	Oba odsoudí na 2 roky

Adam uvažuje takto: pokud bude Bob mlčet a já také, dostanu 6 měsíců; lepší bude mluvit, protože budu volný, pokud bude Bob mluvit a já mlčet, dostanu 10 let; lepší bude mluvit, protože dostanu jen 2 roky.

Stejně uvažuje i Bob, takže pokud oba udělají racionální rozhodnutí, budou oba dva mluvit (a dostanou 2 roky), přestože optimálním rozhodnutím by bylo zůstat mlčet (a dostat jen 6 měsíců).

Hra vězňovo dilema se dá použít jako analogie s příkladem firmy, která měří celkový výkon pomocí individuálních výkonů svých složek. Každá složka se tak snaží maximalizovat svůj výkon bez ohledu na celek. Tady je zřejmé, že dohoda mezi zločinci, není-li nějak pojištěna, může být (z racionálních důvodů) porušena. V rámci jedné firmy má však smysl uvažovat o zavedení a dodržování „kooperace“. Používáme zde sice slovo „firma“, ale totéž platí pro jakýkoli kolektiv pracující na společném projektu. Pro „firemní“ prostředí je podstatný i dynamický prvek této hry, protože se situace obvykle několikrát opakuje. Je-li tomu tak, lze uplatnit „strategii odplatou“ (tit-for-tat strategy), která obvykle zaručuje dodržování dohody: „Dodržuj dohodu, dokud ji dodržují ostatní. Pokud ji někdo poruší, poruš ji v příštím běhu také.“<sup>4</sup> (Romp,1997; str. 265) Verze vězňovo dilematu se stala již v 50. letech vzorovou hrou pro modelování individuální a skupinové racionality. Později se objevují různé varianty této hry i při studiu dlouhodobého (evolučního) „chování“ strategií v rámci populace. (Kvasnička, Pospíchal, 2005; str. 115–117)

Nekooperativní hry většinou modelují některé typy „soutěžního chování“ dvou a více aktérů. Může jít o souboj firem o zakázky, soupeření politických stran, mezistátní konflikt apod. V předchozích úvahách jsme však naznačili, že je užitečné zabývat se i tvorbou koalic k maximalizaci zisku. Kooperativní teorie her se zabývá právě situacemi, kdy se mohou hráči před volbou strategií domlouvat a vytvořit tak koalice, tj. skupiny účastníků, kteří se dohodnou na volbě strategií, aby si zajistili lepší výsledek ve hře. V pravidlech hry mohou být některé koalice zakázány, pak hovoříme o hrách s omezenou koaliční strukturou. Lze klást omezení i na členství hráče v koalicích, např. je možno být členem pouze jedné koalice (disjunktní koaliční struktura). To je celkem pochopitelný požadavek, když si uvědomíme, že každý hráč je zavázán plnit dohodu své koalice. Při charakteristice kooperativních her je vhodné dodat, na čem se mohou jednotliví hráči v koalici domlouvat. Samozřejmostí

je dohoda nad volbou strategií, ale současně může být vhodné spojit tuto dohodu se způsobem, jakým se bude dělit výhra. (Mañas, 2002; str. 56–57)

Představme si kooperativní hru, která nemá omezenou koaliční strukturu, a kde hráči mohou být členy vždy pouze jedné koalice. Při analýze takové hry vyvstávají následující otázky, na něž se snaží kooperativní teorie her nalézt odpovědi:

1. Do které koalice má daný hráč vstoupit?
2. Jakou strategii mají členové konkrétní koalice volit?
3. Jak si mají členové koalice rozdělit celkový zisk?

Nyní uveďme tzv. *axiomy racionality* pro koaliční hry, které mohou dát určitý návod, jak hledat odpovědi na první a třetí otázku.

Axiom *individuální racionality* říká, že žádný hráč nebude souhlasit s dohodou, která mu nezajistí alespoň tolik, kolik by získal, kdyby hrál sám.

Axiom *paretovské racionality* zajišťuje to, že žádný hráč nemůže získat více, aniž by tím současně nepoškodil ostatní.

Axiom *koaliční racionality* nedovoluje existenci podkoalice, která by svým členům zajistila větší zisky než koalice původní. (Chobot, 1980; str. 248–255) Zřejmě první matematickou analýzu kooperativních her lze najít v knize von Neumanna a Morgensterna. Oba autoři se zabývali analýzou výše uvedeného typu kooperativní hry.

Příkladem aplikace kooperativní teorie her z ekonomické oblasti je snaha několika firem o dohodu při obsazování trhu. Součástí dohody mohou být i kompenzace těm firmám, které v zájmu koalice utlumí nákladnou výrobu, jež by se promítla do ceny produktu.

### **Významné postavy teorie her a její další vývoj**

Je asi zřejmé, že nástup moderní společnosti s mohutným rozvojem průmyslu a obchodu v rámci globalizovaného trhu měl za následek i rozvoj teorií ekonomického chování. Moderní společnost se stala souborem složitých byrokratických systémů, které vyhovují duchu Weberovy definice formální racionality. První teorie ekonomického chování z druhé poloviny 19. století však neuměly vhodně pracovat s rozhodováním racionálního aktéra. K výrazným změnám došlo až po vydání knihy von Neumanna a Morgensterna v roce 1944 a výsledcích Johna Nasha v 50. letech 20. století. John Nash byl postgraduálním studentem v Princetonu právě v době, kdy zde působili von Neumann, Morgenstern, Einstein, Gödel a Oppenheimer. K takové koncentraci slavných jmen prý jeden z Einsteinových asistentů poznamenal: „Vzduch je plný matematických idejí a formulací.“ Morgenstern i von Neumann vyslovili ve své knize přání, aby se teorie her stala při studiu tržních mechanismů tím, čím byl infinitesimální počet pro fyziku. V té době však matematici považovali teorii her za dočasnou a okrajovou libůstku. Vždyť např. v oblasti nekooperativních her nepřinesli von Neumann a Morgenstern nic více než jen analýzu her dvou hráčů s nulovým součtem.

V roce 1950 publikoval John Nash řešení „problému vyjednávání“ (*bargaining problem*), který se po dlouhou dobu zdál být mimo jakýkoli formalismus. V tomto roce se také zrodila myšlenka obecné definice rovnováhy a zobecnění rovnovážného bodu pro velkou třídu her. Nash sepsal disertaci s ještě jiným důkazem, než původně navrhoval, a vyjasnil rozdíl mezi možnostmi analýzy kooperativních a nekooperativních her. Právě za tyto výsledky získal v roce 1994 Nobelovu cenu, o níž se podělil s dvěma dalšími badateli v oblasti teorie her Johnem Harsanyim a Reinhardem Seltenem. Nashova práce byla prvním významným krokem k tomu, aby se teorie her stala skutečnou matematickou aplikací použitelnou při modelování určitých typů interakcí. Taková teorie se již více přiblížila racionálním aktérům, kteří

nejsou jen zapojeni do běžných tržních mechanismů. Současně se ukázalo, že za teorií her se skrývá i hlubší matematika, což jí pomohlo na výsluní zájmu mezi matematiky. V 50. letech se objevují první aplikace ve filosofii, politologii a sociologii.

Nekooperativní hry byly považovány za vhodný model mezistátních konfliktů na počátku „studené války“. Jedna z nejnovějších aplikací teorie her mimo ekonomii je z 80. let, kdy se můžeme setkat s dynamickým herně-teoretickým přístupem v evoluční biologii. Evoluční proces se tak jeví jako způsob optimalizace. Zde soupeří samotné strategie, na nichž se hledají rovnovážné stavy. Při soupeření strategií může být podstatné, která strategie v populaci dominuje. Minoritní strategie, která by byla jinak sama úspěšná, je v roli neúspěšné a mizející strategie.

### **Aplikace teorie her v sociálních vědách**

Přestože mnohé aplikace teorie her, a to zejména mimo ekonomii, nevyužívají plně matematický aparát, který je k dispozici, pomáhá znalost teorie her při modelování určitých vztahů. V sociální oblasti je sama teorie her zdrojem nových otázek. Již termín *optimální chování* přináší problém, zda lze pro skupinu jedinců odvodit, co je pro ni optimálním chováním, když víme, jaké preference mají její členové. Prvním úskalím je definice toho, co to znamená *sociálně* (možná lépe: *skupinově*) *optimální*. Následující příklad naznačoval, že ve společnostech s rostoucím liberalismem se skupinové chování bude rozcházet s preferencemi členů skupiny.

### **Liberální paradox (*Liberal paradox*)**

Skupina kuřáků je umístěna v malém nevětraném pokoji, v němž platí zákaz kouření. Za této situace preferují všichni nekouřit. Je-li zákaz zrušen a vzroste-li osobní svoboda, budou všichni kouřit, protože je pro ně nepřijatelné nekouřit, když někdo jiný kouří. Tím však ustoupili z toho, co původně preferovali. Řešením *liberálního paradoxu* by mohla být jeho rozšířená „právně-politická varianta“. Situace z příkladu je doplněna o hlasování, zda povolit či zakázat kouření v situaci neexistence normy. Hlasováním se projeví to, co lze pokládat za skupinovou optimalitu. Jde vlastně o ustavení nových preferencí při změně situaci. V institucích a institucionalizovaném chování je možné vidět jakési evoluční hledání cest k optimalizaci jednání ve společenském rámci.

Sociální psychologie využívá teorie her např. k modelům dyadických interakcí. Dva partneři v interakci (hráči) volí určité druhy chování (strategie) ve vztahu ke svému protějšku. Lze tak modelovat závislosti obou aktérů na vztahu a způsoby kontroly chování (výběru strategie) u partnera. Výplatní funkce zde znázorňuje i „příspěvek“ partnerů k interakci. (Nakonečný, 2000; str. 177–187) Do této kategorie patří známá hra nazývaná „souboj pohlaví“. (Romp, 1997; str. 22)

### **Souboj pohlaví (*Battle of the Sexes*)**

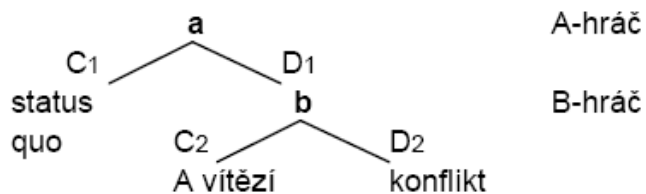
Manželská dvojice se rozhoduje, jak stráví večer. Má dvě možnosti: jít na hokejový zápas nebo do divadla. Oba manželé preferují společně strávený večer, ovšem On dává přednost hokeji, zatímco Ona by raději zvolila návštěvu divadla. V tabulce ve tvaru dvoumatice jsou zaznamenány preference manželů v podobě výplat (uspokojení ze zvolené činnosti):

		On	
		hokej	divadlo
Ona	hokej	2,3	0,0
	divadlo	1,1	3,2

U této hry bychom Nashovu rovnováhu hledali mezi smíšenými strategiemi. Psycholog by asi doporučil pravidelné střídání uvedených aktivit, aby nedocházelo k pocitu neuspokojení u jednoho z partnerů při nedostatku jím upřednostňované aktivity, což by mohlo mít za následek „odpoutání“ od partnera. Současně tedy můžeme z tabulky vyčíst míru závislosti obou partnerů na vztahu. Uvědomí-li si jeden z nich tuto situaci, může ji využít. Například Ona předem zakoupí lístky do divadla a On pak volí návštěvu divadla v rámci svých preferencí.

### Asymetrická hrozba (*Rudimentary Asymmetric Deterrance Game*)

Z toho, co jsme dosud řekli, je asi zřejmé, že teorie her bude mít své místo i v politologii. Principy kooperativní teorie her se uplatňují při tvorbě koalic politických stran a významnou aplikací je analýza mezistátních konfliktů. Modely těchto konfliktů se dají využít nejen k analýze vztahů stát-stát, ale obecně pro analýzu vztahu skupina-skupina, tedy např. stát-teroristé. Protože je to hra s po sobě jdoucími dvěma tahy, znázornili jsme ji v explicitním tvaru. (Quackenbush, 2006)



Zkusme se na tuto hru podívat jako na vztah státu a teroristů. Teroristé jsou první na tahu, jsou to „vyzyvatelé“ (A-hráči). Mají dvě možnosti buď souhlasit se stavem, který panuje (strategie C1), nebo zvolit strategii odporu (D1) jakým je únos letadla, rukojmí, hrozba bombového útoku apod. V případě této volby je na tahu stát (B-hráč), který může přistoupit na požadavky teroristů (C2) a v tom případě lze považovat A-hráče za vítěze, nebo jejich požadavky odmítne (D2) a vstupuje do konfliktu. Průběh hry je závislý na hodnotách, které hráči přiřazují příslušným volbám. Je jasné, že z hlediska vztahu teroristé–stát je stav status quo velmi nestabilní, protože stávající situace (alespoň z pohledu teroristů) obsahuje podnět k teroristickému útoku. Pokud je např. známo, že stát vyjednává s teroristy, vyhoví jejich požadavkům a pouští se do konfliktu jen v případech, kdy jsou teroristé ve značné nevýhodě, zvyšuje se pravděpodobnost volby D1 A-hráčem. Obecně platí, že chování státu vždy produkuje hrozby směrem k potenciálním i skutečným teroristům. Hrozba však musí splňovat dvě podmínky, abychom ji mohli považovat za účinnou. První podmínkou je uvěřitelnost hrozby. Stát, který deklaruje, že s teroristy nevyjednává, ale činí pravý opak, nemůže nevyjednávání považovat za uvěřitelnou hrozbu. Druhá podmínka se skrývá v tom, že splnění hrozby povede u A-hráče ke zhoršení jeho současné pozice. Je pěkně vidět, že jednoduchá hra „asymetrické hrozby“ dobře modeluje základní podmínky, které musí B-hráč splnit, aby snížil pravděpodobnost, že A-hráč zvolí D1. Chování státu v podobných případech je často rozhodující pro to, zda jsou obě podmínky splněny. Je ovšem jasné, že tato analýza neposkytuje návod na rozhodování v konkrétních situacích teroristického útoku. V této souvislosti lze zmínit Izrael jako relativně úspěšný stát při produkování hrozeb. Jeho obvyklá mohutná vojenská opatření neodradí sebevražedného atentátníka, ale mohou odradit „vyjednávací“ teroristy.

### Kritika teorie her

I z toho mála, co jsme o hrách řekli, je vcelku možné tušit, na co budou kritici teorie her poukazovat. Zdá se, že velkým problémem je zejména předpoklad instrumentální

racionality. (Romp, 1997) Některá empirická pozorování se rozcházejí s předpověďmi teorie her právě díky tomu, že reálný agent nemusí pracovat s určitou, teoreticky předpokládanou informací. Důvodem může být to, že mu není známa a třeba ji ani neuměl odvodit. Hru jsme považovali za něco, kde participují racionální hráči a mezi nimi je distribuována určitá znalost o stavu hry. Při volbě strategií je velmi důležité posoudit volby ostatních spoluhráčů. Každá hra tak definuje to, co bychom označili jako společnou znalost hráčů (*common knowledge*). Jde o informace, které jsou známy každému hráči a současně každý hráč ví, že je to známo, a každý ví, že každý ví, že je to známo, atd. Předpoklad racionality a společné znalosti v teorii her vynucuje i stejné závěry úsudků hráčů. V reálném životě se zdá být právě toto značně problematické. S tím souvisí i jistá neurčitost teorie her při predikci výsledků. Naznačuje to již existence více rovnovážných bodů při užití ryzích strategií a interpretace strategií smíšených.

Robert Aumann navrhuje, aby se k pravděpodobnostnímu rozložení na prostoru ryzích strategií přistupovalo spíše jako k „subjektivnímu přesvědčení“ o tom, co udělají spoluhráči. Toto pojetí se ani nijak nepřiči Harsanyiho doktríně, která říká, že mají-li racionální hráči stejné informace, mají i stejná přesvědčení. Stále však platí námitka, zda je tomu skutečně tak, že hráči si jsou schopni odvodit všechny adekvátní závěry. Je tedy nutné věnovat pozornost zkoumání rozhodování jednotlivců ve složitých situacích a za neúplné informace. V politologickém příkladě vztahu státu a teroristů jsme zdůraznili, že rozhodování o útoku proti státu se odvolává na jednání státu v podobných situacích. Blíže realitě se tak jeví úsudky učiněné na základě opakovaného hraní téže nebo podobných her. Rozhodování agentů i v případě jednorázových her může být vhodné vztáhnout k určité sadě her. Teorie her umí analyzovat všemožné situace za stanovených podmínek, ale, jak říká Reinhard Selten, „nelze od ní čekat praktické návody pro konkrétní situace, stejně jako nelze dodat praktický návod, jak se stát velmistrem v šachu“. (Selten, 1995)

Kromě analýzy rovnováhy nekooperativních her vyvinul Nash rovněž základní řešení pro kooperativní hry, kterému se říká Nashovo řešení vyjednávání, a inicioval výzkumný projekt, jehož cílem je použít výsledky z teorie nekooperativních her pro teorii kooperativních her.

Mezi nejzávažnější nedostatky konceptu Nashovy rovnováhy patří možnost existence vícenásobných či ekonomicky nezajímavých rovnovážných stavů. Vypracování metody pro odstranění tohoto nedostatku bylo citováno Výborem pro udělování Nobelovy ceny za ekonomii jako hlavní přínos druhého laureáta, Reinharda Seltena. Selten byl schopen s pomocí silnějších podmínek, které muselo rovnovážné řešení splňovat, jednak snížit počet případných rovnovážných řešení, a zároveň odstranit ekonomicky "nerozumná" řešení. Pro zdokonalení teoretického konceptu Nashovy rovnováhy zavedl v roce 1965 pojem tzv. *subgame perfection*; aby byly strategie hráčů subgame-perfect, musí splňovat podmínky Nashovy rovnováhy v každé subgame v nekonečně opakované hře. V případě nekonečně opakované hry v podobě vězňova dilematu splňuje podmínky subgame-perfection například strategie, kdy první vězeň spolupracuje s druhým vězněm (nepřizná se) tak dlouho, dokud spolupracuje i druhý vězeň; pokud ale v jednom období druhý vězeň změní strategii a přizná se, potom se přizná i první vězeň a v následujících subgames nekonečně opakované hry již nebude spolupracovat.

Dalšího zdokonalení Nashovy rovnováhy dosáhl Selten pomocí tzv. rovnováhy "třesoucí se ruky" (Selten, 1975), kde každý hráč předpokládá, že se s malou pravděpodobností dopustí



jiný hráč chyby (že se mu bude třást ruka). O Nashově rovnováze se říká, že je "trembling-hand perfect", pokud je robustní ohledně malých pravděpodobností podobných chyb.

Druhým hlavním nedostatkem konceptu Nashovy rovnováhy byl předpoklad, že jednotliví účastníci hry mají úplné informace o preferencích ostatních hráčů. John Harsanyi vyvinul koncem 60. let přístup pro analýzu her s neúplnými informacemi hráčů, který se stal později široce používaným v celé řadě oblastí ekonomie, prakticky všude tam, kde se analýza týká informací. (Harsanyi; 1967–1968) Jako příklad hry s neúplnou informací lze uvést situaci, kdy účastníci finančních trhů nemají informace o tom, jaké jsou preference centrální banky ohledně inflace a nezaměstnanosti, a jaká bude tudíž v budoucnu její politika ovlivňování úrokových sazeb. Klasickým příkladem hry s neúplnou informací jsou aukce, kde se nabídky podávají v zalepených obálkách.

V případě her s neúplnými informacemi alespoň jeden hráč nemá jistotu o tom, jak vypadá výplatní funkce jiného hráče. Každý hráč má určitou charakteristiku, patří k jednomu z "typů" hráčů. Každý typ odpovídá určitému souboru preferencí hráče a subjektivního rozdělení pravděpodobností ohledně toho, jakého typu jsou ostatní hráči. Každý hráč v takovéto bayesiánské hře pak volí strategii pro každý typ hráčů účastnících se dané hry. Harsanyi vyvinul metodu, jak transformovat tyto hry s neúplnými informacemi (bayesiánské hry) na hry s úplnými informacemi, které pak mohou být analyzovány s pomocí standardních nástrojů.

Harsanyi rovněž přispěl důležitým způsobem k základům teorie blahobytu, a zabýval se rovněž filosofií morálky.

### **Seznam použité literatury**

Harsanyi, J. C. 1967–1968. *Games with Incomplete Information Played by Bayesian Players*, Management Science 14

Chobot, M., Turnovcová, A. 1980. *Modely rozhodovania v konfliktných situáciách a za neurčitosti*. Bratislava: Alfa

Kvasnička, V., Pospíchal, J. 2005. *Informatika pre sociálne vedy*. Bratislava: Univerzita

Mañas, M. 2002. *Teorie her a konflikty zájmů*. Praha: Oeconomica. Skriptum.

Nakonečný, M. 2000. *Sociální psychologie*. Praha: Academia

Quackenbush, S. L., Zagare, F. C. 2006. „A Game-Theoretic Analysis of the War in Kosovo.“

Romp, G. 1997. *Game Theory: Introduction and Applications*. Oxford University Press

Selten, R. 1995. *Jak si hrají ekonomové*, Magazín DNES, 20. 4. 1995

Selten, R. 1975. *Trembling-hand equilibrium*, International Journal of Game Theory

[on-line] URL: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Věžňovo\\_dilema](http://cs.wikipedia.org/wiki/Věžňovo_dilema)

[on-line] URL: [www.freewebs.com/jjonas/](http://www.freewebs.com/jjonas/)

[on-line] <http://plato.stanford.edu/entries/game-theory>