

## EKONÓMIA OBRANY V GLOBALIZOVANOM SVETE

LADISLAV ANDRÁŠIK<sup>1</sup>

### Economics of Defence in a Globalised World

**Abstract:** *After the splitting of the joint state of Czechs and Slovaks and the dissolution of the Klement Gottwald Military Political Academy (VPA KG) in Slovakia, also the scientific discipline of “War Economy”, and its counterpart in the Czech Republic were cancelled. After some time, partially related fields of study came to be established in our country: Economy and Management of Defence Sources, Military Logistics, Management of Military systems, Combat Application and Training of Armed Forces, Operations Research in the Military, National and International Security, which, however, could not and cannot replace to the full extent and in-depth the mentioned scientific field of study, which used to belong to the “Branch and Cross-section economies”. There is a similar situation in the Czech Republic although the impact of the field of study “Economy of the State Defence”, which has been established there, as well as other related fields is of a higher integration impact. The main shortage rests in that in a transformed international security environment the scientific field of study, which would in complex and evolutionary ways fully cover the problems of economics of defence and the theory of war period (or the period of compulsory military alert) of the economy is in fact non-existent.*

*After the disintegration of the “bipolar world“ to multi-polarity, or after the end of the “cold war” there occurred on its own a radical qualitative change of the security environment, which was even strengthened by a turbulent developing ICT, theory and applications of computational intelligence, along with strong globalisation trends. The field of the War Economy was largely compatible with an internationally existing field of “Defence Economics” and was competent to explore, research, and submit recommendations to bodies concerned with the given topic in a given period. Moreover, the field of study had a powerful political context, similar to the Anglo-American field*

<sup>1</sup> prof. Ing. Ladislav Andrášik, DrSc., e-mail: ladislav.andrasik@gmail.com

*“Political Economy of War”. In our opinion, nor a contemporary variant of the field economy of defence can operate outside this context. In the present paper, we attempt to answer only some of the key questions concerning the economy of defence in a globalised world and open the issue of establishing the field of science of Defence Economics. We consider it the primary entry in this highly complex problematics.*

**Keywords:** *analysis of benefits – opportunities – costs – risks, globalisation of the world and unconventional threats (terrorism, mass migration, etc.), conversion, mobilisation, NATO, unconventional methods and technologies of combat, trade in arms and military technique, defence industry, fields of military production (so-called military special), disarmament, arms forces, advanced technologies, yields – losses ratio, dealing with conflicts, theory of non-cooperative games, military technique, external safety, influences of military expenditures, development, research, arms, and arms systems*

**JEL Classification:** C 02, D 74, E 37, F 50, H 56

---

## Úvod

Tri desaťročia, ktoré uplynuli od rozpadávajúceho sa bipolárneho sveta, priniesli mnohé závažné zmeny v medzinárodnom bezpečnostnom prostredí, ktoré možno označiť prívlastkami kvalitatívne a globálne. Proces globalizácie nerozvíja iba aspekty bezpečnosti, ale evokuje vlády k výraznejšej ochote vykonávať bezpečnostné opatrenia s vhodnými partnermi kolektívne (členstvo vo vojensko-politických alianciách), čo však nanešťastie prirodzene protirečí s potrebou byť samostatným a autonómnym štátom.<sup>2</sup> K potrebe rozvíjať odbor ekonomika obrany núti okrem toho aj prudký rozvoj IKT a pokročilé vojenské technológie, najmä v odbore informatiky a riadenia. V neposlednom rade treba spomenúť aj úplne nové (nekonvenčné), bezprecedentne nebezpečné formy vedenia boja a používanie neštandardných technologických postupov teroristami<sup>3</sup>, ako aj nezbraňové stratégie, akou je masová migrácia. V našom prípade

<sup>2</sup> Mali by sme zohľadniť, že ekonomická globalizácia vplyva aj na početnosť transnacionálnych teroristických incidentov. Na jednej strane výsledky štatistickej analýzy napríklad zo štúdie za 112 krajín v období 1975 až 1997 ukazujú, že obchod, priame zahraničné a portfóliové investície (FD&PI) nemajú priamy kladný vplyv na transnacionálne teroristické incidenty vnútri krajín. Na druhej strane rozvoj obchodu a FD&PI podporujú ekonomický rozvoj, a tak majú nepriamy záporný vplyv na transnacionálny terorizmus.

<sup>3</sup> Zásadnú kvalitatívnu zmenu situácie uznáva aj L. Palaščáková, o čom sme sa presvedčili v jej článku [19].

treba vziať do úvahy aj príslušnosť k EÚ a členstvo v NATO, z čoho vyplýva požiadavka kompatibility vojensko-ekonomického myslenia s novými partnermi. S existujúcim stavom vedy a výskumu v predmetnej oblasti sotva možno vyjadriť spokojnosť, a to už aj v porovnaní s Českou republikou, konkrétne s Fakultou vojenského leadershipu Univerzity obrany. Faktom je, že po rozdelení spoločného štátu Čechov a Slovákov a po zániku VPA KG zanikla na Slovensku aj vedná disciplína „Vojnová ekonomika“ [2], v určitej miere podobná obsahom aj metódami s medzinárodne uznávaným odborom Defence economics. Po istom čase sa etablovali čiastočne príbuzné vedné odbory:

- *Ekonomika a manažment obranných zdrojov,*
- *Vojenská logistika,*
- *Manažment vojenských systémov,*
- *Bojové použitie a výcvik ozbrojených síl,*
- *Operačný výskum vo vojenstve,*
- *Národná a medzinárodná bezpečnosť,*

ktoré by však ani v integrovanej podobe nemohli a nemôžu spomínaný vedný odbor, v minulosti patriaci medzi „Odvetvové a prierezové ekonomiky“, v plnom rozsahu a hĺbke nahradiť. Podobná situácia je aj v Českej republike, aj keď tam zavedený odbor „Ekonomika obrany štátu“ a ďalšie príbuzné odbory má predsa len integratívnejší dosah. Hlavný nedostatok vidíme v tom, že v komplexne zmenenom medzinárodnom bezpečnostnom prostredí vedný odbor, ktorý by komplexne a evolučne pokrýval v plnom rozsahu problematiku ekonomiky obrany a teóriu vojnového obdobia (resp. obdobia brannej pohotovosti) hospodárstva, fakticky neexistuje. Sotva možno spochybnit', že po rozpade „bipolárneho sveta“, resp. po skončení „studenej vojny“, nastala zásadná kvalitatívna zmena bezpečnostného prostredia, navyše umocnená búrlivo sa rozvíjajúcou IKT, teóriou a aplikáciami komputačnej inteligencie spolu so silnými globalizačnými tendenciami. Bývalý vedný odbor vojnová ekonomika bol v značnom rozsahu kompatibilný s medzinárodne existujúcim odborom „Defenc(s)e Economics“ a bol kompetentný skúmať, riešiť a predkladať odporúčania pre predmetnú problematiku v danej dobe. Navyše, odbor mal silný politický kontext v podobnom zmysle ako angloamerický odbor „Political economy of war“. Nazdávame sa, že ani súčasný variant odboru ekonomiky obrany nemôže fungovať bez tohto kontextu. Takisto je vhodné pripomenúť, že ekonómiou obrany sa vo všeobecnosti rozumie tá časť ekonomického myslenia, výskumu a metód, ktorá sa venuje najširším a najdominantnejším ekonomickým problémom, týkajúcim sa obrany a vonkajšej bezpečnosti. Táto časť ekonómie sa odlišuje od iných ekonomických vedných odborov vo viacerých ohľadoch, ale dôležité je spomenúť tieto tri: a) trieda činiteľov a agentúr, na ktoré sa zameriava výskum; b) inštitucionálne uspo-

riadenie obranných a bezpečnostných orgánov; c) menovité predmety skúmania. Väčšinou však má ekonómia obrany charakter politickej ekonómie obrany, hoci sa prívlastok politická v názve odboru nenachádza.<sup>4</sup>

V tomto príspevku sa snažíme hľadať odpovede na niektoré kľúčové otázky týkajúce sa ekonomiky obrany v globalizovanom svete, ako aj otvoriť otázku etablovania sa vedného odboru ekonómia (a ekonomika) obrany. V titulku 1 riešime predmet ekonómie a ekonomiky obrany a ich vzájomné interakcie. Vysvetľujeme základné pojmy patriace do tohto odboru. V titulku 2 sa zaoberáme ontologickou problematikou obrany a bezpečnosti, osobitne postupmi a metódami ekonómie obrany a/lebo aj ekonomiky obrany. Obsahom výkladu v titulku 3 sú matematické modely a virtuálne laboratória použiteľné vo výskume a edukácii ekonómie a ekonomiky obrany. Medzinárodným terorizmom a masovou migráciou sa zaoberáme v titulku 4.

## 1 Ekonómia a ekonomika obrany

Tak ako existuje všeobecná ekonómia, podobne možno uvažovať aj o všeobecnej ekonómii obrany. Obidve tiež možno považovať za teoretické, ontologické a metodologické zastrešenie všetkých odborov patriacich do danej vetvy odborov ekonomických vied. Z iného zorného uhla možno takisto konštatovať, že tieto vrcholové vedné disciplíny riešia mnohé obsažné problémy patriace do odvetvových, prierezových ekonomík a ich úsekov, avšak vo všeobecnejšej rovine, teda nie natoľko pragmaticky a utilitárne. Ekonómia obrany je vrcholová politicko-strategická disciplína riešiaci hlavné interakcie medzi hospodárstvom a obranou (vonkajšou bezpečnosťou) [12, 18]. Na rozdiel od nej ekonomika obrany je viac pragmatická a utilitárna disciplína, ktorá rieši účelné a hospodárne využívanie už predtým na obranu vyčlenených prostriedkov tak, aby čo najlepšie pomohli realizovať ciele obrany na všetkých hierarchických poschodiach vojenského organizmu. V pragmatickej rovine však možno chápať ekonómiu obrany viac v polohe ekonomiky obrany. Ide najmä o sféru ekonomického manažovania zameraného na ekonomické efekty výdavkov na obranu, manažovania vojnového hospodárstva v čase vojny a/lebo manažovanie rozpočtovej položky obrany v čase mieru, či v intervale brannej pohotovosti štátu.

Z hľadiska vedeckého hodnotenia kritérií ekonómie obrany taký mohutný politicko-ekonomický celok, ako je EÚ, musí mať dokonalejšie prepracova-

<sup>4</sup> Obširna monografia na danú problematiku bola spracovaná kolektívom autorov pod vedením Hitcha a McKeana [9].

nú politickú, ekonomickú a sociálnu obrannú stratégiu než je aktuálny stav. Črtá sa naliehavá potreba ustanovenia odboru ekonómia obrany EÚ. Do istej miery sa to týka nielen potenciálnych konfliktov a ohrození zvonka, ale aj konfliktov nevojenského charakteru vznikajúcich vnútri EÚ. Problematika konfliktov je širokospektrálna tematika, v tomto príspevku nám však ide o ozbrojený konflikt medzi štátmi, t. j. vojnu a/lebo občiansku vojnu vnútri štátu, ako aj o extrémistické útoky vedené proti krajine zo zahraničia, resp. ich latentná hrozba. O nich píše aj slovenskí autori v práci [22].

*Rozloha: Európska únia sa rozkladá na území s rozlohou 4 382 217 km<sup>2</sup>, čo je 7. miesto na svete (pričom väčšina členov je zemepisne k sebe priľahlá).*

*Obyvateľstvo (2011): 507 742 653; hustotou zaľudnenia 115 obyv./km<sup>2</sup> je to 3. miesto na svete.*

*HDP (nominálny): 16 574 miliárd €; na obyvateľa 23 400 €, 1. miesto na svete.*

V danej súvislosti stojí za zmienku, že skôr spomínaná globalizácia nielenže rozvíja bezpečnostné záležitosti, ale aj podnecuje štáty k zvýšenej logike kolektívnych aktivít v oblasti obrany. V spojitosti s tým však viacerí odborníci píše, že sú s tým spojené aj problémy, pretože štáty nemajú sklon k obetovaniu svojej autonómie v záujme kolektívneho obranného aktu, čo možno evidovať aj v EÚ, najvypuklejšie v tzv. kvótach imigrantov. K. Hartley a T. Sandler doslova píše, že „... globalizácia predstavuje nepreberné množstvo výziev ku kolektívnej bezpečnosti – t. j. predchádzanie bežným teroristickým hrozbám, zábrany proti šíreniu nukleárnych, chemických a biologických zbraní medzi darebáckymi krajinami (ako KĽDR a iné)<sup>5</sup>, dohliadanie na obchodovanie so ziskovými zbraňami, potvrdiac tak bojkotovanie zbrojenia, napomáhanie mierotvorných operácií a redukciám občianskych vojen v rozvojových krajinách ...“ [8, s. 609 – 610].<sup>6</sup> Nenárokujeme si schopnosť robiť politicko-ekonomické závery, ale z hľadiska konkrétnej, historicky jedinečnej situácie, ktorá sa otvorila v ostatnom desaťročí, sa nazdávame, že EÚ sa nemôže oddávať deceptii dostatočného obranného dáždika NATO, ale musí si vybudovať vlastný kolektívny obranný systém. Dokonca sme presvedčení, že je to už horúca úloha na riešenie.<sup>7</sup>

<sup>5</sup> V zátvorke je poznámka autora.

<sup>6</sup> Autori tu okrem iného zdôrazňujú, že od konca studenej vojny svet naďalej zostáva nebezpečným miestom.

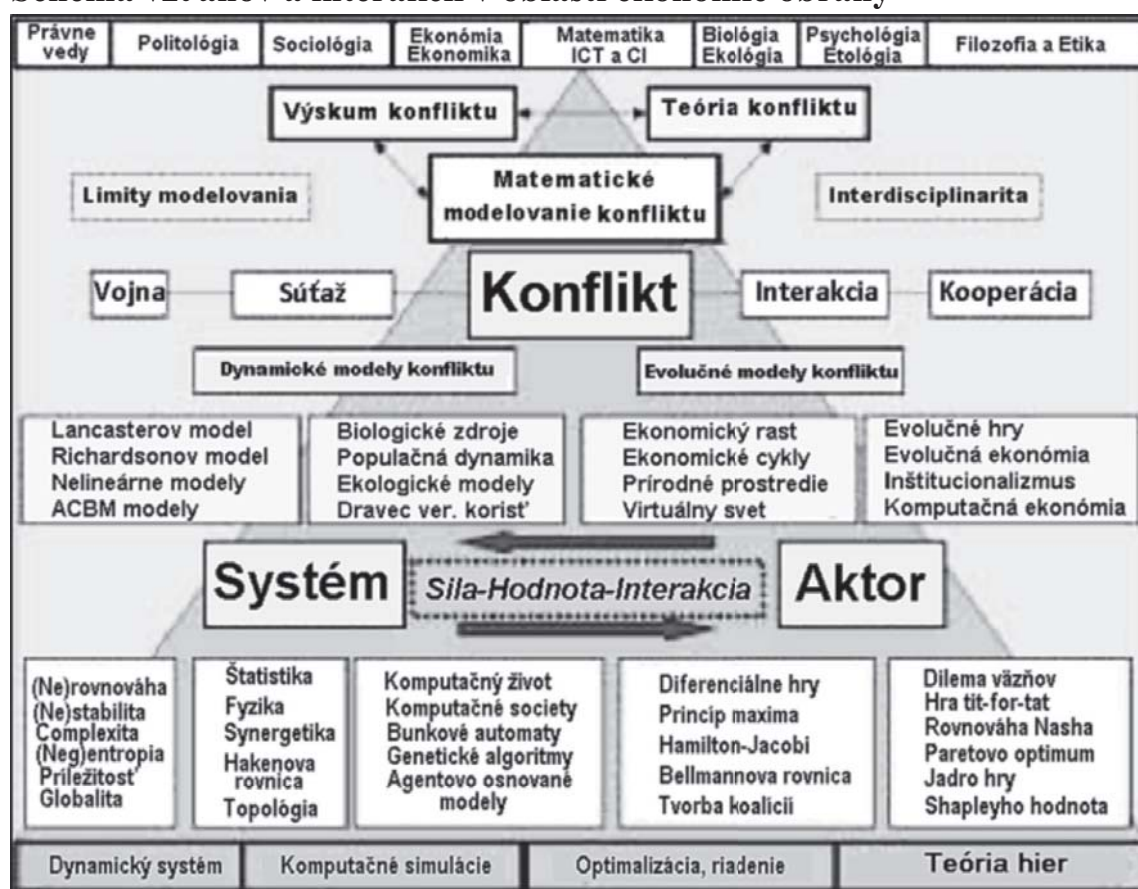
<sup>7</sup> Nanešťastie realita naznačuje, že vrcholoví európski politici sa viac venujú svojej osobnej politickej kariére, než strategickým otázkam budúcnosti EÚ vrátane vonkajšej aj vnútornej bezpečnosti. Takto absentuje aj starostlivosť o udržanie krehkej štruktúrnej stability EÚ ako celku.



Na prvotnú informáciu o predmetných zložitostiach a závislostiach odboru ekonomika obrany, ako aj o mieste v štruktúre príbuzných vied dobre poslúži prehľadná schéma vytvárajúca predstavu o konfliktoch v obrázku č. 1. Uvedená schéma tiež umožňuje vytvoriť si predstavy o potenciálnych prístupoch, metódach a nástrojoch hodiacych sa na výskum v širokej oblasti ekonómie a ekonomiky obrany.

Obr. č. 1

### Schéma vzťahov a interakcií v oblasti ekonómie obrany



## 2 Postupy a metódy ekonómie obrany

Tak ako iné ekonomické odbory aj ekonómia, resp. aj ekonomika obrany, používajú v odvetvových/prierezových ekonomikách osvedčené prístupy a metódy skúmania na výskum, resp. vysvetľovanie vojensko-ekonomických vzťahov a pragmatických problémov ekonomiky obrany. Ako sme už skôr uviedli, ekonómia obrany úzko korešponduje s politickými vedami i priamo s politikmi. Politickí analytici sa zaujímajú o obsažné teórie, ako aj ich možné aplikácie, niekedy sa stávajú poradcami vládných orgánov alebo poslancov parlamentu pri určovaní

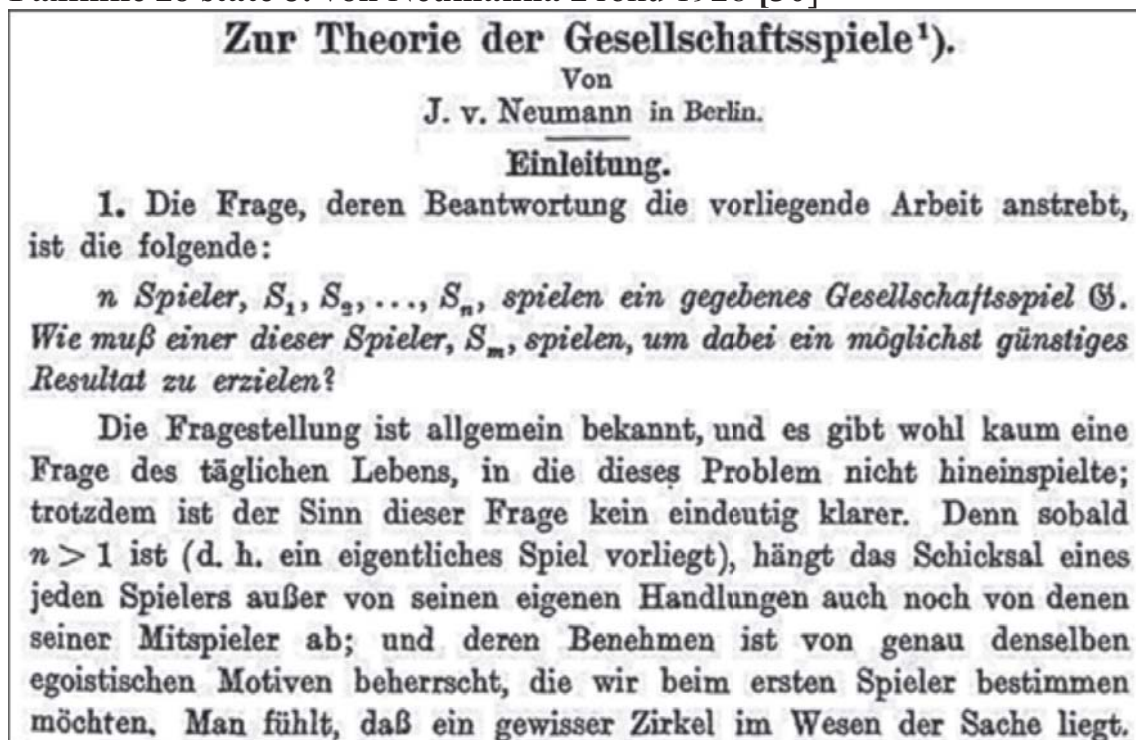
patričnej štátnej politiky, ako aj pri formulovaní vládnych a parlamentných dokumentov. Napokon, ako každá teória aj teórie ekonómie a ekonomiky obrany musia byť priamo preverené praxou, prípadne empirickou analýzou dát získaných z reality. V ekonómii obrany sa v značnej miere objavujú rozličné politické a sociálne aspekty vzťahov medzi parlamentnými stranami a vládou, preto sa inklinuje k prívlastku politická, t. j. politická ekonómia obrany. Z toho tiež vyplýva, že by sa odborníci mali snažiť formulovať teórie, ktoré by im umožňovali vytvárať podklady pre náležitú štátnu politiku smerujúcu k dosiahnutiu najlepších výsledkov v danej historicky jedinečnej situácii. Preto ekonómia obrany musí používať aj niektoré metódy politológie a sociológie. Na rozdiel od toho ekonomika obrany (alebo aj ekonomika ozbrojených síl či ekonomika vojenských útvarov) používa osvedčené metódy a postupy odvetvových a úsekových ekonomík. Keďže v tejto oblasti prevažujú interakcie typu antagonistických konfliktov, je prirodzené, že medzi matematickými metódami majú popredné miesto prístupy, metódy a analytické nástroje z teórie hier. Je totiž zrejmé, že na formalizáciu rozhodovania v rámci antagonistickej konfliktnej situácie treba matematicky opísať všetky činnosti a procesy, ktoré sa v tejto zložitej evolučnej situácii vyskytujú, keď účastníci konajú ako suverénni agenti. Spôsoby a podoby ich konanie vyplývajú zo stratégií, ktoré si volia a ktoré prinášajú výsledky v podobe platobnej matice [31].

*Metódy z teórie hier* – Teóriu hier možno chápať ako súbor rôznych matematických entít vytvorených na štúdium rozhodovacích situácií, ktoré obsahujú celú škálu konfliktných a mutualistických procesov podobných ekologickým situáciám v prírode. S určitým zjednodušením možno súhlasiť s tým, že väčšinou matematicko-teoretické modely hier spadajú do troch tried matematických formalizmov, resp. do ich prirodzeného rozšírenia. Tieto triedy formalizmov sa nazývajú 1. *extenzívnou formou*, 2. *normálnou formou* a 3. *formou charakteristickej funkcie*. Napríklad v prípade *normálnej formy* hra sa definuje jednoducho ako zoznam čistých stratégií každého jedného z hráčov zapísaného vo výslednej platobnej matice pre hráčov vo všetkých možných voľbách stratégií. Ekonómiu obrany pochopiteľne zaujímajú predovšetkým matematické modely konfliktných situácií [3]. V modeloch sa vychádza z toho, že konflikt medzi účastníkmi vzniká prirodzene z rozdielnosti ich preferencií a zistilo sa, že také situácie sa dajú vhodne kvantifikovať a matematicky analyzovať. Samozrejme, kvantifikácia a tvorba matematického modelu si vyžaduje silnú abstrakciu študovanej situácie, čo potom robí veľké problémy pri identifikácii výsledkov matematickej analýzy s objektívnou obranno-ekonomickou realitou. Na rozdiel od toho vo výlučne vojenských, resp. aj v nekonvenčných bojových situáciách problém s abstrakciou nie je až taký ostrý. Napríklad v 60. rokoch minulého storočia sme študovali problematiku prenasledovania a unikania

v trojrozmernom priestore najmä z ruských zdrojov [21 a 22]. Pri tej príležitosti sme objavili prácu H. Steinhausa [33] z roku 1925, ktorý ako vôbec prvý vedec formuloval úlohu prenasledovania a unikania v podobe diferenciálnej hry. V názve state Steinhaus doslova použil formuláciu „Definície teórie hier a prenasledovania“. Pritom sa však v literatúre spravidla uvádza, že zakladateľom teórie hier bol J. von Neumann svojou prácou z roku 1928 [34]. Vyzdvihuje sa jeho úplná axiomatizácia úlohy a jeho dôkazy s využitím MiniMax teórie. V spojitosti s tým je Steinhausovo dielo skoršie a predstavuje tak v danej oblasti vedy určitú historickú kuriozitu. Samozrejme, tým nechceme spochybňovať prínos von Neumana<sup>8</sup>, ale skôr poukázať na to, že teória diferenciálnych hier je veľmi inšpiratívna metóda, ktorá umožňuje hlbšie uvažovať o komplexných udalostiach vznikajúcich pri lepšom ekonomickom zabezpečovaní obranyschopnosti, vonkajšej bezpečnosti a obrany, resp. aj v stave brannej pohotovosti štátu či „horúcej“ vojny.

Obr. č. 2

Faximile zo state J. von Neumanna z roku 1928 [30]



Naše skúsenosti z vojenskej oblasti sme využili na analýzu rozličných rýchlostí ekonomického rastu krajín RVHP v tzv. situáciách ekonomického vyrovnávania a výsledky sme publikovali v niekoľkých štátiach v Ekonomickom časopise, aj v iných periodikách (70. roky minulého storočia) bez akejkol'

<sup>8</sup> V literatúre sa tiež uvádza, že prvou štúdiou z teórie diferenciálnych hier bola publikácia Rufusa Isaacs [11] (1965), čo takisto nekorešponduje s historickými faktami.



vek odozvy z ekonomickej komunity. Z hľadiska našich dnešných skúseností vyzdvihli by sme metódy stochastických diferenciálnych hier z hľadiska ich možností v ekonómii obrany. Táto kategória hier predstavuje najkomplexnejšiu formu rozhodovania sa hráčov v podmienkach neistoty a najmä neurčitosti. Osobitne úlohy týkajúce sa interakcií medzi strategickým správaním, dynamickou evolúciou a stochastickými prvkami sú ťažkým orieškom na riešenia v teórii a praxi ekonómie obrany a ani matematické analytické postupy nevedú k dobrým výsledkom. Za významný krok vpred treba považovať simulačné hry s podporou metód a nástrojov komputačnej inteligencie.

*Metódy z teórie evolučných hier* sú vhodné na skúmanie niektorých stránok správania sa konfliktných strán. Evolučná teória hier sa osvedčila vďaka kvalitnému matematickému základu v zameraní na pochopenie selektívnych tlakov ovplyvňujúcich strategické rozhodovanie činiteľov zainteresovaných na interakciách s potenciálnymi protivníkmi. Keď si predstavíme reálnu osobu rozhodujúcu sa v neurčitých podmienkach, potom len v zriedkavých prípadoch koná deterministicky. Oveľa častejšie je taký subjekt v modeli opísaný pravdepodobnostne. Lenže matematické uchopenie problematiky z hľadiska nákladov a výnosov pri rozhodovaní v realite môže stanovovať optimálnu stratégiu len v jednoduchom rámci, pričom realistickejšie prístupy zostávajú mimo matematických možností riešenia. Našťastie, búrlivý rozvoj IKT v ostatných desaťročiach, osobitne teórie a metód komputačnej inteligencie, priniesol do takýchto náročných úloh zreteľný pokrok. Menovite tu máme na mysli postupy a metódy z teórie agentovo osnovaných úloh, multiagentových systémov a pod. Napriek niektorým nedostatkom sme presvedčení, že metódy teórie evolučných hier skrývajú veľký potenciál aj pre výskum v oblastiach všeobecnej ekonómie, avšak ich možnosti sa využívajú len v malej miere. Ukazuje sa, že môžu prinášať bohatšie výsledky, než pôvodné modely hier, na ktoré sme upozornili skôr, ktoré našli v ekonomickej literatúre už dávnejšie stále miesto.

*Metódy založené na teórii komputačnej inteligencie* sú v súčasnosti už pomerne rozvinuté a začínajú sa používať nielen vo vede, ale aj v praktických úlohách čoraz častejšie. V literatúre sa často uvádza, že výraz *komputačná inteligencia* vyjadruje schopnosť počítača učiť sa riešiť špecifické úlohy z existujúcich dát, alebo na základe vyhodnocovania výsledkov z experimentov. Tiež sa zvykne uvádzať, že komputačná inteligencia je množina prírodou inšpirovaných metód a postupov pre počítače v situáciách, keď úlohy komplexného sveta použitím tradičných modelovacích a matematických postupov neprinášajú adekvátne výsledky z viacerých dôvodov, ktoré tu netreba rozvádzať. Podotýkame však, že počítačová inteligencia sa nemusí priamo inšpirovať výsledkami prirodzenej evolúcie, ale samou evolučnou metódou,

ktorú príroda použila na všetko, čo vo vesmíre dnes poznáme. Okrem toho, my tento termín nepoužívame v prísne úzkom zmysle, ako sa častou definuje v odbornej literatúre, ale voľnejšie; totiž všetky postupy a metódy, ktoré vie IKT použiť na lepšie a rýchlejšie vyriešenie sofistikovaných intelektuálnych úloh, zaradujeme do tejto kategórie. Zatiaľ čo väčšina prístupov z evolučnej teórie hier je v matematickej podobe, počítačová inteligencia používa spontánne simulačné behy jednak na overenie matematických argumentov, ale predovšetkým na riešenie komplexných úloh.

– *Počítačové neurónové siete (PNS)* – sa vyznačujú tou prednosťou, že sa dajú „natrénovať“ na určitú triedu náročných úloh a tie potom vyriešia kvalitne a rýchlo. Tento nástroj je jeden z tých, ktorý bol inšpirovaný prírodou a bežne pozostáva z troch hlavných súčiastok: 1. *teleso bunky*, ktoré generuje informáciu, 2. *axón* – je zariadenie, ktoré umožňuje prenos signálu a 3. *synapsia*, ktorá riadi signály. V ekonómii aj v pragmatických úlohách v hospodárstve našli PNS viaceré zaujímavé aplikácie.

– *Agentovo osnované postupy a metódy (AOM)* – kategória, ktorá existuje v súčasnosti už vo veľmi pestrom spektre modifikácií a takisto sa využívajú čoraz širšie v teórii i v praxi. Azda najviac sa to týka multiagentových systémov (distribuovaná počítačová inteligencia). Komplexné organizmy, ktorými sa zaoberá ekonómia obrany, sa dajú prilihavo označiť aj prívlastkami neusporiadaný, chaotický, komplikovaný, zmätočný, neprehľadný a podobne. *Komplexitu* nemožno jednoducho považovať za chaos tak vo všeobecnosti, ako ani v podobe *matematickej teórie chaosu*. Navonok sa chaos javí ako existencia veľkého počtu interagujúcich premenných bez dominantného charakteru a dimenzie. Pokiaľ ide o multilaterálne rokovania komplexita spadá do (sub)kategórie pomenovateľnej ako *organizovaná komplexita*, o ktorej pojednáva napríklad pôvodom český kybernetik J. Klír [13, s. 36, 14, 15]. V súvislosti s týmto charakterom treba ešte pre nasadením AOM na skúmaný objekt objasniť rozdiely medzi dobre organizovaným, či prehľadným organizmom (systémom) a tým, ktorý je komplexný. Ide predovšetkým o to, že komplexný organizmus nemá prehľadné hranice, skladá sa z mnohých prirodzených a umelých objektov s mnohorakými interakciami medzi nimi, ktoré sa navyše v čase menia. Hovoríme o tom, že je to komplexná viacúrovňová sieť vyvíjajúca sa v čase. To je dôvod, prečo sa pre ekonómiu obrany tak dobre hodia metódy multiagentovej počítačovej simulácie.

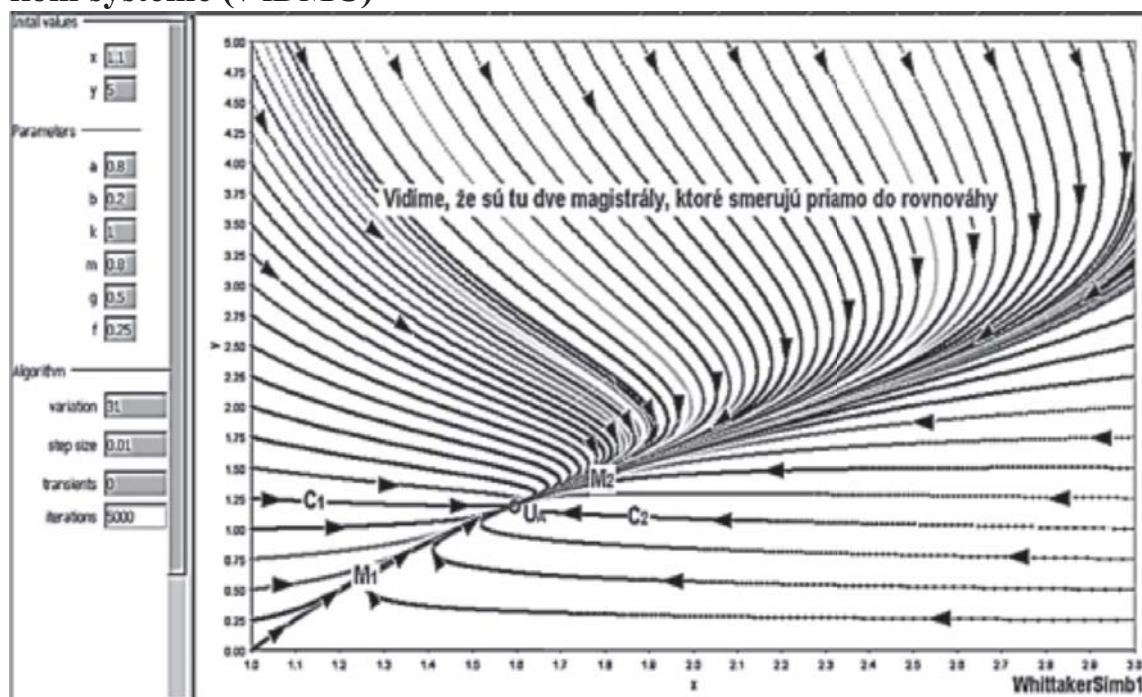
V nasledujúcich odsekoch ukážeme niektoré najjednoduchšie prístupy, metódy a nástroje na zviditeľnenie problémov, ktoré sa môžu vyskytnúť pri analýze úloh v rámci obranno-ekonomického výskumu.

### 3 Matematické modely a virtuálne laboratória

Problematika obrany a vonkajšej bezpečnosti v kontextoch ekonomického riešenia a zabezpečenia s nimi súvisiacich úloh je mimoriadne komplexná a multidisciplinárna oblasť vedy a výskumu. Pomerne schodnou začiatočnou cestou preniknutia do tejto problematiky je komputačná simulácia takých úloh, aká je napríklad formulovaná v matematickom modeli vojny, resp. pretekov v zbrojení [1]. Ako sme už naznačili skôr, ekonomické otázky týkajúce sa obrany a vyzbrojovania sa zásadne líšia od všeobecne ekonomických problémov najmä tým, že sa táto časť ekonomiky nespráva podľa diktátu evolúcie trhu (resp. cenových signálov), ale podľa politických a odborne-vojenských rozhodnutí. Možno tým najjednoduchším príkladom diktátu trhu je všeobecne známy matematický model duopolu

Obr. č. 3

**Simulácia umožnila vytvoriť predstavu o zložitosti pohybu v dynamic-  
kom systéme (v iDMC)**

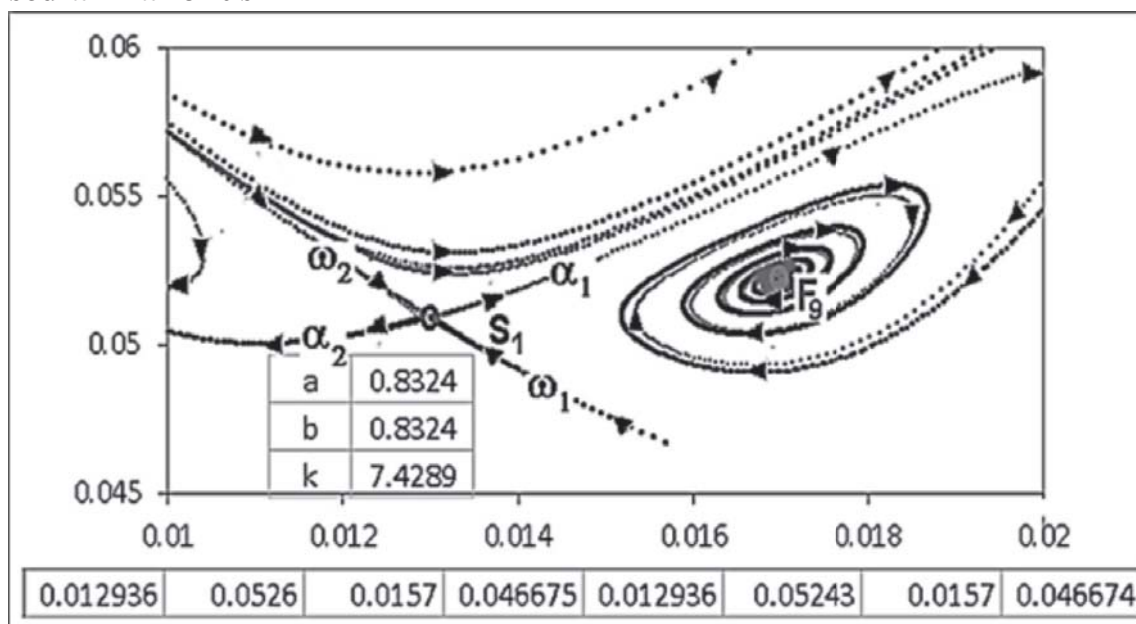


A. Cournot (pozri tiež [10]). Jeho agentov možno nazvať aj hráčmi, takže tento model patrí do kategórie teórie hier. Ak zostaneme v predstave dvojice hráčov, tak v oblasti teórie obrany máme rovnako jednoduchý príklad, a síce model pretekov v zbrojení, ktorý ako prvý riešil a publikoval J. Fry Richardson [26, 7, 27]. Po druhej svetovej vojne sa našlo viacero kritikov jeho prístupu a najmä jeho použitia mechanickej diferenciálnej sústavy. Medzi prvými to boli Boulding,

1962, [4], Rapoport 1957, 1961, [23, 24, 25] a Farr [7], ktorí spochybnili použiteľnosť klasického modelu Richardsona najmä preto, že použitá matematika nedovoľuje vyjadriť všetky komplexné nuansy pretekov v zbrojení. Vyzbrojovanie medzi dvoma protivníkmi má podobný charakter ako ekologická konkurencia medzi biologickými druhmi. V tomto prípade však nejde o fluktuáciu jedincov v rozdielnych populáciách, ale o kolísanie nasýteností zbraní, zbraňových systémov, vojenskej a ostatnej techniky, energií, materiálov atď. pre prípad vojny u oboch protivníkov. Špecifickou ekonomickou súvislosťou je ohraničenosť (vzácnosť) zdrojov, znalostí a technológií, čo môže mať za následok znižovanie tempa zbrojenia, ak sa týka s určitou (kvantitatívnou a kvalitatívnou) podobnosťou obidvoch protivníkov. Vyčerpanosť hospodárstva môže tak byť vážnou prekážkou pri budovaní obranného potenciálu a spolu s tým môže mať zničujúci vplyv na životnú úroveň obyvateľstva.<sup>9</sup>

Obr. č. 4

**Simulácia (a to aj v Excele) umožnila vytvoriť si predstavu o orbite so sedlami a fókusmi**



Ak opomenieme skôr uvedené nedostatky (kvôli jednoduchšiemu pochopeniu), potom tak ako matematický model Cournota aj model pretekov v zbrojení sa dá previesť do formy vhodnej na počítačové

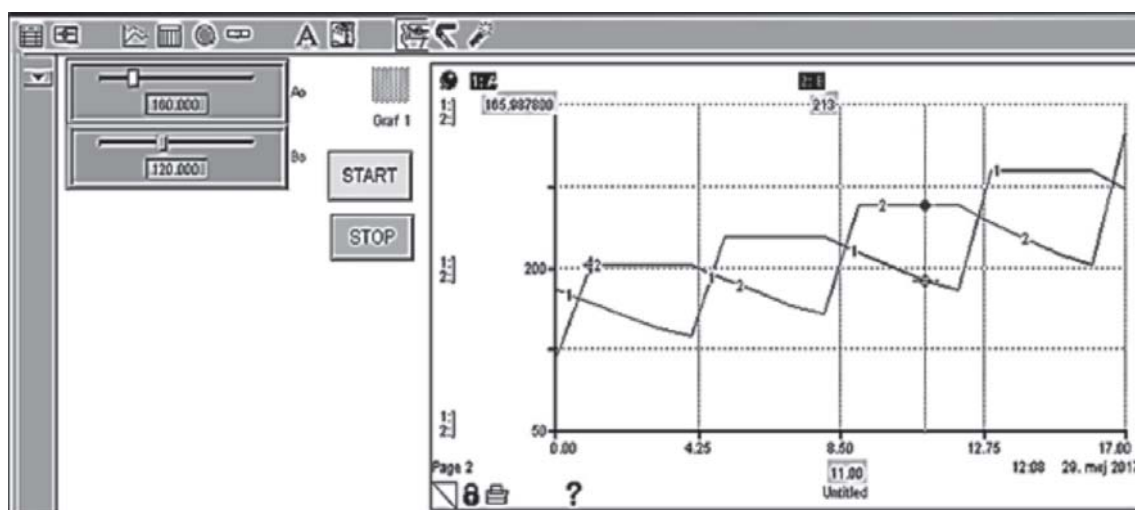
<sup>9</sup> V predmetnom kontexte sa možno odvolať na tzv. hviezdne vojny ako stratégiu na hospodárske vyčerpanie sovietskeho bloku, alebo v súčasnosti strádanie obyvateľstva Severnej Kórey. Výroba akejkoľvek zbrane, tým viac zbraňových systémov, vedie k úbytku v potenciáli bežnej výroby životných potrieb. Najhoršie je, keď sa zbrane vyrábajú ako plod paranoidných strachov politikov, teda keď reálne hrozby sú menšie alebo nijaké.



experimentovanie. Takú formu modelu možno nazvať virtuálnym laboratóriom pretekov v zbrojení. My sme na ilustráciu zvolili veľmi jednoduchý prípad dvojice hráčov reagujúcich spätne na konanie druhého hráča. Ide teda o dvojstranovú a v zložitejšom prístupe diferenciálnu hru. Na vytvorenie virtuálneho laboratória sme použili osvedčené prostredie STELLA. Riešenie má charakter eskalácie zbrojného potenciálu obidvoch strán, ktorá síce vedie v ďalekom horizonte k približnej rovnováhe,<sup>10</sup> ale na veľmi vysokej úrovni, značne vyčerpáva hospodárstva, ba môže mať nielen na hospodárstvo ale aj na štátne zriadenie jednej z krajín ničujúci vplyv a pritom bez horúcej vojny. Vplyv technologického pokroku na priebeh pretekov možno skúmať prinajmenšom z dvoch rovin: a) technologický proces v odvetví špeciálnej výroby, b) technologický pokrok stelesnený v zbraniach a vo vojenskej technike.

Obr. č. 5

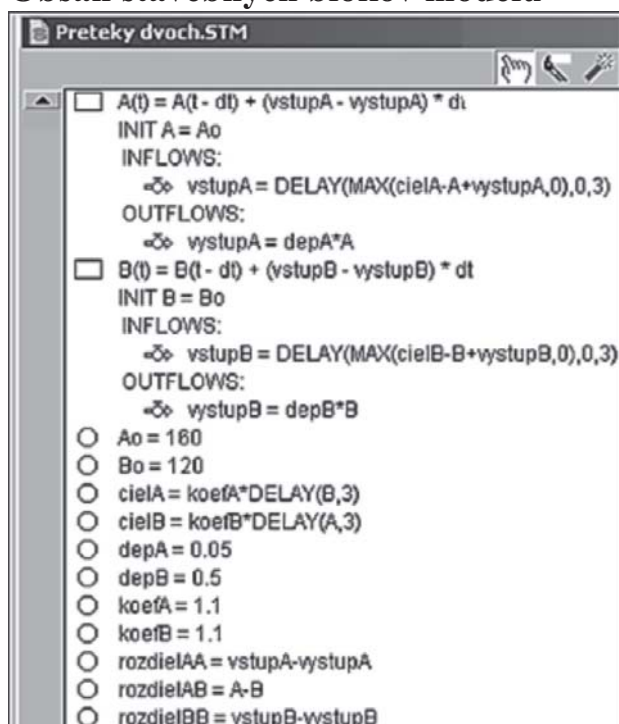
### Pohľad na stránku STELLY s ovládacími nástrojmi simulácie



<sup>10</sup> Interval vzdialenosti obidvoch potenciálov v ďalekom horizonte závisí v prípade daného modelu od zvolenej konštanty, t. j. od  $koefA = koefB = 1.1$ . Inými slovami, každá strana chce dosiahnuť 10 % prevahu nad protivníkom.

Obr. č. 6

## Obsah stavebných blokov modelu



Problematiku matematického modelovania rozpracoval aj T. Saaty v druhej kapitole svojej monografie s názvom *Models of Arms Races* [28] (pozri aj [5, 29]). V danej kapitole predstavuje viacero modelov s rôznymi aspektmi pretekov v zbrojení, medzi nimi analyzuje, zovšeobecňuje a vysvetľuje Richardsonov slávny model pretekov v zbrojení vo forme dynamického modelu balisticko-raketovej atómovej vojny založenom na teórii optimálneho riadenia, pričom vytvoril aj modely stability, zastrášovania a obmedzovania zbrojných zásob.

Pokiaľ ide o Richardsonov model, ten vychádza z nasledujúcich štyroch princípov:

1. Veľkosť obrannej kapacity (arzenál zbraní a vojenskej techniky), ktorý existuje v čase, je  $t = k$  (state);
2. Veľkosť časti arzenálu, ktorý treba doplniť ako reakciu na zmenu arzenálu protivníka (reaction);
3. Veľkosť arzenálu, ktorého sa treba (by sa malo) zbaviť v dôsledku vnútorných prekážok a/lebo iných dôvodov, napr. nedostatok rozpočtových zdrojov, tzv. princíp vyčerpanosti, (fatigue);

4. Ak je partikulárne bojaktivá sociálna nálada, alebo ak existujú pocity krivdy či nevraživosti voči iným krajinám, potom sa arzenál buduje aj keby neexistovali vonkajšie hrozby (grievances).

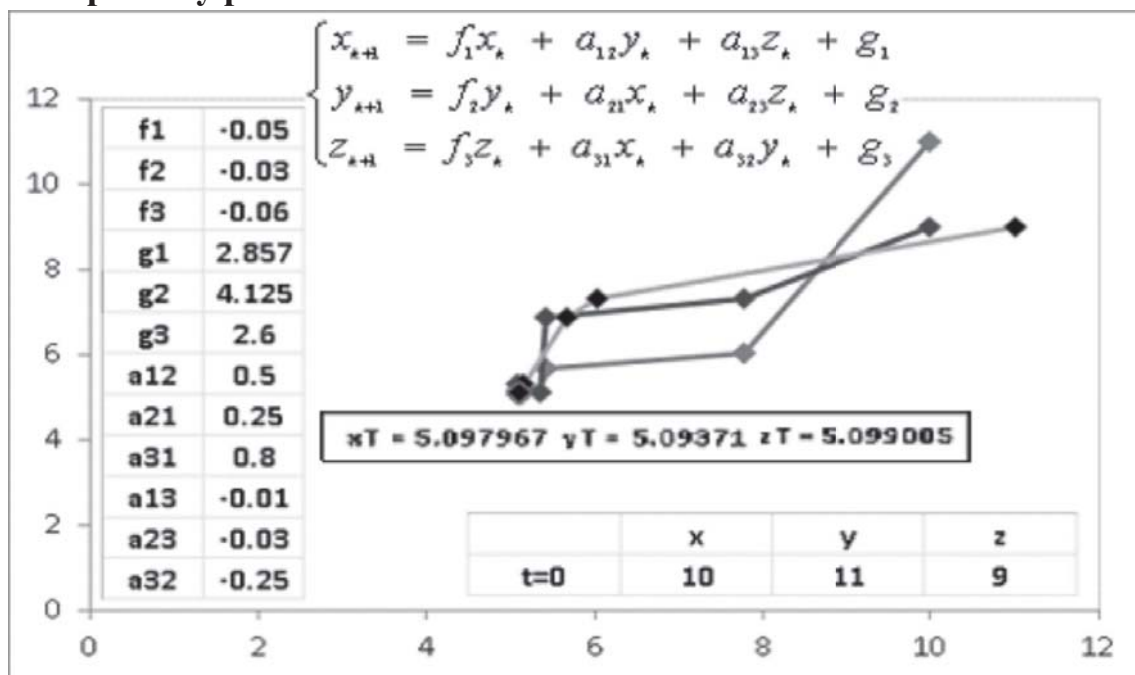
Uvedené štyri princípy umožnili vytvoriť takúto diferenčnú sústavu, ktorá má opisovať vojenské vzťahy medzi tromi hypotetickými krajinami:

$$\begin{cases} x_{k+1} = f_1 x_k + a_{12} y_k + a_{13} z_k + g_1 \\ y_{k+1} = f_2 y_k + a_{21} x_k + a_{23} z_k + g_2 \\ z_{k+1} = f_3 z_k + a_{31} x_k + a_{32} y_k + g_3 \end{cases} \quad (1)$$

kde  $f_i$  sú koeficienty vyčerpanosti, t. j. (fatigue), ako sme vysvetlili v položke 3 už skôr;  $g_i$  sú koeficienty nevraživosti (grievances) opísané v položke 4 vyššie, a parametre  $a_{ij}$  predstavujú reakcie krajiny  $i$  na úroveň arzenálu krajiny  $j$ . Všimnime si, že tento matematický model (1) sa podobá modelu triopolu.<sup>11</sup> Podľa diferenčnej sústavy (1) sme uskutočnili simulačný experiment, ktorý už po niekoľkých krokoch (povedzme rokoch) viedol pri zvolených parametroch k približnej rovnováhe v zbrojení týchto troch súťažiacich (obr. č. 7).

Obr. č. 7

### Komputačný proces Richardsonovho modelu



Na vytvorenie predstavy o veľkostných reláciách zemepisne priľahlých

<sup>11</sup> Čitateľom, ktorí sa hlbšie zaujímajú o Richardsonov model, odporúčame preštudovať Arms Race Model [26].

krajín NATO uvádzame tabuľku č. 1.

Tab. č. 1

### Veľkostné relácie zemepisne priľahlých krajín NATO

Krajina	Pozn.	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
ČR	<sup>12</sup>	2066	2244	2433	2509	2413	2579	2801	2687	2938	2715
Maďarsko		1235	1104	1261	1392	1528	1669	1801	1668	1651	1480
Poľsko	<sup>13</sup>	5228	5423	5334	5177	5335	5426	5640	5897	6304	6712
Slovensko	<sup>†14</sup>	1361	1064	930	966	1089	1103	1170	1087	1178	1195
Slovinsko		427	427	401	365	448	497	518	549	560	641
Rakúsko		2965	2973	3034	3106	2894	2843	2961	2966	2902	2787

Pokračovanie tab. č. 1

Krajina	Pozn.	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2016 (b.c.)
ČR	<sup>12</sup>	2618	2232	2298	2086	1878	1744	1669	1593	1763	1923	1955
Maďarsko		1508	1401	1249	1120	1135	1080	1021	1006	1131	1258	1254
Poľsko	<sup>13</sup>	7588	6889	7265	7602	7707	7775	7709	8572	10213	9791	9341
Slovensko	<sup>†14</sup>	1208	1238	1183	1036	889	889	805	831	986	1036	1035
Slovinsko		645	683	688	685	553	476	422	404	401	405	404
Rakúsko		3315	3212	3000	2982	2915	2877	2765	2788	2665	2829	2862

**Prameň:** Military expenditure by country, in constant (2015) US\$ m., 1997-2006 © SIPRI; údaje sú uvedené v konštantných cenách US \$m., za rok 2015. (Údaje kurzívou sú SIPRI odhady.)

## 4 Medzinárodný terorizmus a masová migrácia

V ostatných desaťročiach sa objavili nové bezpečnostné riziká, ako aj priame a nekonvenčné hrozby, či vyhrážky vymykajúce sa zo známych precedensov. Za dominantné považujeme dve invazívne formy ohrozovania bez-

<sup>12</sup> V prípade ČR nie je zahrnutá vojenská pomoc Afganistanu alebo Iraku. Pomoc Afganistanu bola 18.7 mil. Kč v roku 2004 a 612.6 mil. Kč v roku 2007. Pomoc Iraku bola 1.1 mil. Kč v roku 2005.

<sup>13</sup> V údajoch za Poľsko sa neuvádzajú isté rozdiely na iných ministerstvách a dodatočné výdavky na domácu obranu, ako je Modernizačný fond ozbrojených síl a niektoré dodatočné výdavky na výskum a vývoj v oblasti obrany R&D. V období od r. 2004 až 2011 sa dodatočné čiastky pohybovali približne vo výške 240 miliónov až 640 miliónov zlotých.

<sup>14</sup> Údaje neobsahujú dôchodky vojenských vyslúžilcov v SR.



pečnosti: medzinárodný terorizmus a masovú migráciu najmä do krajín EÚ z Afriky a Blízkeho východu. Tieto nové formy ohrozujúce vonkajšiu bezpečnosť štátov [12], resp. aj celých koalícií sú mimoriadne komplexné, variabilné a málo priehľadné. Preto vyžadujú interdisciplinárne, ba integratívne prístupy a metódy s prispením viacerých vedných odborov, ako ekonómie, politológie, sociológie a sociálnej psychológie, historiografie, štatistiky a počítačových simulácií. V našich podmienkach, ak nepoužijeme eufemizmus, je táto oblasť v kodifikovanej vede *terra incognita* a tak aj *pole neorané*. Politicko-ekonomickými a bezpečnostnými otázkami terorizmu sa podrobne vo svojej knihe [6] zaoberajú Walter Enders a Todd Sandler. Ich dielo predstavuje rozsiahly záber prístupov a analýz ku štúdiu súčasného terorizmu. Vo výskume a výklade kombinujú osvedčené ekonomické metódy s politológiou a konfrontáciami s objektívnou realitou. Z hľadiska ekonomických metód používajú tak teoretické, ako aj empirické (štatistické) osvedčené postupy spojené s politickou analýzou, s aplikáciami aj na transnacionálny terorizmus. Pozoruhodné a využiteľné aj pre nás je modelovanie (ne)racionálneho správania teroristov oproti racionálnemu správaniu štátnych orgánov, ako aj využívanie prostriedkov a metód teórie hier. Aj z iných štúdií vyplýva, že nové formy terorizmu predstavujú vážne bezpečnostné riziká, ohrozujú hospodárstvo, politicko-sociálnu stabilitu a vnášajú do spoločnosti negatívne psychologické trendy. Je preto nevyhnutné, aby sa slovenská veda týmto novým javom začala intenzívnejšie venovať [12, 16, 19].

## Záver

V príspevku sa snažíme znovu otvoriť politicko-ekonomickú problematiku obrany a vonkajšej bezpečnosti, ktorá na najvšeobecnejšej úrovni v ostatných 25 rokoch na Slovensku v podobe vedného odboru zanikla. Chýba vedný odbor v podobe politickej ekonómie zameranej na otázky vojny, mieru, vonkajšej bezpečnosti a ich príčin a konzekvencií. V dnešnom extrémne komplexnom a globalizovanom svete je na najvyšších politických a riadiacich úrovniach štátu schopnosť imaginácie, premýšľania a aplikácie všeobecnej teórie ekonómie obrany principiálne nevyhnutná. Taký vedný odbor však v súčasnosti chýba a na jeho tvorbu a kontinuálne rozvíjanie nie sú vytvorené inštitucionálne predpoklady, finančné možnosti ani personálna základňa. Okrem toho neexistuje priestor na učenie, učenlivosť a edukáciu vrátane výcviku pre populačné ročníky vstupujúce do dospelosti, ani primeraná inštitucionálna základňa pre edukáciu profesionálnych pracovníkov štátnej správy

týkajúca sa obrany a vonkajšej bezpečnosti. V mnohých smeroch a otázkach patriacich do tejto kategórie prevláda neospravedliteľná bezstarostnosť, ktorá je výsledkom (sukcesiou) takmer tridsaťročnej adaptácie. Tú možno považovať za príklad *negatívnej adaptácie*. Ďalší výskum treba zamerať predovšetkým na biele miesta, ktoré vznikli v dôsledku zániku bipolárneho sveta a čoraz intenzívnejšej globalizácie. Dosiahnuté výsledky bezodkladne preniesť do vzdelávania a výchovy mladej generácie občanov SR.

### Literatúra<sup>15</sup>

- [1] ANDERTON, Ch. H. Arms Race Modelling: Problems and prospects. In: *The Journal of Conflict Resolution*. Vol. 33, No. 2, pp. 346 – 367, Jun. 1989.
- [2] ANDRÁŠIK, L. a kol. *Válečná ekonomika*. Praha: Naše vojsko, 1998. ISBN 80-206-0124-4.
- [3] AVENHAUS, R. and HUBER, R. K. *Quantitative Assessment in Arms Control, Mathematical Modelling and Simulation in the Analysis of Arms Control Problems*. New York – London: Plenum Press, 1984.
- [4] BOULDING, K. *Conflict and Defense*. New York: Harper&Row, 1962.
- [5] BRITO, D. L. and INTRILIGATOR, M. D. Nuclear Proliferation and Stability. In: *Journal of Peace Science* 3, 173, 1978.
- [6] ENDERS, W. – SANDLER, T. *The Political Economy of Terrorism*. Cambridge University Press, p. 278, 2006.
- [7] FARR, B. Richardson's Arms Race Model, 2005, [http://www.math.wpi.edu/Course\\_Materials/MA2071A05/Lect/arms\\_race.pdf](http://www.math.wpi.edu/Course_Materials/MA2071A05/Lect/arms_race.pdf)
- [8] HARTLEY, K. – SANDLER, T. Eds. *Handbook of Defense Economics*. Vol. 2 Elsevier, North Holland, p. 698, 1995.
- [9] HITCH, Ch. J. and MCKEAN, R. N. (With contributions by S. Enke, A. Enthoven, M. Hoag, C. B. McGuire and A. Wohlstetter), *The Economics of Defense in the Nuclear Age*, Harvard University Press, Cambridge, 1960, tiež Athenaeum, New York, 1967.

---

<sup>15</sup> Diela, ktoré tu uvádzame, ovplyvnili naše uvažovanie, výskum aj publikácie najmä od polovice 60-tych rokov minulého storočia. Viaceré naše publikácie na danú problematiku v záujme úspory miesta sme nezaradili.

- [10] HORNIAČEK, M. Cooperation and Efficiency in Markets, Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems. Berlin: Springer Verlag, 2011.
- [11] ISAACS, R. Differential Games, Dover, 1999. ISBN 0-486-40682-2 Google Books.
- [12] JURČÁK, V. – JURČÁK, J. 2013. Extrémizmus ako vnútorná bezpečnostná hrozba. In: Národná a medzinárodná bezpečnosť. Zborník vedeckých a odborných prác zo 4. Medzinárodnej vedeckej konferencie. Liptovský Mikuláš, Akadémia ozbrojených síl generála Milana Rastislava Štefánika. ISBN 978-80-8040-475-8.
- [13] KLÍR, J. *Kybernetické modelování*. Praha: SNTL, 356 s., 1965.
- [14] KLIR, G. J. Developments in Uncertainty-Based Information, *Advances in Computers*. Vol. 36, pp. 255-332, 1993.
- [15] KLIR, G. J. *Architecture of Systems Problem Solving*, with D. Elias, New York: Plenum Press, 1985.
- [16] LAŠČEK, L. 1999. Ekonomické zabezpečenie obrany štátu. In: *Spoločnosť, armáda, osobnosť*, č. 1, ISSN 1336-1910.
- [17] LIFSHITZ, Y. 2003. *The Economics of Producing Defense: Illustrated by the Israeli Case*. Springer Science+Business Media, New York.
- [18] MCGUIRE, M. C. Defense economics and international security, kap. 2 v publikácii [30], s. 13 – 43.
- [19] PALAŠČÁKOVÁ, L. 2017. Analýza financovania obrany SR v zmenenom bezpečnostnom prostredí, *Економіко-правова парадигма розвитку сучасного суспільства*, No. 1, ss. 1 – 13, 2016, УДК, 336:339.97.
- [21] PETROSJAN, L. A. *Differencial'nyje igry na vyživanije so mnogimi učastnikami*. Doklady AN SSSR. Tom 161, No. 2, s. 285 – 287, 1965.
- [22] PETROSJAN, L. A. *Differencial'nyje igry presledovanija*. Leningrad: Izdatel'stvo Leningradskogo universiteta, 1977.
- [23] RAPOPORT, A. – LEWIS, F. Richardson's mathematical theory of war. In: *Journal of Conflict Resolution*, 1, pp. 249 – 304, 1957.

- [24] RAPOPORT, A. *Fights, Games, and Debates Ann Arbor*. University of Michigan Press, 1961.
- [25] RAPOPORT, A. *Mathematical Methods in Theories of International Relations: Expectations, Caveats, and Opportunities*. In: D. A. Zinnes and J. V. Gillespie (eds.), *Mathematical Models in International Relations*, Praeger, New York, 1976.
- [26] RICHARDSON, L. F. *Arms and Insecurity: A Mathematical Study of the Causes and Origins of War*, Boxwood Press, 1960.
- [27] RICHARDSON, L. – RASHEVSKY, N. (Editor) – RICHARDSON, S. A. *Arms And Insecurity: A Mathematical Study Of The Causes And Origins Of War*. Paperback, November 2 (nové upravené a doplnené vydanie), 2012.
- [28] SAATY, T. L. *Mathematical Models of Arms Control and Disarmament*. New York, John Wiley, 1968.
- [29] SAATY, T. L. – ZOFFERE, H. J. Negotiating the Israeli-Palestinian Controversy from a New Perspective. In: *International Journal of Information Technology & Decision Making (IJITDM)*. Vol. 10, issue 01, pp. 5 – 64, 2011.
- [30] SANDLER, T. – HARTLEY, K. eds. *Handbook of Defense Economics – Defense in a Globalized World eBook*. ISBN 9780080478296, Hardcover ISBN: 9780444519108; p. 698, North Holland, 2007.
- [31] SCHEFFRAN, J. *Calculated Security? Mathematical Modelling of Conflict and Cooperation*, Potsdam Institute for Climate Impact Research, Germany, 2003.
- [32] SMOKER, P. Fear in the Arms Race: A Mathematical Study. In: *Journal of Peace Research*. Vol. 1, No. 1, pp. 55 – 64, 1964.
- [33] STEINHAUS, H. Definitions of a theory of games and pursuit. *Myl' Akademika*, Lwow. Vol. 1, No. 1, 1925, pp. 13 – 14.
- [34] VON NEUMANN, J. Zur Theorie der Gesellschaftsspiele. *Mathematische Annalen*. Vol. 100, pp. 295 – 320, 1928.