

FAKULTA MATEMATIKY, FYZIKY
A INFORMATIKY UNIVERZITY KOMENSKÉHO
V BRATISLAVE



Diplomová práca

Jaroslav Hraško

FAKULTA MATEMATIKY, FYZIKY
A INFORMATIKY UNIVERZITY KOMENSKÉHO
V BRATISLAVE

Katedra aplikovanej matematiky a štatistiky



Terorizmus a teória hier

Diplomová práca

Diplomant: Jaroslav Hraško

Diplomový vedúci: Doc. RNDr. Ján Pekár, PhD.

Bratislava 2006

Prehlasujem, že túto prácu som vypracoval sám, iba s použitím uvedenej literatúry a s pomocou diplomového vedúceho.

.....
Jaroslav Hraško

Ďakujem svojmu diplomovému vedúcemu Doc. RNDr. Jánovi Pekárovi, PhD.
za pomoc a inšpiráciu pri písaní tejto práce.

Abstrakt

Diplomová práca obsahuje prehľad základných pojmov teórie hier, a jej aplikovanie na teóriu terorizmu. Predpokladá racionálnosť správania sa krajín ohrozených terorizmom a aj samotných teroristov. Modelujeme situácie kde si dvaja hráči – dve krajiny vyberajú medzi stratégiami. Možnosti sú: zakročiť proti teroristom, alebo odradiť ich od útoku. Reakcie teroristov v tejto hre sú potlačené, teroristi vždy zaútočia na najslabší cieľ. Táto práca sa pokúša sa popísať reálne situácie takýmito hrami.

Predhovor

Myšlienka zaoberať sa touto témou vzišla zo snahy aplikovať teóriu hier na terorizmus. Teória hier sa stala v posledných rokoch populárnym nástrojom v ekonomike a politickej vede. Táto matematická disciplína rozoberá situácie v ktorých sa dvaja alebo viacerí účastníci (hráči, jednotlivci, firmy, politické strany, štáty, záujmové skupiny) rozhodujú strategicky. Terorizmus a protiterorizmus je zas momentálne (najmä po udalostiach zo septembra 2001) veľmi aktuálna a diskutovaná téma, ktorá si žiada byť riešená matematicky. Väčšina ľudí je presvedčená, že teroristi su neracionálne zmýšľajúci krvilační šialenci. Bohužiaľ, opak je pravdou. V skutočnosti vďačia za veľkú časť úspechu svojej chladnej racionalite. Teroristi sa rozhodujú racionálne o spôsobe a načasovaní útokov cez substitučný efekt. Keď boli na amerických letiskách v roku 1973 inštalované detektory kovov, poklesli únosy lietadiel zo 70 na 16 ročne. No branie rukojemníkov narástlo z 20 na 48 a atentáty z 20 na 36. Podobne, keď boli v roku 1976 opevnené americké veľvyslanectvá, útoky na americké diplomatické ciele poklesli z 28 na 20 ročne. No atentáty na diplomatov a vojakov mimo zabezpečených miest narástli z 20 na 53. Ak pritlačíte na jednom mieste, terorizmus sa objaví na inom. Ak sa jeden druh útoku stane ťažkým, či nákladným, teroristi ho nahradia iným, lacnejším. Keďže teroristi používajú zdroje tak, aby maximalizovali zisky – pokrytie médiami, politická nestabilita, klíma strachu – majú veľa ciest, ako prísť k tomu istému cieľu

Ako základ a pri písaní tejto práce mi poslúžili práce profesora Todda Sandlera z univerzity v Južnej Kalifornii [1], ktorý tejto téme venoval viacero svojich prác. Vychádzal som najmä z jeho práce Counterterrorism [2]. Cieľom mojej práce je poskytnúť matematický pohľad na správanie sa vlád, ktoré sú pod hrozbou teroristického útoku a poskytnúť hodnotiacu analýzu o terorizme a antiterorizme.

Nájsť statické hry s úplnou informáciou, ktoré sa tu hrajú, charakterizovať a vyriešiť ich. Pri hľadaní riešenia týchto hier je potrebné sa oboznámiť zo základnou teóriou a terminológiou teórie hier, terorizmu a protiterorizmu.

V práci sa budem snažiť popísať reálne situácie v ktorých sa atakované krajiny nachádzajú pomocou rôznych foriem a typov hier.

Obsah

Abstrakt.....	4
Predhovor.....	5
Obsah.....	6
Úvod.....	8
1. Teória hier.....	9
1.1. Hry v normálnom tvare.....	9
1.2. Ostrá a slabá dominacia.....	11
1.3. Nashovo ekvilíbrio.....	13
1.4. Symetrická hra dvoch hráčov.....	14
1.5. Hra typu väzňová dilema.....	15
1.6. Opakovaná hra.....	16
1.7. Niektoré iné typy hier.....	16
2. Terorizmus a antiterorizmus.....	19
2.1. Terorizmus.....	19
2.2. Protiterorizmus.....	20
3. Terorizmus a teória hier.....	22
3.1. Základné pojmy.....	22
3.2. Hra o protiterorizme.....	23
3.3. Všeobecný prípad protiteroristickej hry.....	26
3.4. Opakovaná protiteroristická hra.....	29
3.5. Hrozba obojstrannej nečinnosti.....	31
3.6. Prahové zakročenie.....	33
3.7. Asymetrická hra.....	35
3.8. Kombinovaná stratégia.....	38
3.9. Ostatné aktívne a defenzívne protiteroristické stratégie.....	39
3.9.1. Aktívne protiteroristické stratégie.....	39
3.9.2. Defenzívne protiteroristické stratégie.....	44
Záver.....	45
Literatúra.....	46
Príloha.....	47

Tabulky:

Tabuľka č.1: Vážňova dilema

Tabuľka č.2: Hra typu Vážňova dilema

Tabuľka č.3: Preteky v zbrojení

Tabuľka č.4: Hra Chicken

Tabuľka č.5: Hra o protiterorizme - zakročenie

Tabuľka č.6: Hra o protiterorizme - odradenie

Tabuľka č.7: Hra o protiterorizme - celkovo

Tabuľka č.8: Základná hra - zakročenie

Tabuľka č.9: Základná hra - odradenie

Tabuľka č.10: Základná hra – celkovo

Tabuľka č.11: Opakovaná protiteroristická hra

Tabuľka č.12: Hrozba obojstrannej nečinnosti - zakročenie

Tabuľka č.13: Hrozba obojstrannej nečinnosti - odradenie

Tabuľka č.14: Hrozba obojstrannej nečinnosti – celkovo

Tabuľka č.15: Prahove zakročenie - zakročenie

Tabuľka č.16: Prahove zakročenie - celkovo

Tabuľka č.17: Prahove zakročenie – konkrétne

Tabuľka č.18: Asymetrická hra

Tabuľka č.19: Kombinované stratégie (v prílohe)

Tabuľka č.20: Zmrazovanie aktív

Tabuľka č.21: Odveta

Tabuľka č.22: Zhromažďovanie údajov

Tabuľka č.23: Infiltrácia

Úvod

Moju diplomovú prácu som rozdelil do troch hlavných tematických celkov - kapitol.

Prvá kapitola obsahuje základné pojmy z teórie hier ako strategická hra, hráči, dominancia a Nashovo ekvilibrium. Teória hier je odvetvím aplikovanej matematiky, ktoré skúma predpokladané a skutočné správanie sa jednotlivcov v hrách, rovnako ako aj optimálne stratégie. Prvý krát bola táto oblasť formalizovaná v roku 1944 Johnom von Neumannom a Oskarom Morgensternom v ich knihe *Teória hier a ekonomické správanie (Theory of Games and Economic Behavior)*. V tejto kapitole je tiež predstavených a opísaných niekoľko príkladov hier.

Druhá kapitola obsahuje vysvetlenie a priblíženie pojmov terorizmus a antiterorizmus. Vysvetlenie základných pojmov a priblíženie protiteroristických stratégií.

V tretej kapitole už pristupujem k samotnej aplikácii teórie hier na terorizmus. Najprv si zadefinujem základnú hru a postupne ju modifikujem a pozorujem ako sa menia preferencie hráčov a Nashové ekvilibria v čistých stratégiách (zaoberám sa len ekvilibriami v čistých stratégiách).

1. Teória hier

Teória hier je odvetvím aplikovanej matematiky. Používa modely na skúmanie interakcií s formalizovanou štruktúrou pohnútok - hier. Teória hier skúma predpokladané a skutočné správanie sa jednotlivcov v hrách, rovnako ako aj optimálne stratégie. Analyzuje výsledky rozhodovacieho procesu, v ktorom sa stretnú dvaja racionálne mysliaci aktéri, ktorých nazývame *hráči*. Našu pozornosť budeme venovať hrám s *úplnou informáciou*, čo znamená, že každý hráč pozná *funkciu výplat* každého iného hráča.

1.1. Hry v normálnom tvare (Strategické hry)

Sústredíme sa na hry kde sú:

- aspoň dvaja racionálne uvažujúci hráči
- každý hráč má viac ako jednu možnosť (akciu)
- výsledok hry (výplata) je závislá na rozhodnutí všetkých hráčov

Strategická hra (hra v normálnom tvare) sa skladá:

- z množiny **hráčov** $\{1, 2, \dots, n\}$
- pre každého hráča z množiny **čistých stratégií** (úplný opis toho, čo hráči môžu robiť) S_1, S_2, \dots, S_n
- pre každého hráča z **preferencií** ku množine výsledkov u_1, u_2, \dots, u_n ; pre hráča i - $u_i : S \rightarrow \mathbb{R}$

Akcia často krát nazýva aj **stratégia**. Taktiež **profil akcie**, ktorý pozostáva z jednej akcie pre každého hráča sa často nazýva **profil stratégie**. Množina všetkých čistých strategických profilov v hre je kartézsky súčin $S = S_1 \times \dots \times S_n$ množín čistých stratégií hráčov.

Definícia 1.1.1. Zobrazenie **normálneho tvaru** hry n -hráčov nám určuje množinu hráčov $\{1, 2, \dots, n\}$, priestory stratégie pre hráčov S_1, S_2, \dots, S_n , a **funkcie výplat** pre hráčov u_1, u_2, \dots, u_n .

Označíme túto hru ako $G = \{1, 2, \dots, n; S_1, S_2, \dots, S_n; u_1, u_2, \dots, u_n\}$.

Poznámka: V mojej práci sa budem zaoberať len čistými stratégiami

1.1.2. Väžňova dilema.

Jedným z najčastejšie rozoberaných príkladom v teórii hier je Väžňova dilema. Je prezentovaná prostredníctvom príhody o väžňoch, po ktorých je pomenovaná.

Dvaja podozriví zo spáchania závažného zločinu, Anton (A) a Bohuš (B) sú držaní v rôznych celách a nevedia ako vypovedá ten druhý. Polícia však nemá dostatok dôkazov a jediný spôsob ako im to dokázať je ten, že sa niektorý z väžňov prizná. Každý z podozrivých ma teda dve možnosti: buď sa prizná (**P**) alebo sa neprizná (**N**). V tejto hre môžu nastať tieto tri situácie:

- ani jeden sa neprizná a dostanú obaja menší trest po 2 roky basy
- jeden z nich sa prizná a druhý nie a tak ten čo sa neprizná si odsedí 8 rokov a ten čo sa prizná len 1 rok
- obaja sa priznajú a odsedia si po 6 rokov

$$N = \{A, B\}$$

$$S_A = S_B = \{P, N\}$$

$$S = \{(P, P), (P, N), (N, P), (N, N)\}$$

$$u_A(N, N) = u_B(N, N) = -2$$

$$u_A(P, N) = u_B(N, P) = -1$$

$$u_A(N, P) = u_B(P, N) = -8$$

$$u_A(P, P) = u_B(P, P) = -6$$

Tabuľka č.1:

			Bohuš
		P	N
	P	-6, -6	-1, -8
Anton	N	-8, -1	-2, -2

Čísla v tabuľke ukazujú počet rokov vo väzení. Všetky sú záporné, keďže zlodejovým ziskom môže byť len menší počet odsedených rokov. Obaja rozmýšľajú čo urobiť. Ak sa Bohuš prizná, tak sa oplatí priznať aj Antovi. Ak sa Bohuš neprizná, tak Antonovi sa opäť oplatí priznať. Keďže je hra symetrická tak to isté platí aj pre Bohuša. Výsledkom hry teda je že sa obaja priznajú (P, P). Avšak, keby sa nepriznali, dostali by obaja menej. A tu nastáva dilema.

Hra typu väzňová dilema bola rozsiahle študovaná v mnohých variáciách. Najznámejšími aplikáciami sú Preteky v zbrojení medzi Ruskom a Spojenými štátmi, Tragédia spoločnosti a Poľovačka na jeleňa.

1.2. Ostrá a slabá dominancia

Stratégia s ostro dominuje nad stratégiou p , ak stratégia s vždy získa viac, ako stratégia p . Stratégia s slabo dominuje nad inou stratégiou r , ak stratégia s nikdy nezíska menej ako stratégia r , a niekedy získa vyššiu výplatu ako stratégia r . Stratégia je nedominovaná, ak žiadna iná stratégia nad ňou slabo nedominuje

Definícia 1.2.1. Ostrá dominancia

V normálnom tvare hry G , nech $s'_i, s''_i \in S_i$ sú dve akcie hráča i . Stratégia s'_i **ostro dominuje** nad stratégiou s''_i ak

$$u_i(s_1, \dots, s_{i-1}, s'_i, s_{i+1}, \dots, s_n) > u_i(s_1, \dots, s_{i-1}, s''_i, s_{i+1}, \dots, s_n)$$

pre každý profil stratégie $(s_1, \dots, s_{i-1}, s_{i+1}, \dots, s_n)$ ktorý môže byť vytvorený z priestorov akcie ostatných hráčov. (Stratégia s''_i je ostro dominovaná stratégiou s'_i)

Definícia 1.2.2. Slabá dominancia

V normálnom tvare hry G , nech $s'_i, s''_i \in S_i$ sú dve akcie hráča i . Stratégia s'_i **slabo dominuje** nad stratégiou s''_i ak

$$u_i(s_1, \dots, s_{i-1}, s'_i, s_{i+1}, \dots, s_n) \geq u_i(s_1, \dots, s_{i-1}, s''_i, s_{i+1}, \dots, s_n)$$

pre každý profil stratégie $(s_1, \dots, s_{i-1}, s_{i+1}, \dots, s_n)$.

(Stratégia s''_i je slabo dominovaná stratégiou s'_i)

Poznámka: Zvyčajne je ľahšie použiť viacej kompaktný zápis pre profily stratégie. Nech s_i označuje stratégiu i -teho hráča v profile ale namiesto písania $(s_1, \dots, s_{i-1}, s_{i+1}, s_n)$ na označenie množiny stratégií všetkých ostatných hráčov v profile, budeme používať s_{-i} . Takže pod s_{-i} rozumieme stratégie všetkých hráčov okrem hráča i . Úplný profil stratégie môže byť zapísaný ako (s_i, s_{-i}) namiesto $(s_1, \dots, s_{i-1}, s_i, s_{i+1}, \dots, s_n)$. Je to ekvivalentný zápis.

Napríklad v hre Vážňová dilema je druhá stratégia v hre – priznať sa, ostro dominantná nad stratégiou nepriznať sa. Súčasne je stratégia nepriznať sa ostro dominovaná stratégiou priznať sa. Toto platí pre oboch hráčov.

Základným predpokladom je racionálne správanie sa hráča, t.j. že hráč nikdy nepoužije ostro dominovanú stratégiu. Ak v hre existuje stratégia, ktorá ostro dominuje nad všetkými ostatnými stratégiami, tak hráč (keďže je racionálny) si ju určite vyberie. V hre Vážňová dilema je takouto stratégiou priznať sa, platí to pre oboch hráčov. Takto sme pomocou ostrodominantných stratégií našli ekvilibrium Vážňovej dilemy. Obaja sa určite priznajú a posedia si po 6 rokov vo väzení.

Definícia 1.2.2. Hovoríme, že výplata u'_i je **Paretoovsky dominovaná**, ak sa v hre nachádza výplata u''_i taká, že platí:

- Každý hráč ostro preferuje u''_i pred u'_i alebo je indiferentný
- Existuje hráč, ktorý ostro preferuje u''_i pred u'_i .

Výplata je Paretoovsky optimálna, ak nieje Paretoovsky dominovaná žiadnou inou výplatom v hre.

1.3. Nashovo ekvilibrium

Jedným zo základných pojmov celej teórie hier je pojem Nashovo ekvilibrium. Je to zároveň aj najviac používaný koncept riešenia v ekonómii a politickej vede. Je to vzájomne najlepšia odpoveď všetkých hráčov. Hráč nemôže získať viac jednostrannou deviáciou od ekvilibriovej stratégie.

Definícia 1.3.1. Nech G je normálny tvar hry n -hráčov. Profil stratégie (s_i^*, s_{-i}^*) je **Nashovým ekvilibriom**, ak pre každého hráča i a každú stratégiu s_i tohto hráča, (s_i^*, s_{-i}^*) je prinajmenšom tak dobrý, ako profil (s_i, s_{-i}^*) v ktorom si hráč i vyberie s_i a každý iný hráč si vyberie s_{-i}^* :

$$\text{Pre každého hráča } i, u_i(s_i^*, s_{-i}^*) \geq u_i(s_i, s_{-i}^*) \text{ pre každú } s_i \text{ hráča } i.$$

To značí že žiaden z hráčov nemá motiváciu si vybrať odlišnú stratégiu, keď všetci ostatní hráči hrajú stratégie dané ekvilibriom. Profil stratégie je Nashovým ekvilibriom ak žiadny hráč nemá podnet odchyliť sa od jeho stratégie, pokiaľ vezmeme do úvahy, že ostatní hráči sa neodchýlia. Pri hodnotení stratégie pre kandidáta, ktorý je súčasťou Nashovho ekvilibria (profilu stratégie), vždy udržiavame stratégie všetkých ostatných hráčov konštantné.

Pre trochu lepšie pochopenie definície Nashovho ekvilibria, predpokladajme, že existuje nejaký hráč i , pre ktorého s_i nie je reakčnou funkciou k s_{-i} . Potom existuje nejaká s'_i taká, že $u_i(s'_i, s_{-i}) > u_i(s_i, s_{-i})$. Potom tento (najmenej jeden) hráč má podnet odchyliť sa od predpovedí teórie a tieto stratégie nie sú Nashovým ekvilibriom.

Ďalšou dôležitou vecou je pamätať si, že: Nashovo ekvilibrium je profilom stratégie. Nájdenie riešenia hry si vyžaduje jednoduché nájdenie profilov stratégie, ktoré spĺňajú určité racionálne požiadavky. V ostrej dominancii sme požadovali, aby žiadna zo stratégií hráčov v ekvilibriu nebola ostro dominovaná. V Nashovom ekvilibriu požadujeme, aby každá stratégia hráča bola reakčnou funkciou ku stratégiám ostatných hráčov.

1.3.1 Riešenie Väznovej dilemy pomocou Nashovho ekvilibria

V ďalšej časti pristúpime k riešeniu Väznovej dilemy pomocou nájdenia Nashovho ekvilibria (NE) zhodnotením všetkých možných párov akcií.

- (P, P) je jediným NE pretože (a) ak zvážime, že hráč 2 si vyberie P, potom 1 nemôže urobiť lepšie, než si tiež vybrať P ($-6 > -8$); a (b) za predpokladu, že hráč 1 si vyberie P, hráč 2 nemôže urobiť lepšie, než si tiež vybrať P. Žiadny iný profil stratégie nie je NE:

- (N, N) nie je NE, pretože ak si hráč 2 vyberie N, potom hráč 1 sa môže výhodne odchýliť a vyberie si P ($-1 > -2$).

- (N, P) nie je NE, pretože ak si hráč 2 vyberie P, potom hráč 1 môže dostať lepšiu výplatu ak si rovnako vyberie P.

- (P, N) nie je NE, pretože ak si hráč 1 vyberie P, potom hráč 2 môže dostať lepšiu výplatu, ak si rovnako vyberie P.

Keďže toto vyčerpalo všetky možné profily stratégie, (P, P) je jediné Nashovo ekvilibrium tejto hry. Obaja podozriví sa teda priznajú a dostanú po 6 rokov basy aj keď najlepším spoločným výsledkom by bolo nepriznať sa.

1.4. Symetrická hra dvoch hráčov

Užitočná trieda hier v normálnom tvare môže byť aplikovaná v štúdiu interakcií, ktoré sa týkajú anonymných hráčov. Tieto hry sa najčastejšie používajú pre interakcie 2 hráčov. V symetrickej hre majú obaja hráči rovnaké postavenie. Majú rovnaký počet čistých stratégií a výplata pri nejakej stratégii nezávisí od toho, ktorý z hráčov hrá.

Definícia 1.4.1. Normálny tvar hry dvoch hráčov je **symetrický**, ak množiny stratégií hráčov sú rovnaké a ich funkcie výplat sú také, že

$$u_1(s_1, s_2) = u_2(s_2, s_1) \text{ pre každé } (s_1, s_2) \in S.$$

Definícia 1.4.2. Hra $G = \{N, S, u\}$ je asymetrická hra dvoch hráčov, ak nie je symetrická.

Definícia 1.4.3. Profil stratégie (s_1, s_2) je **symetrickým Nashovým ekvilibriom** ak je Nashovým ekvilibriom a platí rovnosť $s_1 = s_2$.

1.5. Hra typu Vážňová dilema

Vážňovú dilemu zapíšeme pomocou všeobecných výplat do nasledujúcej tabuľky 2.

Tabuľka č.2:

		Bohuš	
		P	N
Anton	P	P, P	T, S
	N	S, T	R, R

R (reward) je odmena za vzájomnú spoluprácu. S (sucker's payoff) hlupákov zisk. Ak dôverčivý hráč spolupracuje a neprizná sa a ten druhý ho podrazí, potom získa S. T (temptation) je pokušenie nespolupracovať a získať maximum. Nakoniec P (punishment) označuje trest za vzájomnú nespoluprácu.

Ak je hra typu Vážňová dilema, musia platiť nasledujúce nerovnosti:

$$1, T > R > P > S \quad (1)$$

$$2, R > (T + S) / 2 \quad (2)$$

Prvá nerovnosť je daná charakterom hry. Vážňová dilema je charakteristická tým, že obaja hráči majú jednu ostro dominantnú stratégiu P, ktorá tvorí Nashové ekvilibrium

Druhá nerovnosť sa volá Rapoportova, Chammahova, Alexandrová podmienka a zaručuje konvexnosť množiny prípustných výplat.

Z pôvodnej hry predstavenej na začiatku máme:

$$T = -1, R = -2, P = -6, S = -8$$

$$(1) -1 > -2 > -6 > -8$$

$$(2) -2 > (-1 - 8) / 2$$

Spĺňa predpoklady.

1.6. Opakovaná hra

V opakovaných hrách sa okrem doteraz definovaných stratégií môžu vyskytovať aj stratégie, ktoré závisia od predchádzajúcej hry. Ak si vie stratégia zapamätať predchádzajúce stretnutia a pamätá si určité aspekty predchádzajúcich výplat, potom môže mať formu rozhodovacieho pravidla. Môže to byť funkcia, ktorá zahrá spoluprácu alebo nespuprácu na základe histórie predchádzajúcej hry.

1.6.1. Opakovaná Vázňova dilema

Statická Vázňova dilema má jediné ekvilibrium. Je zaujímave sledovať rozšírenie na opakovanú Vázňovu dilemu. Nashovo ekvilibrium nestačí na výber stratégie, lebo stratégií v množine Nashových ekvilibrií môže byť príliš mnoho. V tejto iterovanej hre môže byť hráč ktorý zahrá P potrestaný tým, že v nasledujúcich periodách bude jeho spoluhráč hrať P, ale naopak hráč hrajúci N odmenený tým, že jeho kumpán zahrá v ďalších iteráciách N.

1.7. Niektoré iné typy hier

1.7.1. Poľovačka na jeleňa a Preteky v zbrojení

Navrhol ju Jean-Jacques Rousseau. Je veľmi podobná hre Vázňová dilema až na to, že každý hráč preferuje výsledok v ktorom obaja navzájom spolupracujú až na jedného, ktorý zbehne.

Sú dvaja poľovníci a každý z nich má dve možnosti výberu. Môže chytiť zajaca s istotou alebo zapojiť sa do lovenia jeleňa. Ak obaja sledujú jeleňa, určite ho chytia a

rovnako sa rozdelia. Tento podiel je určite väčší než zajac. Ak hociktorý z nich poľuje na zajaca, kým ten druhý sleduje jeleňa, tak ten ktorý chyť zajaca, si zoberie úlovok domov, kým ten druhý pôjde domov naprázdno.

Situácia zbrojenia je lepší model, pretože nadobúdanie zbraní je nákladné a zbytočné, ak sa ten ďalší odzbrojil a svojim podaním nám aj lepšie korešponduje s témou ktorú sa chystáme skúmať (terorizmus a antiterorizmus). Tabuľka 2 znázorňuje strategickú situáciu Poľovačky na jeleňa aplikovanú na Preteky v zbrojení. Hráči USA a Rusko majú dve možnosti – zbrojiť (Zb) a nezbrojiť (Ne).

$$N = \{USA, RUS\}$$

$$S_{USA} = S_{RUS} = \{Zb, Ne\}$$

V tejto situácii je zbrojenie nákladné, takže obe krajiny najviac preferujú taký výsledok, kedy ani jeden z nich nebude zbrojiť. Druhým najlepším výsledkom je jednostranné zbrojenie, pretože to zabezpečuje bezpečnosť (môže slúžiť na vytázenie výhod). Tretím najlepším výsledkom je, keď obaja zbroja. Hoci to nezmení vojenskú rovnováhu, ale je to nákladné, a tak obaja na to doplácajú. Najhorším výsledkom je ak nezbrojíme, kým druhá strana jednostranne zbrojí. V tomto prípade druhá strana môže z toho vytážiť obrovské výhody.

Tabuľka č.3:

		Rusko	
		Zbrojiť	Nezbrojiť
USA	Zbrojiť	1, 1	2, 0
	Nezbrojiť	0, 2	3, 3

Hra má v čistých stratégiach dve Nashové ekvilibria: (Zbrojiť, Zbrojiť) a (Nezbrojiť, Nezbrojiť). Výhodnejším ekvilibriom pre oboch je nezbrojiť.

1.7.2. Chicken

Dvaja teenegeri James a Dean si potrebujú niečo dokázať a tiež sa vytiahnuť pred pred svojimi kamarátmi. Jeden druhého preto vyzvú na súboj. Podstatou tohto súboja je to, že sa rútia proti sebe na autách v kolíznom kurze. Ten, kto prvý nevydrží s nervami a uhne, je “chicken” a vyslúži si posmech okolia. Mladík, ktorý neuhne je víťaz a získa všetku pozornosť a uznanie okolia. James aj Dean majú dve možnosti, buď sa uhnú, alebo pôjdu stále rovno.

$$N = \{\text{James, Dean}\}$$

$$S_{\text{James}} = S_{\text{Dean}} = \{\text{Uhne, Rovno}\}$$

Pre každého z nich je najlepšou možnosťou keď pôjde rovno a ten druhý sa uhne. Najhrošou možnosťou je keď sa neuhne ani jeden a zrazia sa. Radšej byť chicken ako mŕtvy. A nakoniec, lepšie je byť chicken s kolegom ako sám.

Tabuľka č.4:

		Dean	
		Uhne	Rovno
James	Uhne	0, 0	1, -1
	Rovno	-1, 1	2, -2

Hra má opäť dve Nashové ekvilibriá: (*Uhne, Rovno*) a (*Rovno, Uhne*).

2. Terorizmus a antiterorizmus

2.1. Terorizmus

Slovo terorizmus rezonuje v médiach, v posledných rokoch dosť často. Najmä po 11. septembri 2001 sa stalo jedným z najpoužívanějších na svete. Väčšina ľudí si pri tomto slove vybaví bradatých islamistoch útočiacich na dvojčky alebo samovražebných atentátnikov, ktorí sa s výkrikom “Alah akbar” odpaľucích sa v metre. Z pohľadu akademikov to zas až tak jednoducho nevyzerá. Jednotná a všepokryvajúca definícia terorizmu neexistuje. Príčinou je množstvo cieľov a prostriedkov terorizmu, ktoré sa navyše aj rýchlo menia a vyvíjajú v čase. Teda ja keď nájdeme dobrú definíciu nastane udalosť (napr. teroristický útok), ktorý pod túto definíciu nespadá. Toto je verzia Ministerstva obrany SR [8]. Je pomerne všeobecná a vychádza z definície USA vlády.

Terorizmus je metóda na dosiahnutie spravidla politických cieľov prevažne menšinových skupín nezakonnými a násilnými prostriedkami použitých voči zúčastneným alebo nezúčastneným osobám, objektom veciam (technickým prostriedkom), ktorej účelom je prinútiť štátnu moc (zákonodarnú, súdnu, výkonnú) vlastnej alebo cudzej krajiny, záujmovú skupinu, prípadne i jednotlivcov k vykonaniu opatrení v záujme skupiny, ktorá je pôvodcom terorizmu. Konkrétnym cieľom môže byť splnenie požiadaviek, zmena postojov, vyvolanie lokálnych, štátnych, regionálnych, globálnych kríz, získanie sympatizantov či podporovateľov a pod. Najefektívnejším a najpoužívanejším prostriedkom metódy terorizmu je využitie psychologického efektu vyvolaného vykonaním alebo hroziacim násilím tretím osobám vo veľkom rozsahu. Pomocou simulácie náhodnosti vytvárajú teroristi atmosféru strachu, kde sa každý cíti zraniteľný. September 2001 bol pre vlády bolestivým upozornením na novu generáciu terorizmu (teroristov), ktorých primárnym cieľom pri teroristických útokoch je čo najväčší počet nevinných obetí. Rozpočet pre americkú Homeland Security (agentúra pre boj proti teroristom) vzrástol od medzi rokmi 2002 a 2004 o 60% na 36,2 milárd amerických dolárov.

Teroristické skupiny môžu mať rôzny tvar a veľkosť. Niektoré (IRA, ETA, Cosa Nostra, Hamas) su geograficky sústredené a kultúrne a politicky homogénne. Svoje akcie prevádzajú lokálne na územi jedného štátu. Iné, ako napríklad všetkým veľmi dobre známa Al-káida, geograficky, kultúrne a politicky veľmi rôznorodé. Keďže vykonávajú svoje akcie na územi, alebo proti majetku viacerých štátov a národov, nazveme ich nadnárodné teroristické skupiny. V práci zmienení teroristi patria do práve do tejto druhej skupiny.

2.2. Protiterorizmus

Boj s terorizmom sa označuje aj ako protiterorizmus. Stretávame sa však aj s pomenovaniami antiterorizmus, protiteroristická politika, vojna s terorizmom atď. Jednou zo základných zásad boja s terorizmom je neustupovať požiadavkám teroristov. Spočiatku boj s terorizmom spočíval predovšetkým v reakcii silových zložiek štátnych orgánov na prejavy a dôsledky terorizmu. Ukázalo sa však, že moc, represie a násilie nie sú vždy dostatočne schopné teroristov zastrašiť či odradiť od ich činov. Prvú líniu v boji s terorizmom tvorili od začiatku policajti. S rozvojom terorizmu sa do popredia dostávalo vytváranie špeciálnych jednotiek, ktoré sú schopné v prípade potreby rýchlo a účinne zasiahnuť v protiteroristických akciách. Prvoradý záujem o vytvorenie jednotného systému celosvetového charakteru v boji s terorizmom má USA. Postupne sa k nemu pridávajú ďalšie štáty. Dosiaľ najväčšiu koordinovanú medzinárodnú silu v boji s terorizmom predstavuje protiteroristická koalícia, ktorá vznikla po septembri 2001.

Ako už z názvu vyplýva, protiterorizmus (angl. counterterrorism - CT) je súbor aktivít, ktorých cieľom je zabrániť alebo aspoň výrazne sťažiť teroristom vykonanie teroristických útokov. Protiterorizmus zahŕňa dva základne prístupy (politiky):

Aktívna politika - zahŕňajúca priamé akcie voči teroristom a ich sponzorom, ničenie výcvikových táborov, infiltrovanie teroristických skupín, zhromažďovanie informácií o teroristoch a blokovanie účtov teroristických skupín.

Defenzívna politika - pasívna stratégia, patrí tu montovanie technických bariér (detektory kovov na letiskách), opevňovanie potenciálnych cieľov a zabezpečovanie vonkajších hraníc krajiny. Defenzívne protiteroristické opatrenia majú za úlohu odstrašiť teroristov od útoku tým, že ho robia ťažším, drahším a s väčšími negatívnymi dôsledkami pre páchatel'a (ničenie domov samovražedných atentátnikov v Izraeli). Toto úsilie odradiť teroristu od útoku na určité cieľe ma za následok zmenu formy teroristického útoku (pokles únosov lietadiel a ľudí), krajín alebo regiónov kde je možnosť teroristického útoku jednoduchšia.

Pred chránením potenciálnych cieľov, predchádzanie útokom poskytuje verejný úžitok všetkým krajinám. V kontraste s tým, odchýlenie útokov na relatívne menej chránene cieľe odradením alebo inou defenzívnou politikou vyžaduje určité spoločenské náklady. To je v protiklade so správaním sa štátov, ktoré prejavujú sklon k obrannej taktike pred prevenciou útokov. Jedným z cieľov mojej práce je prostredníctvom teórie hier vysvetliť a popísať túto tendenciu.

3. Terorizmus a teória hier

Krajiny majú možnosť vybrať si preventívny útok, odradenie, alebo kombináciu predchadzajúcich prístupov. Niekôr preskúmame aj štruktúru iných defenzívnych a aktívnych politík. Množstvo hier je relevantné, nielen kôli množstvu protiteroristických opatrení, ale aj kôli rôznosti scenárov pre každé jedno opatrenie. Preto je teória hier veľmi dobrým nástroj na skúmanie protiterorizmu, pretože zachytáva vzťahy medzi teroristami a zasiahnutými krajinami, ktorých rozhodnutia sú nezávislé. Teória hier tiež predpokladá, že každý hráč je racionálny a dokáže odhadnúť protivníkov. Teda štáty musia najprv vedieť svoju pozíciu a pozíciu svojich protivníkov v tejto hre. Pre najlepšiu reakciu (rozhodnutie) predpovedať nielen akcie teroristov, ale aj akcie ostatných krajín - možnosť ohrozenia ich plánov, prípadne využitie akcií iných ostatných krajín. V dnešnom svete, kde je teroristická sieť globálnou hrozbou, je toto vedomie o akciách ostatných veľmi dôležité pre formuláciu efektívnej protiteroristickej politiky.

3.1. Základne pojmy

Máme dvoch hráčov (potencionálne teroristické ciele) – USA a EU. Každý z nich má dve možnosti zakročiť (Preempt - Pr), odradiť (Deter - De) alebo nereagovať (zachovať status quo - SQ).

Zakročiť - Preventívny útok voči teroristom, je to jedna zo základných foriem aktívnej protiteroristickej politiky. Sú vedené útoky na teroristov a ich aktíva s cieľom oslabiť ich.

Odradiť - Jedna zo základných foriem defenzívnej protiteroristickej politiky. Cieľom tejto politiky je odradiť teroristov od útoku na určitý cieľ alebo štát prostredníctvom obranných opatrení. Ide napríklad o zavádzanie opatrení na letiskách (detektory kovov) za účelom zníženia počtu únosov lietadiel. Táto taktika v podstate spôsobí to, že teroristi sa radšej sa vyhnú pôvodného cieľa a zaútočia inde a z rovnakou silou.

Status Quo – Krajina sa nerozhodne ani pre jednu z predchádzajúcich stratégií a v podstate čaká čo urobia teroristi.

Väčšina hier, ktoré v tejto práci predstavím, bude mať nasledujúcu štruktúru. Dvaja hráči, dve krajiny ohrozené terorizmom Spojené štáty (USA) a Európska únia (EU), sa rozhodujú medzi tromi stratégiami.

$$N = \{USA, EU\}$$

$$S_{USA} = \{Pr, SQ, De\} \text{ a } S_{EU} = \{Pr, SQ, De\}$$

$$S = S_{USA} \times S_{EU} = \{ (Pr, Pr), (Pr, SQ), (Pr, De), (SQ, Pr), (SQ, SQ), (SQ, De), (De, Pr), (De, SQ), (De, De) \}$$

Pasívnym hráčom v tejto hre sú teroristi, rozhodnutí zaútočiť na slabšieho, alebo v prípade rovnako silného odraďovania od oboch krajín, rozdeliť útok medzi ne.

Každá strategická analýza rozhodnutia medzi akciou zakročenie a akciou odraďenie musí vysvetliť čistý verejný zisk všetkých potencionálnych cieľov – krajín. Priamy útok voči teroristom zabezpečí všetkých, pretože oslabení teroristi sú menšou hrozbou pre všetkých. Na druhej strane odraďenie vyrobí určité náklady nielen krajine ktorá ho praktizuje, ale aj ostatným krajinám (zvýšenie pravdepodobnosti útoku). Táto krajina vynakladá náklady nielen na obranu krajiny, ale platí aj spoločenské náklady (PC - public cost) za útoky na ich občanov, majetok a záujmy za hranicami.

3.2. Hra o protiterorizme

Pre lepšie pochopenie si hru rozdelíme na dve prelinajúce sa podhry.

1, Podhra na zakročenie (ľavohorný 2 x 2 kvadrant), kde sa krajiny môžu rozhodnúť medzi zakročením (Pr) a zachovaním statusu quo (SQ). Každá preventívna akcia prinesie úžitok veľkosti 4 pre obe krajiny a náklady 6 pre toho kto ju vykoná. Ak USA zakročia

proti teroristom a EU nie, tak ich zisk bude -2 (4 – 6) kým úžitok EU je 4. Keďže je to symetrická hra, platia opačné výplaty ak sa hráči vymenia. Ak zakročia obe, tak každá z nich získa 2 (4x2 – 6). Pri nečinnosti sú výhry nulové.

$$u_{USA}(Pr, Pr) = u_{EU}(Pr, Pr) = 2$$

$$u_{USA}(Pr, SQ) = u_{EU}(Pr, SQ) = -2$$

$$u_{USA}(SQ, SQ) = u_{EU}(SQ, SQ) = 0$$

$$u_{USA}(SQ, Pr) = u_{EU}(SQ, Pr) = 4$$

Tabuľka č.5:

		EU	
		Zakročiť	Status Quo
USA	Zakročiť	2, 2	-2, 4
	Status Quo	4, -2	0, 0

Táto podhra je hra typu Väzňová dilema s jediným Nashovým ekvilibriom v čistých stratégiach, kde zostanú obaja hráči nečinní (SQ, SQ). Toto ekvilibrium je Pareto dominantné.

2, Podhra na odradenie, kde sa krajiny rozhodujú medzi hraním defenzívnej stratégie odradenie (De) a zachovaním súčasného (SQ). Táto podhra je tiež symetrická. Náklady na odradenie teroristov od vykonania útoku sú pre obe krajiny 4 (náklady na zvýšenie bezpečnosti, teroristický útok na občanov zahraničí). Týmito opatreniami dosiahne zisk 6, ak teda EU (a USA nie) prijme odradujúce opatrenia, tak jej výplata bude 2 (6 – 4), zatiaľ čo výplatou USA ako vybratého cieľa bude -4. Ak obe krajiny prijmu opatrenia a teroristi rozdelia útok medzi obe krajiny, výplaty oboch budú zhodne -2 (6 – 4x2).

$$u_{USA}(SQ, De) = u_{EU}(SQ, De) = -4$$

$$u_{USA}(SQ, SQ) = u_{EU}(SQ, SQ) = 0$$

$$u_{USA}(De, SQ) = u_{EU}(De, SQ) = 2$$

$$u_{USA}(De, De) = u_{EU}(De, De) = 2$$

Tabuľka č.6:

		EU	
		Status Quo	Odradiť
USA	Status Quo	0, 0	-4, 2
	Odradiť	2, -4	2, -2

Keď sa pozrieme na Tabuľku 6, tak opäť vidíme hru typu Vážňovu dilema s jediným Nashovým ekvilibriom v čistých stratégiách, kde obaja príjmu opatrenia na odradenie teroristov od útoku (De, De). Teda, stratégia (De, De) je preferovaná pred stratégiou (SQ, SQ), ktorá je zas preferovaná pred (Pr, Pr).

Následne hru doplníme o ostatné výplaty: ak jeden hráč preventívne zakročí (Pr) a druhý zahrá defenzívnu odrad'ovacu akciu, tak výplatou prvého je -6 (4 - 6 - 4), zatiaľ čo výplata druhého bude 6 (6 + 4 - 4).

$$u_{USA}(Pr, De) = u_{EU}(Pr, De) = -6$$

$$u_{USA}(De, Pr) = u_{EU}(De, Pr) = 6$$

Tabuľka č.7:

		EU		
		Zakročiť	Status Quo	Odradiť
USA	Zakročiť	2, 2	-2, 4	-6, 6
	Status Quo	4, -2	0, 0	-4, 2
	Odradiť	6, -6	2, -4	-2, -2

Dominantnou stratégiou každého z hráčov v celej hre je De – odradenie a následne Nashovým ekvilibriom v čistých stratégiách celej hry je (De, De). V tejto hre klesá smerom nadol a do prava súčet výplat, ale Nashove ekvilibrium a teda výstup ktorý sa hrá, je v pravom dolnom rohu a teda najhoršie spoločné riešenie v čom je paradox. Platí

to pre tento špecifický príklad, v ďalšej časti sa posnažíme úlohu zovšeobecniť ukázať, že to platí aj všeobecne.

3.3. Všeobecný prípad protiteroristickej hry

Teraz špecifickú hru s predchádzajúceho príkladu zovšeobecníme tým, že fixné náklady a zisky nahradíme všeobecnými. Reakcie teroristov v tejto hre sú potlačené, keďže sú konzistentné s verejnými aspektmi zastrasovania a preventívneho zásahu.

B – verejný zisk (zisk oboch hráčov) z preventívneho zakročenia

c – náklady na zakročenie

C – náklady na odrazenie, náklady ak sa teroristický útok uskutočnil

b – súkromný zisk (jedného hráča) z odrazenia.

$$\mathbf{B, c, C, b > 0}$$

Hru si podobne ako predchádzajúcom prípade rozdelíme na dve prekryvajúce sa podhry:

1, Kľúčovou črtou hry na zakročenie je verejný úžitok so zákroku jedného hráča. Ten obdrží výplatu $B-c$ kde $c > B$. Ak obe krajiny zakročia, tak každá z nich obdrží výplatu $2B-c$, ktorá je súčet ziskov zo zakročenia a následne odčítanie nákladov naň. Pri obojstrannej nečinnosti sú výhry nulové.

$$u_{USA}(Pr, Pr) = u_{EU}(Pr, Pr) = 2B - c$$

$$u_{USA}(Pr, SQ) = u_{EU}(Pr, SQ) = B - c$$

$$u_{USA}(SQ, SQ) = u_{EU}(SQ, SQ) = 0$$

$$u_{USA}(SQ, Pr) = u_{EU}(SQ, Pr) = B$$

Keďže ide o hru typu Vězňova dilema platí:

$$(1) T > R > P > S \Rightarrow B > 2B - c > 0 > B - c \Rightarrow$$

$$(a) 2B > c$$

$$(b) c > B$$

$$(2) R > (T + S) / 2 \Rightarrow 2B - c > (B + B - c) / 2 \text{ (zrejmé)}$$

A teda nerovnosť (i) $2B > c > B$ je dostatočnou podmienkou nato, aby bolo táto hra typu väzňovou dilema (PD).

Ostro dominantnou stratégiou hry je nerobiť nič (SQ) a Nashovým ekvilibriom v čistých stratégiach výstup (SQ, SQ).

Tabuľka č.8:

		EU	
		Zakročiť'	Status Quo
USA	Zakročiť'	2B - c, 2B - c	B - c, B
	Status Quo	B, B - c	0, 0

2, Druhou hrou je podhra na odradenie, kde každý hráč môže vybrať medzi nákladnými obrannými opatreniami (odradenie) a nevyvíjaním žiadnej akcie v tomto smere. Ak jeden hráč hrá odredenie a ten druhý nie, tak prvý hráč obdrží výplatu $b - C$ (teroristi zaútočia v druhej krajine – náklady na odradenie) a druhý hráč $- C$ (teroristický útok). Ak obaja hrajú akciu odradenie, tak teroristi sú indiferentní a uskutočnia útok v oboch krajinách ($b - 2C$).

$$u_{USA}(SQ, De) = u_{EU}(SQ, De) = -C$$

$$u_{USA}(SQ, SQ) = u_{EU}(SQ, SQ) = 0$$

$$u_{USA}(De, SQ) = u_{EU}(De, SQ) = b - C$$

$$u_{USA}(De, De) = u_{EU}(De, De) = b - 2C$$

Kedže chceme, aby táto hra bola hra typu Väzňova dilema, musí platiť nasledujúca podmienka pre hry tohto typu:

$$(1) T > R > P > S \Rightarrow b - C > 0 > b - 2C > -C \Rightarrow$$

$$(a) 2C > b$$

$$(b) b > C$$

$$(2) R > (T + S) / 2 \Rightarrow 0 > (b - C + b - 2C) / 2 \Rightarrow 1.5C > b$$

$$2C > 1.5C > b > C \Rightarrow (ii) 2C > b > C$$

$$u_{USA}(Pr, Pr) = u_{EU}(Pr, Pr) = 2B - c$$

$$u_{USA}(Pr, SQ) = u_{EU}(Pr, SQ) = B - c$$

$$u_{USA}(SQ, SQ) = u_{EU}(SQ, SQ) = 0$$

$$u_{USA}(SQ, Pr) = u_{EU}(SQ, Pr) = B$$

Tabuľka č.9:

		EU	
		Status Quo	Odradiť
USA	Status Quo	0, 0	- C, b - C
	Odradiť	b - C, - C	b - 2C, b - 2C

Dominantnou stratégiou pre oboch hráčov je hrať odradenie a Nashovým ekvilibriom hry v čistých stratégiách profil (De, De).

Tieto dve podhry opäť včleníme do hry 3 x 3 a doplníme o chýbajúce profily akcií. Ak prvý hráč hrá odradenie a druhý zakročenie, tak prvý získa výplatu $B + b - C$ (verejný úžitok + súkromný úžitok z odklonenia útoku + náklady z odradenia). Hráč ktorý hral stratégiu P dostane výplatu $B - c - C$.

$$u_{USA}(Pr, De) = u_{EU}(Pr, De) = B - c - C$$

$$u_{USA}(De, Pr) = u_{EU}(De, Pr) = B + b - C$$

Tabuľka č.10:

		EU		
		Zakročiť	Status Quo	Odradiť
USA	Zakročiť	2B - c, 2B - c	B - c, B	B - c - C, B + b - C
	Status Quo	B, B - c	0, 0	- C, b - C
	Odradiť	B + b - C, B - c - C	b - C, - C	b - 2C, b - 2C

Z dvoch predchádzajúcich nerovností (i) a (ii) vyplýva dominantná stratégia odradenie, a teda NE pre celú hru je profil akcií (De, De). Obaja hráči sa budú snažiť odradiť teroristov od útoku na ich krajinu a tým aj odkloniť útok na druhú krajinu. Paradoxne je tento výstup najhorším možným spoločným výsledkom. Toto zovšeobecnenie hry, nazveme ju **Základná všeobecná hra**, nezahŕňa stálosť teroristickej hrozby.

3.4. Opakovaná protiteroristická hra

Zasiahnuté krajiny nečelia teroristickej hrozbe len raz, ale prakticky nesustále. Vykonanie teroristického útoku neznamena koniec hrozby, ale prakticky len posun na ďalšiu iteráciu (deň, mesiac, rok), kde sa krajiny opäť rozhodujú medzi stratégiami. Preto som sa rozhodol vyšetriť situáciu, kde máme dve krajiny s dvoma stratégiami v nekonečne opakovanej hre s diskontným faktorom δ . Opakovane hráme túto modifikáciu Základnej všeobecnej hry, kde sme pre zjednodušenie vynechali stratégiu SQ.

$$N = \{USA, EU\}$$

$$S_{USA} = \{Pr, De\} \text{ a } S_{EU} = \{Pr, De\}$$

$$S = S_{USA} \times S_{EU} = \{(Pr, Pr), (Pr, De), (De, Pr), (De, De)\}$$

$$u_{USA}(Pr, Pr) = u_{EU}(Pr, Pr) = 2B - c$$

$$u_{USA}(Pr, De) = u_{EU}(Pr, De) = B - c - C$$

$$u_{USA}(De, Pr) = u_{EU}(De, Pr) = B + b - C$$

$$u_{USA}(De, De) = u_{EU}(De, De) = b - 2C$$

Tabuľka č.11:

		EU	
		Zakročiť'	Odradiť'
USA	Zakročiť'	2B - c, 2B - c	B - c - C, B + b - C
	Odradiť'	B + b - C, B - c - C	b - 2C, b - 2C

Majme situáciu (profil stratégií), kde jeden hráč začne stratégiou zakročiť a hrá ju v každej iterácii ak ju v predchádzajúcej iterácii hral aj druhý hráč. Akonáhle sa druhý hráč v n-tej iterácii odkloní a zahrá De, prvý hráč hrá v n + 1 a vyššej iterácii už len túto stratégiu. Stálosť hrania zakročenia nastane, ak platí nasledujú vzťah:

$$(iii) \delta \geq [(b + c) - (B + C)] / (B + C)$$

Dôkaz: Hráči hrajú zakročenie, ak súčasťná hodnota výplaty zo obojstranného zakročenia (Pr, Pr) je vyššia ako výhra z jednostranného zahraniťa odradenia (De, Pr) a následného hrania ekvilibria (De, De) po celý zvyšok hry.

$$(u_i(Pr, Pr)) / (1 - \delta) \geq u_i(De, Pr) + u_i(De, De) \cdot \delta + u_i(Pr, Pr) \cdot \delta^2 + \dots$$

$$(2B - c) / (1 - \delta) \geq B + b - C + (b - 2C) \cdot \delta + (b - 2C) \cdot \delta^2 + \dots$$

$$(2B - c) / (1 - \delta) \geq B + b - C - (b - 2C) + (b - 2C) / (1 - \delta) \quad / \cdot (1 - \delta)$$

$$2B - c \geq (B + C) \cdot (1 - \delta) + (b - 2C)$$

$$(B + C) \cdot \delta \geq -B - C + b + c$$

$$\delta \geq [(b + c) - (B + C)] / (B + C) \quad (iii)$$

Spoločný zákrok oboch krajín má v tomto prípade väčšiu šancu, ak je súčet verejných ziskov a nákladov väčší ako súčet súkromných ziskov a nákladov. Súkromná motivácia musí byť nižšia ako vonkajšie vplyvy na dosiahnutie splupráce pri zakročení voči

teroristom. Udržateľnosť spolupráce krajín tiež závisí na diskontnom faktore δ . Na dosiahnutie tohoto cieľa potrebujeme vyriešiť dva základné problémy:

1. Ekvilibriom hry je (De, De). Obaja hráči sa musia dohodnúť a koordinovať svoje akcie pri presune z hrania odradenia do nového ekvilibria (Pr, Pr).
2. Obaja hrajú ekvilibriové stratégie (Pr, Pr). Je tu potreba udržiavania tohoto ekvilibria. Aj keď platí podmienka (iii) a hra má v opakovanej hre Nashove ekvilibrium (Pr, Pr), nemusí byť toto ekvilibrium dlhodobu udržateľné. Problémom sú hráči. Vlády reprezentujúce krajiny majú tendenciu vo v čase blízko volieb preferovať krátkodobé ciele pred dlhodobými. Teda, aj keď je (Pr, Pr) ekvilibriom opakovanej hry, Nashovým ekvilibriom pri poslednej iterácii je profil akcií (De, De).

Výsledky nekonečne opakovanej základnej hry sú ekvivalentné k výsledkom konečnej s tým, kde δ je pravdepodobnosť toho, že táto perióda nieje posledná. A teda δ súčasne reprezentuje pravdepodobnosť znovuzvolenia. Pre krátkosť volebných období a relatívne časté zmeny vlád v krajinách je (Pr, Pr) ekvilibrium dlhodobu neudržateľné (tu môžeme vidieť silnejšie postavenie totalitných režimov a ich “výhodu” oproti demokraciám, kde k zmene vlády tak často nedochádza). Naším cieľom je nájsť situácii kde je profil (Pr, Pr) ekvilibriom.

3.5. Hrozba obojstrannej nečinnosti

Opäť vychádzame zo základnej hry s tým rozdielom, že ak ani jeden hráč nevykoná žiadnu činnosť (SQ, SQ), tak každý z nich obdrží výplatu veľkosti $-D$. Hodnota $-D$ je zároveň najnižšou možnou výplatou v hre.

$$u_{USA}(SQ, SQ) = u_{EU}(SQ, SQ) = -D$$

$$(iv) \quad -D = u_i(\text{Status Quo}, \text{Status Quo}) < \min\{B - c, -C\}$$

1, Podhra na zakročenie (2x2) sa nám teraz zmení na hru typu Chicken.

Tabuľka č.12:

		EU	
		Zakročiť	Status Quo
USA	Zakročiť	$2B - c, 2B - c$	$B - c, B$
	Status Quo	$B, B - c$	$- D, - D$

Nashové ekvilibria hry sú dve – (Pr, SQ) a (SQ, Pr). Teda situácie keď jeden hráč zakročí voči teroristom (Pr) a druhý neurobí nič (SQ).

2, NE hry na odradenie je opäť obojstranné hranie akcie odradiť (De, De). V ňom však má aspoň jeden hráč horšiu výplatu, ako v jednom z ekvilibrií v hre na zakročenie (ak $B - c > b - 2C$).

Tabuľka č.13:

		EU	
		Status Quo	Odradiť
USA	Status Quo	$- D, - D$	$- C, b - C$
	Odradiť	$b - C, - C$	$b - 2C, b - 2C$

Teraz sa opäť pozrieme ako vyzerá hra ako celok:

Tabuľka č.14:

		EU		
		Zakročiť	Status Quo	Odradiť
USA	Zakročiť	$2B - c, 2B - c$	$B - c, B$	$B - c - C, B + b - C$
	Status Quo	$B, B - c$	$- D, - D$	$- C, b - C$
	Odradiť	$B + b - C, B - c - C$	$b - C, - C$	$b - 2C, b - 2C$

Hra má jedno NE zhodné s ekvilibriom základnej hry, keď sa obe krajiny rozhodnú uplatniť opatrenia na odradenie teroristov od útoku u nich doma. Znovu demonštrovanie trvácnosti hrania odradenia.

3.6. Prahové zakročenie

V nasledujúcej časti budeme skúmať ohybnosť ekvilibria (De, De) a teda hodnotu premenných pri ktorej sa krajiny odklonia z hrania tohoto ekvilibria. Formulujeme prahovú hru, v ktorej je úžitok B realizovaný len za predpokladu, že zakročia obaja hráči. Predpokladom na takúto formuláciu je skutočnosť, že jednostranné zakročenie stráca časom na účinnosti. Ak jedna krajina zostane bokom a nepodporí embargo, tak vlastne sabotuje úsilie tej druhej, keďže embargo je vlastne neúčinné. Tak ako odvetná operácia USA voči Líbii v 1986, ktorá nemala trvalejší dopad na situáciu v regióne. Hru si opäť rozdelíme na dve prekryvajúce sa podhry 2 x 2.

1, Oproti základnej hre nastali zmeny pri situáciách kde jedna krajina volí zakročiť a druhá akciu odradiť. Všetky výplaty v tejto kombinácii sú menšie o spoločenský zisk B.

$$u_{USA}(Pr, Pr) = u_{EU}(Pr, Pr) = 2B - c$$

$$u_{USA}(Pr, SQ) = u_{EU}(Pr, SQ) = -c$$

$$u_{USA}(SQ, SQ) = u_{EU}(SQ, SQ) = 0$$

$$u_{USA}(SQ, Pr) = u_{EU}(SQ, Pr) = 0$$

Tabuľka č.15:

		EU	
		Zakročiť	Status Quo
USA	Zakročiť	2B - c, 2B - c	- c, 0
	Status Quo	0, - c	0, 0

Podhra na zakročenie má v tomto prípade tvar ako hra Poľovačka na jeleňa. V hre máme dve Nashove ekvilibria v čistých stratégiach (Pr, Pr) a (SQ, SQ), z ktorých sa hráčom neoplatí deviovať. Ekvilibriom s lepším výstupom pre oboch hráčov je, keď proti teroristom zakročia obidve krajiny (vidíme z (i)). Cieľom hráčov je zariadiť aby sa hralo práve tento profil akcií – nutnosť koordinácie krokov.

2, Výplaty podhry na odradenie zostanú v porovnaní so základnou hrou nezmenené a NE ostáva (De, De).

Znovu doplníme kombináciu akcií kde jeden hráč zakročí a druhý sa snaží teroristov odradiť ((Pr, De) a (De, Pr). V týchto prípadoch opäť v porovnaní so základnou hrou vynecháme verejný úžitok zo zakročenia B.

$$u_{USA}(Pr, De) = u_{EU}(Pr, De) = -c - C$$

$$u_{USA}(De, Pr) = u_{EU}(De, Pr) = b - C$$

Tabuľka č.16:

		EU		
		Zakročiť	Status Quo	Odradenie
USA	Zakročiť	2B - c, 2B - c	- c, 0	- c - C, b - C
	Status Quo	0, - c	0, 0	- C, b - C
	Odradenia	b - C, - c - C	b - C, - C	b - 2C, b - 2C

V celej hre ostro dominuje odradenie nad statusom quo, ale nemusí dominovať aj nad zakročením, hra nemá dominantnú stratégiu. Obojstranné hranie odradenia (De, De) však aj naďalej zostáva Nashovým ekvilibríom hry v čistých stratégiach.

V prípade, že platí vzťah (v), má hra ďalšie Nashovo ekvilibrium – obojstranne zakročenie (Pr, Pr). Nastane situácia keď sa jednému hráčovi viac oplatí pridať k druhému hráčovi v zakročení, ako ho v tom nechať samého (má vyššiu výplatu).

(v)

$$2B - c \geq b - C$$

Príklad 3.6.1. Ak dosadíme namiesto premenných hodnoty z exaktnej protiteroristickej hry (kapitola 3.1.), tak dostaneme nasledujúci výsledok:

$$B = 4, b = 6, c = 6, C = 4$$

$$z(v) : 2B - c = 2 = b - C$$

Tabuľka č.17:

		EU		
		Zakročiť	Status Quo	Odradenie
USA	Zakročiť	2, 2	- 6, 0	- 10, 2
	Status Quo	0, - 6	0, 0	- 4, 2
	Odradenia	2, - 10	2, - 4	- 2, - 2

Vidíme tu slabú dominanciu odradenia a dve ekvilibria - (De, De) a (Pr, Pr). Pravdepodobnejším ekvilibriom hry je (De, De), ktoré je však pareto menšie ako (Pr, Pr).

3.7. *Asymetrická hra*

Všetky predchádzajúce variácie základnej protiteroristickej hry boli symetrické hry. V reálnom svete, ktorý sa snažíme popísať, však tieto hry symetrické nie sú. Rôzne krajiny majú z tých istých stratégií odlišné výplaty. Tie krajiny, ktoré sú aktívne zapojené do boja proti medzinárodnému terorizmu majú jednu častú vlastnosť - veľká časť teroristických útokov je smerovaná práve na ne. Izrael podniká často útoky na teroristov a ničí ich infraštruktúru v nádeji, že ich tým oslabí. Spojené Štáty sú vodcom protiteroristickej koalície a najväčším vykonávateľom protiteroristických operácií. Dôsledkom toho je fakt, že približne 40% všetkých nadnárodných teroristických akcií je smerovaných na občanom USA a ich majetku ([9] Table 1).

Krajiny majú tendenciu viac sa angažovať v boji proti domácim teroristom, lebo získajú všetok benefit zo zakročenia. Proti medzinárodným teroristom na domácej pôde sú krajiny viac agresívne, len ak ohrozujú ich záujmy (Red Brigades – Taliansko, Red Army

Faction – Západné Nemecko etc.), ale len málo aktívne ak predstavovali práve pre nich malý risk (November 17 – Grécko).

Modelujeme asymetrické zisky zo zakročenia tak, že súkromný zisk zo zakročenia má USA väčší ako EU. USA získa z vlastného zakročenia výplatu $2B$, naproti tomu EU zostane pôvodná výplata B pričom náklady na zakročenie zostávajú také isté ako v základnej hre. Ak USA zakročí samostatne, tak získa $2B - c$, a EU iba B . Teda ako vidíme nižšie, má USA v situáciach kde zakročí výhry o B väčšie ako v základnej hre, zatiaľ čo výhry EU zostávajú nezmenené (asymetria).

$$u_{USA}(Pr, Pr) = 3B - c, \quad u_{EU}(Pr, Pr) = 2B - c$$

$$u_{USA}(Pr, SQ) = 2B - c, \quad u_{EU}(Pr, SQ) = B - c$$

$$u_{USA}(Pr, De) = 2B - c - C, \quad u_{EU}(Pr, De) = B - c - C$$

$$u_{USA}(SQ, SQ) = u_{EU}(SQ, SQ) = 0$$

$$u_{USA}(SQ, Pr) = u_{EU}(SQ, Pr) = B$$

$$u_{USA}(SQ, De) = u_{EU}(SQ, De) = -C$$

$$u_{USA}(De, SQ) = u_{EU}(De, SQ) = b - C$$

$$u_{USA}(De, De) = u_{EU}(De, De) = b - 2C$$

$$u_{USA}(De, Pr) = u_{EU}(De, Pr) = B + b - C$$

Tabuľka č.18:

		EU		
		Zakročiť	Status Quo	Odradiť
USA	Zakročiť	$3B - c, 2B - c$	$2B - c, B$	$2B - c - C, B + b - C$
	Status Quo	$B, B - c$	$0, 0$	$-C, b - C$
	Odradiť	$B + b - C, B - c - C$	$b - C, -C$	$b - 2C, b - 2C$

Dominantnou stratégiou EU zostáva odradiť, ale keďže nevieme z podmienok (i) a (ii) posúdiť aký je vzťah medzi $u_{USA}(Pr, De)$ a $u_{USA}(De, De)$, tak môžu nastať nasledujúce situácie:

1, $2B - c > b - C$

V tomto prípade máme jediné Nashovo ekvilibrium (Pr, De), teda USA sa viac oplatí zakročiť osamote ako sa pridať k EU a snažiť sa teroristov odradiť od útoku. Platnosť tejto nerovnosti robí zo zakročenia dominantnú stratégiu USA. Táto nerovnosť platí pre “oblíbené” krajiny teroristov ako USA a Izrael, pre ktoré hranie odradenia iba prenesie útok za hranice krajiny, kde sú ich občania a majetok vystavení teroristickým útokom. Toto motivuje hráča USA preferovať zakročenie pred akoukoľvek inou akciou.

2, $2B - c < b - C$

Opäť jediné Nashové ekvilibrium (De, De). Hráč USA má v tomto prípade dominantnú stratégiu odradiť.

3, $2B - c = b - C$

Dve ekvilibria (Pr, De) a (De, De).

Táto asymetrická hra môže pomôcť vysvetliť správanie sa Spojených Štátov, ktoré uplatňujú obe stratégie, zatiaľ čo krajiny, ktoré sú menej vystavené útokom len stratégiu odradenia. Preferovanie teroristov jednej krajiny vedie k asymetrickej hre a k tomu, že krajiny majú sklon preferovať zakročenie. Táto asymetria zohľadňuje dôležitosť toho, na koho bol útok uskutočnený, pred tým kde sa útok uskutočnil. Útok proti Izraelčanovi v Keni je chápaný ako útok proti štátu Izrael.

3.8. Kombinovaná stratégia

V tejto časti rozšírime základnú hru a pridáme ďalšiu stratégiu – kombináciu zakročenia a odradenia súčasne (DB – z angl. doing both). Z pôvodnej základnej hry nám zostanú všetky výplaty nezmenené. Hraním oboch stratégií naraz dostane hráč kulminovanú

výplatu za obe, ale zároveň musí zaplatiť príslušné náklady z ich hrania. Ak prvý hráč hrá DB zatiaľ čo ten druhý stratégiu Pr, tak prvý hráč dostane súkromný zisk zo zakročenia a odradenia – náklady na obe stratégie + verejný zisk zo zákroku druhého ($2B - c + b - C$). Postupne dorátame všetky chýbajúce výplaty.

$$u_{USA}(DB, Pr) = u_{EU}(DB, Pr) = 2B - c + b - C$$

$$u_{USA}(DB, SQ) = u_{EU}(DB, SQ) = B - c + b - C$$

$$u_{USA}(DB, De) = u_{EU}(DB, De) = B - c + b - 2C$$

$$u_{USA}(DB, DB) = u_{EU}(DB, DB) = 2B - c + b - 2C$$

$$u_{USA}(Pr, DB) = u_{EU}(Pr, DB) = 2B - c - C$$

$$u_{USA}(SQ, DB) = u_{EU}(SQ, DB) = B - C$$

$$u_{USA}(De, DB) = u_{EU}(De, DB) = B + b - 2C$$

[Tabuľka č.19]

Stratégia odradiť ostro dominuje aj nad kombinovanou DB stratégiou.

Dôkaz: z (i) $c > B$:

$$c > B \Rightarrow B + b - 2C > 2B - c + b - 2C \Rightarrow u_j(De, DB) > u_j(DB, DB)$$

$$c > B \Rightarrow B + b - C > 2B - c + b - C \Rightarrow u_j(De, Pr) > u_j(DB, Pr)$$

$$c > B \Rightarrow b - 2C > B - c + b - 2C \Rightarrow u_j(De, De) > u_j(DB, De)$$

$$c > B \Rightarrow b - C > B - c + b - C \Rightarrow u_j(De, SQ) > u_j(DB, SQ)$$

$$j = \{USA, EU\}$$

Jediným Nashovým ekvilibriom hry je opäť výstup (De, De). Opäť vidíme stálosť hrania odradenia kde sa každému hráčovi oplatí hrať len túto stratégiu pred kombináciou oboch. To nás vedie k tomu, že jedine asymetrické výplaty nás môžu vyviesť z hrania tohto ekvilibria (De, De).

3.9. Ostatné aktívne a defenzívne protiteroristické stratégie

Pri voľbe medzi stratégiami zakročiť a odradiť vidíme veľkú tendenciu k odraďovaniu. Zakročenie sa prispôsobuje rozmanitosti foriem hry (Väzňova dilema, Chicken, Poľovačka na jeleňa atď.), zatiaľ čo odradenie má iba formu hry typu PD. Otázkou je, či tieto charakteristiky platia aj pre ostatné aktívne a defenzívne stratégie.

3.9.1. Aktívne protiteroristické stratégie

Aktívnou protiteroristickou politikou niesú len zákroky voči teroristom ale aj mnohé iné protiopatrenia ako napríklad zmrazovanie účtov teroristov v bankách, infiltrácia, špionáž a mnohé iné. V nasledujúcej časti si predstavíme ďalšie 4 aktívne protiteroristické politiky. Výplaty v hrách su normované a stupňované tak, že najhoršou výhrou je 1 a najlepšou 4. Každú hru hrajú dvaj hráči: USA a EU.

$$N = \{USA, EU\}$$

3.9.1.1. Zmrazovanie aktív

V mnohých krajinách existuju v bankách legálne a pololegálne účty o ktorých je zrejmé, že slúžia na financovanie teroristických akcií, alebo ľudí úzko spätých s terorizmom. Táto hra je o tom, keď krajiny o týchto peniazoch vedia a rozhodujú sa o ich zmrazení. Uvažujem dve krajiny (USA a EU) z ktorých každá má dve možnosti zmraziť (Fr - Freeze) a nezmraziť (DN – does not).

$$S_{USA} = \{Fr, DN\} = S_{EU}$$

Najlepším prípadom je, keď obe krajiny zmrazia teroristické aktíva, čím znížia ich schopnosť útočiť. Najhorším prípadom je, keď len jedna krajina zmrazí aktíva teroristov (výplata 1). Tie sa presunú do inej, a krajina okrem ekonomickej straty z odlivu aktív

zvýši pravdepodobnosť útoku. Druhá krajina, tá ktorá aktíva nezmrazí vyhrá dodatočný zisk z obchodovania s teroristami (výplata 3)

$$u_{USA}(Fr, Fr) = u_{EU}(Fr, Fr) = 4$$

$$u_{USA}(Fr, DN) = u_{EU}(Fr, DN) = 1$$

$$u_{USA}(DN, Fr) = u_{EU}(DN, Fr) = 3$$

$$u_{USA}(DN, DN) = u_{EU}(DN, DN) = 2$$

Tabuľka č.20:

		EU	
		Zmrazit'	Nezmrazit'
USA	Zmrazit'	4, 4	1, 3
	Nezmrazit'	3, 1	2, 2

Je to hra typu súboj pohľaví s dvoma Nashovými ekvilibriami, kde buď obaja zamrazia aktíva, alebo ani jeden. Pre presun z ekvilibria kde obaja nezmrazia aktíva do výhodnejšie ekvilibria (obaja zmrazia), je potrebná koordinácia oboch hráčov. Tak ako zakročenie, aj zmrazovanie aktív môže byť popísané rôznymi typmi hier (PD, Chicken, asymetrická dominancia). Asymetrická dominancia nastane, ake je nejaká krajina vystavená väčšej hrozbe útoku ako iná a oplatí sa jej aj jednostranná akcia – zmrazenie aktív. Ekonomická strata je menšia ako úžitok z oslabenia teroristov.

3.9.1.2. Odveta

Ďalším druhom aktívnej protiteroristickej politiky sú odvetné akcie proti štátom, skupinám alebo osobám sponzorujúcim teroristov. Príkladom tohto druhu protiteroristickej politiky sú Spojené Štáty a ich vojenské operácie v Afganistane proti Talibanu a v Iraku proti Saddámovu Husajnovi.

Krajina sa po teroristickom útoku rozhoduje, či podnikne protiopatrenia proti sponzorom terorizmu. Máme opäť dvoch hráčov USA a EU a dve stratégie – odveta a nepodniknúť odvetu (DN - does not).

$$S_{USA} = \{\text{Odveta}, DN\} = S_{EU}$$

$$u_{USA}(\text{Odveta}, \text{Odveta}) = 4, u_{EU}(\text{Odveta}, \text{Odveta}) = 3$$

$$u_{USA}(\text{Odveta}, DN) = 2, u_{EU}(\text{Odveta}, DN) = 1$$

$$u_{USA}(DN, \text{Odveta}) = 3, u_{EU}(DN, \text{Odveta}) = 4$$

$$u_{USA}(DN, DN) = 1, u_{EU}(DN, DN) = 2$$

Tabuľka č.21:

		EU	
		Odveta	DN
USA	Odveta	4, 3	2, 4
	DN	3, 1	1, 2

Hra má takú istú štruktúru ako hra na zakročenie a často je to hra typu Väzňová dilema. Ak obojaká nečinnosť vyústi v rapidný nárast teroristických útokov, vtedy je to hra Chicken. V našom prípade je USA zobrazené ako primárny cieľ sponzorov teroristov a hra má preto asymetrické výplaty. Dominantnou stratégiou USA je odvetu, zatiaľ čo dominantnou stratégiou EU je nepodniknúť odvetnú akciu. Nashovým ekvilibriom danej hry je celkom jednoznačne jednostranná odvetu USA proti teroristickým sponzorom.

V podstate je ale rozhodnutie výberu stratégie medzi odvetou a nejakou defenzívnou stratégiou viac naklonený k defenzíve. Po 11. 9. 2001, keď USA začala vojnu s Talibanom, jedným s najväčších sponzorom teroristov z Al-káidy, väčšina Európskych krajín reagovala posilnením defenzívnych opatrení.

3.9.1.3. Zhromažďovanie údajov

Teraz prejdeme k aktívnej stratégii, ktorá môže mať o dost' odlišnú štruktúru výplat ako predchádzajúce stratégie. Ide o špionáž – zhromažďovanie údajov. Vedieť o akciách, možnostiach protivníka, je veľmi dôležité pre prípravu protiopatrení. Informácie sú veľmi

dôležitá, ale niekedy aj drahá zbraň v boji s terorizmom. Každá krajina sa rozhoduje či použije špionáž (Spy), alebo nie (DN) .

$$S_{USA} = \{Spy, DN\} = S_{EU}$$

Najväčšia výplata dostanú, keď špionáž uplatňuje iba jeden hráč. Ten, ktorý ma pod kontrolou informácie má výhru 4. Pre ochranu svojich ľudí a záujmov v zahraničí sa im oplatí informácia zdieľať a teda druhý hráč dostane 3. Ak špionáž používajú obe krajiny, môže to byť mrhanie zdrojmi (dvojnásobné náklady – dvaja sledujú ten istý objekt, teroristu) a môže nastať aj stretu záujmov a nechcenému sabotovaniu akcií – výplaty 2. Ak ani jedna krajina nevyužíva tajnú služby, je slepá voči teroristickým aktivitám a veľmi zraniteľná.

$$u_{USA}(Spy, Spy) = u_{EU}(Spy, Spy) = 2$$

$$u_{USA}(Spy, DN) = u_{EU}(Spy, DN) = 4$$

$$u_{USA}(DN, Spy) = u_{EU}(DN, Spy) = 3$$

$$u_{USA}(DN, DN) = u_{EU}(DN, DN) = 1$$

Tabuľka č.22:

		EU	
		Spy	DN
USA	Spy	2, 2	4, 3
	DN	3, 4	1, 1

Nashovými ekvilibriami v hre sú tie dve diagonálne herné situácie keď je aktívna iba jedna tajná služba (Spy, DN) a (DN, Spy). Túto hernú situáciu je poznáme ako “Hero” [10], pretože hráč, ktorý ustúpi a ponechá špionáž na druhom hráčovi je hrdina, obetuje sa pre spoločné dobro. V tejto hre je teda opäť potrebná koordinácia aktivít oboch hráčov, ináč môže nastať neželateľný výstup. Ak sú výplaty v tejto hre asymetrické, pretože jedna z krajín je častejším cieľom útokov, môže nastať asymetricko dominantný scenár. V tomto prípade sa nám vyrieši koordinačná dilema, keď krajina častejšie vystavená

útokom vykonáva špionáž pre seba a ostatné krajiny. Ironicky k tomu rozhodnutiu môžu dopomôcť aj samotní teroristi, ak na nejakú krajinu smerujú nepomerne veľa útokov.

3.9.1.4. Infiltrácia

Posledným rozobraným druhom aktívnej protiteroristickej politiky je infiltrácia teroristických skupín. Infiltrácia je silným nástrojom protiteroristickej politiky, umožňuje priamy dosah na teroristov a prístup k cenným informáciám, možnosť sabotovať teroristické akcie. Hráči majú dve možnosti – infiltrovať teroristickú skupinu (In), alebo neinfiltrovať (DN).

$$S_{USA} = \{In, DN\} = S_{EU}$$

Aktivita – infiltrovanie preváži náklady naň (3), ale druhá krajina, ktorá sa nezúčastní získa ešte väčšiu výplatu ako zúčastnená (4). Druhá najmenšia výplata nastane keď sa obe krajiny snažia infiltrovať tu istú teroristickú skupinu (vzájomné prekážanie si a nevedomé sabotovanie, mrhanie zdrojmi, prípadne zabitie agentov), kde hráči získajú výplatu 2. Najmenšie výplaty pri obojstrannej nečinnosti.

$$u_{USA}(In, In) = u_{EU}(In, In) = 2$$

$$u_{USA}(In, DN) = u_{EU}(In, DN) = 3$$

$$u_{USA}(DN, In) = u_{EU}(DN, In) = 4$$

$$u_{USA}(DN, DN) = u_{EU}(DN, DN) = 1$$

Tabuľka č.23:

		EU	
		Infiltrovať	DN
USA	Infiltrovať	2, 2	3, 4
	DN	4, 3	1, 1

Hra má opäť dve Nashove ekvilibrá (In, DN) a (DN, In). Tento typ hry je známy ako "Leader" [10], kde hráč ktorý ustúpi z pozície kde obaja infiltrujú, získa najviac. Tak, ako v predchádzajúcej hre, je potrebná spolupráca oboch krajín. Napríklad, ak jedna krajina nemá dostatok zdrojov na vykonanie infiltrácie, alebo keď jedna krajina je viac vystavená hrozbám teroristov ako druhá – asymetrické výplaty.

3.9.2. Defenzívne protiteroristické stratégie

Medzi defenzívne stratégie patrí už vyššie spomenuté odradenie. Hra má tvar väzňovej dilemy a dominantnou stratégiou je odradiť. Odradenie môže viesť k pretekom v odradení, pričom akcia jedného potenciálneho teroristického cieľa indukuje, že aj druhý potenciálny cieľ podnikne podobné kroky. Je tu zrejmá analógia s aplikáciou PD hry známou ako Preteky v zbrojení. Nečinnosť robí z krajiny ľahký cieľ teroristického útoku.

Ďalšou defenzívnou stratégiou je opevnenie cieľa útoku (ambasády). Toto opatrenie iba odkloní útok na iný menej opevnený cieľ, čím nastáva súťaž o to kto je lepšie opevnený. Opäť hra typu Väzňová dilema.

Trošku iné stratégie charakterizuje úsilie podporiť slabé a ľahko zraniteľné krajiny. Silnejšie krajiny majú záujem podporiť defenzívne opatrenia slabších krajín, pretože teroristi môžu v danje krajine veľmi jednoducho ohroziť ich občanov a záujmy. Preto je aj jedným zo štyroch základných pilierov protiteroristickej politiky pomoc krajínám, ktoré nemajú dostatočné zdroje na vykonávanie účinných protiteroristických opatrení. Podpora ľahko zraniteľných krajín je verejným dobrom, nečinnosť je dominantnou stratégiou len ak je iný cieľ viac preferovaný. Táto hra môže byť tak ako všetky defenzívne politiky typu Väzňová dilema, ale narozdiel od nich však v niektorých prípadoch nadobúda aj tvar hry typu Chicken, alebo Asymetrickej dominancii. V kontraste s ostatnými dvoma defenzívnymi hrami, úsilie docieľiť určitý bezpečnostný štandard aj za hranicami prináša verejný úžitok. Táto defenzívna stratégia má veľa spoločného a aktívnymi stratégiami.

Záver

Hlavným zámerom tejto práce bolo poskytnúť matematický pohľad na správanie sa vlád, ktoré sú pod hrozbou teroristického útoku a tiež poskytnúť hodnotiacu analýzu o terorizme a antiterorizme. Vybral som konkrétne situácie a popísal ich pomocou nástrojov teórie hier. V úvode sme presúmali voľbu medzi aktívnou stratégiou zakročiť a defenzívnou odradiť. Nájdeme Nashove ekvilibrium v čistých stratégiach (De, De), kde každý volí také akcie, ktoré majú odkloniť teroristický útok na iné štáty. Krajiny mihnajú v tomto ekvilibriu viac a viac, no nestávajú sa nutne bezpečnejšie. Nashove ekvilibrium ukazuje, že najracionálnejší ťah neprináša nutne ten najlepší spoločný výsledok. Aplikované na terorizmus, výsledok racionálneho, no sebeckého konania, môže byť tragický.

Aj v ďalších prezentovaných symetrických hrách badať silný sklon hraniu defenzívneho ekvilibria. Tento typ hry bol badateľný pred septembrom 2001 (útok na WTC) pre väčšinu krajín. USA aj Európa boli voči teroristom neaktívne, respektíve málo aktívne. Zlom nastal práve v roku 2001, keď sa z USA stal primárny cieľ teroristov, kde nastal prechod do hry s asymetrickými výplatami, kde sa primárnemu cieľu útokov oplatí hrať zakročenie aj osamote. Následne začali Spojené Štáty oveľa viac preferovať aktívne stratégie pred ostatnými. Dôsledkom tohoto zmeného postoja bola zvýšená aktivita Američanov. Celom logickým dôsledkom sa preto javí útok na Afganistan ako hlavného podporovateľa Al-káidy. Ironiou je, že vtedajší Afganistan si koniec svojho režimu vlastne spôsobil sám.

Ako vidíme, teória hier je veľmi dobrým nástrojom na opísanie správania sa krajín ktoré su vystavené teroristickej hrozbe.

Literatúra

1. Todd Sandler homepage, internet, <http://www-rcf.usc.edu/~tsandler/info.html>
2. Counterterrorism: *A Game-Theoretic Analysis*, Journal of Conflict Resolution, April 2005, internet, http://www-rcf.usc.edu/~tsandler/Arce_Sandler_JCR_2005.pdf
3. poznámky z predmetu Teória hier
4. Ján Pekár homepage, internet, <http://www.defm.fmph.uniba.sk/ludia/pekar/pekar.html>
5. Philip D. Straffin, *Game theory and strategy*, The mathematical association of America, 1993
6. *Towards a Resolution of Terrorism using Game Theory Coalitions, negotiations and audience costs*, C. Maria Keet 2003
7. Diplomová práca, *Opakovaná Vážňova dilema*, Alexandra Putzová, 2002
8. Ministerstvo obrany SR: <http://www.mosr.sk/>
9. Sandler, Todd. 2003. *Collective action and transnational terrorism*, internet, http://www-rcf.usc.edu/~tsandler/TWEC_548.PDF
10. Coleman, Andrew M. 1999. *Game theory and its applications in the social and biological sciences*.
11. <http://sk.wikipedia.org>
12. <http://www.gametheory.com/>

Tabuľka č.19:

EU

	Zakročiť'	Status Quo	Odradiť'	Kombinovať'
Zakročiť'	2B - c, 2B - c	B - c, B	B - c - C, B + b - C	2B - c - C, 2B - c + b - C
Status Quo	B, B - c	0, 0	- C, b - C	B - C, B - c + b - C
Odradiť'	B + b - C, B - c - C	b - C, - C	b - 2C, b - 2C	B + b - 2C, B - c + b - 2C
Kombinovať'	2B - c + b - C, 2B - c - C	B - c + b - C, B - C	B - c + b - 2C, B + b - 2C	2B - c + b - 2C, 2B - c + b - 2C

USA