

Aplikace teorie her v procesu tvorby rozhodnutí

Při řešení úloh v oblasti vojenství musí být analyzovány situace, kdy dvě soupeřící strany se snaží dosáhnout protikladných cílů, kdy výsledek aktivit jedné strany je závislý na aktivitách protivníka. Takové situace jsou označovány názvem **konfliktní situace**.

Procesy průběhu konfliktů v praxi jsou velmi složité, jsou ovlivňovány mnoha různými a různě závažnými faktory. Pro exaktní řešení konfliktu je nutno zjednodušit úlohy, tedy vyloučit nepodstatné faktory a sestavit model situace. Tento zjednodušený model je označen pojmem **hra**.

Pro analýzu a řešení konfliktních situací byla vypracována specializovaná teorie označená jako **teorie her**. Cílem této teorie je vypracování pravidel pro činnost soupeřících stran v průběhu konfliktu - střetnutí.

Teorie her je rozpracována do velké šířky, popisuje vztahy mezi dvěma a více účastníky při determinovaných i náhodných průbězích hry - střetnutí.

Pro vojenské aplikace je zajímavá teorie popisující poměry při střetnutí dvou subjektů, kde ve funkci subjektu může vystupovat buď jedinec, nebo koalice s ujednoceným vztahem k protivníkovi. Vlastní střetnutí je realizováno zpravidla v několika postupných krocích. Krok řešení konfliktu budeme označovat pojmem **operace**.

Sekvence operací od zahájení do ukončení konfliktu zobrazují možné strategie řešení konfliktu.

Využijeme-li pojmu strategie, můžeme provést zjednodušené vyjádření složitého konfliktu tvořeného sekvencí a operací pomocí modelu, který řeší průběh konfliktu v jednom kroku, jedinou agregovanou operací, která je reprezentována danou strategií. Počet strategií řešení konfliktu je dán počtem sekvencí operací.

Této zjednodušené formy popisu průběhu konfliktu je možné a účelné použít i tam kde:

- každý účastník konfliktu volí vlastní strategie před zahájením střetnutí - konfliktu, aniž zná rozhodnutí - volbu strategie protivníka (běžná situace v procesu zpracování a vydání rozhodnutí),
- cena konfliktu (výhra), která je výsledkem ukončeného konfliktu je určena pro každého z dvojice účastníků konfliktu, pro každou dvojici možných strategií.

Popis konfliktu, který je proveden pomocí jediné agregované operace, kde možnosti každého účastníka konfliktu jsou dány jejich strategiemi, je označován jako popis konfliktu v **normální formě**.

Z hlediska vojenských aplikací vystupuje jako základní třída konfliktů, které vyhovují následujícím předpokladům:

- Každý účastník konfliktu zná možné alternativy vlastních činností, vlastní možné strategie i možné alternativy činnosti protivníka (jeho možné strategie). Každá strana ví, jak výsledky užití všech možných dvojic strategií ovlivní výsledky konfliktu.
- Každý účastník konfliktu má svoje pravidlo hodnocení a uspořádání možných výsledků konfliktu, umí dvojici použitých strategií přiřadit hodnotu výhry.
- Každá strana účastníci se konfliktu zná systém hodnocení výsledků konfliktu užívaný protivníkem.

Předpokládáme konflikt dvou stran, formálně označených A a B. Strana A může použít strategie označené $A_1, A_2 \dots A_m$.

Strana B může použít strategie označené $B_1, B_2 \dots B_n$.

Možné výsledky konfliktu mezi A a B při užití všech možných strategií je možno vyjádřit z hlediska strany A i z hlediska strany B maticemi, v nichž a_{ij} jsou výhry strany A při užití dvojice strategií A_i, B_j a b_{ij} jsou výhry strany B při užití odpovídající dvojice strategií. Matice jsou uvedeny v **tabulkách č. 1 a 2**.

Matice ceny konfliktu pro stranu A

Tabulka 1		Strategie B_j				
		B_1	B_2	B_3	....	B_n
Strategie	A_1	a_{11}	a_{12}	a_{13}	....	a_{1n}
	A_2	a_{21}	a_{22}	a_{23}	....	a_{2n}
	A_3	a_{31}	a_{32}	a_{33}	....	a_{3n}
	•	•	•	•		•
	•	•	•	•		•
A_1	•	•	•	•	....	•
	A_m	a_{m1}	a_{m2}	a_{m3}	....	a_{mn}

Matice ceny konfliktu pro stranu B

Tabulka 2

		Strategie B _j				
		B ₁	B ₂	B ₃	....	B _n
Strategie	A ₁	b ₁₁	b ₁₂	b ₁₃	....	b _{1n}
	A ₂	b ₂₁	b ₂₂	b ₂₃	....	b _{2n}
	A ₃	b ₃₁	b ₃₂	b ₃₃	....	b _{3n}
	.	.	.	.		.
	.	.	.	.		.
	.	.	.	.		.
A ₁	A _m	a _{m1}	a _{m2}	a _{m3}	....	b _{mn}

Klasické konflikty vojenského charakteru mají tu vlastnost, že výhra jedné strany je ztrátou strany druhé, tj., že platí:

$$a_{ij} = b_{ij}; a_{ij} + b_{ij} = 0,$$

pro $i = 1 \dots m$

pro $j = 1 \dots n$.

Pak pro zobrazení ceny konfliktu stačí jediná matice, např. matice prvků a_{ij} (tabulka č. 1). Konkrétní strategie strany A je označena A_i , konkrétní strategie strany B je označena B_j .

Vlastní řešení problému spočívá v takové volbě strategií řešení konfliktu, která zajistí:

- pro stranu A maximální možnou hodnotu výhry,

- pro stranu B minimální možnou hodnotu prohry,

přitom platí, že $a_{ij} = b_{ij}$, tj., že záporná hodnota výhry je prohrou, záporná hodnota prohry je výhrou.

Strana A musí při volbě své strategie vždy předpokládat, že strana B použije takovou strategii B_j , jejíž užití způsobí to, že výhra strany A bude minimální. Jinak řečeno, strana A musí předpokládat, že strana B zvolí takovou strategii B_j , již odpovídá sloupec matice, v němž největší možná výhra strany A je minimální.

Použijeme-li matici ceny konfliktu v tabulce č. 1 pro stranu A, pak hodnoty a_i pro $i = 1 \dots m$ pro sloupec, v němž je největší hodnota a_{ij} minimální označíme

$$a_i = \min a_{ij},$$

kde $j = 1 \dots n$

V obecném případě zvolené strategii A_i nezíská strana A víc než a_i . Postupuje-li strana A uvážlivě a předpokládá rozumnou reakci strany B (minimalizující výsledky strategií strany A) musí volit takovou strategii odpovídající tomu řádku matice, pro nějž

$$a = \max a_i = \max \min a_{ij},$$

kde $i = 1 \dots m, j = 1 \dots n$

Veličina a je označována jako **dolní cena konfliktu**. Dolní cena konfliktu tedy dává nejmenší zaručený výsledek konfliktu, tj. nejmenší zaručenou výhru strany A při libovolné činnosti strany B.

Stejný rozbor musí být proveden z hlediska strany B. Strana B musí předpokládat, že strana A vybere takovou strategii A_i , již odpovídá řádek matice, v němž bude nejmenší výhra maximální. Hodnoty b_j pro $j = 1 \dots n$ pro řádek, v němž je hodnota a_{ij} maximální označíme

$$b_j = \max_i a_{ij},$$

kde $i = 1 \dots m$

V obecném případě při zvolné strategii B_j neprohraje strana B víc než B_j . Postupuje-li strana B uvážlivě a předpokládá rozumnou reakci strany A maximalizující výsledky strategií strany B musí volit takovou strategii, která odpovídá sloupci matice, pro který je b_j minimální, tj.:

$$b = \min_j b_j = \min_j \max_i a_{ij},$$

kde $i = 1 \dots m, j = 1 \dots n$

Veličina b se nazývá **horní cenou konfliktu**. Použití této strategie zaručují straně B, že její ztráta nepřesáhne hodnotu větší než je **horní cena konfliktu**.

Jako zvláštní případy konfliktů popisovaného typu je možné považovat případy, kdy **dolní cena konfliktu** je rovna jeho **horní ceně**, tj.

$$\max_i \min_j a_{ij} = \min_j \max_i a_{ij}$$

kde $i = 1 \dots m, j = 1 \dots n$

Prvek matice střetnutí a_{ij} , pro který je splněná výše uvedená podmínka, je označován jako **sedlový prvek matice**, odpovídající dvojice strategií pak tvoří **sedlo střetnutí**. Tento stav je jakýmsi rovnovážným stavem střetnutí. Odchyly libovolné strany od optimální strategie určené sedlovým bodem vyvolají pro odchylovající se stranu **nárůst ztráty**.

Výše popisovaný model konfliktu dvou stran, kdy $a_{ij} = b_j$, tj. kdy výhra jedné strany představuje prohru druhé strany je možno považovat za klasický model konfliktu.

Mimo konflikty výše uvedeného typu existuje v současné praxi významná třída konfliktů, kde jedné dvojici strategií je přiřazena dvojice cen, tj. cena pro stranu A a cena pro stranu B, které jsou různé, tj. $a_{ij} \neq b_j$.

Účast jednotlivých stran účastnících se konfliktu je rozdělena do rolí **agresora** a **obránce**.

Cena konfliktu pro agresora vyplývá zpravidla ze získání kontroly nad ekonomickým a vojenským potencionálem obránce, ze zabezpečení vlivu na jeho orientaci a zabezpečení významného podílu na výsledcích produkce a z jeho ztrát.

Cena konfliktu pro obránce je dána souhrnnou hodnotou ztrát agresora vzniklých v průběhu konfliktu. Formálně označíme agresora jako stranu A, obránce jako stranu B, strategii agresora $A_1 \dots A_m$, strategie obránce $B_1 \dots B_n$, výhru agresora v konfliktu daném dvojicí strategií A_i, B_j označíme a_{ij} , výhru obránce v tomto konfliktu označíme b_{ij} .

Má-li být vedení konfliktu účelné, prospěšné pro agresora tj. stranu A, musí pro libovolnou strategii obránce $B_j (j = 1 \dots n)$ existovat strategie agresora A_{opt} , pro kterou bude jeho výhra $a_{opt} > MU$. MU je hodnota meze účelnosti agrese, která představuje krajní hodnotu přínosu, pro který má smysl vést agresi.

Hodnota výhry agresora a_{ij} v konfliktu pro strategie A_i a B_j je v daném případě dána veličinou, jejíž hodnota je určena velikostí konfliktem získaného ekono-

mického potencionálu, označenou jako **hodnota předmětu konfliktu** HPK (A_i, B_j) pro strategie A_i, B_j , sníženou o hodnotu ztrát agresora vzniklých při užití dané dvojice strategií A_i, B_j , označenou $Z(A_i, B_j)$. Platí tedy, že:

$$a_{ij} = \text{HPK}(A_i, B_j) - Z(A_i, B_j).$$

Hodnota předmětu konfliktu může být snižována činností agresora, ta je závislá na tom, jakou strategii zvolí strana A.

Má-li strana A udržet hodnotu výhry v přijatelném intervalu musí vyloučit strategie A_i , které by hodnotu předmětu konfliktu - HPK snižovaly. Jinak řečeno, strana A musí vyloučit strategie A_i , jejichž součástí je ničení cílů, které vystupují v strukturách reprezentujících ekonomický potenciál.

Obránce, tj. strana B může naopak použít mohutné třídy strategií zahrnujících působení proti objektům, které vystupují v strukturách reprezentujících vojenský i ekonomický potenciál, které budou $Z(A_i, B_j)$ maximalizovat.

Ztráty obránce představují ztráty vojenského potenciálu, reprezentované ztrátami sil a prostředků vedení boje a ztráty území.

Ztráty agresora představují ztráty na vojenském i ekonomickém potenciálu. Tato skutečnost může při vhodném strukturování ozbrojených sil obránce tvořit jeho významnou výhodu, která se výrazně projevuje v konfliktu stran s vyspělou a rozvinutou ekonomikou. Váhu této výhody lze ilustrovat extrémním příkladem srovnání hodnot dvou cílů se srovnatelnou pracností ničení (úsilím nutným k ničení) např., tanková rota a atomová elektrárna.

Strana A, tj. agresor musí v průběhu konfliktu užít takové strategie A_i , která pro libovolnou strategii strany B_j dá maximální hodnotu HPK (A_i) - $Z(A_i)$. Strategie A_i vedoucí k úspěšnému vítěznému ukončení konfliktu je taková, kdy:

$$\max [\text{HPK}(A_i) - Z(A_i)] > MU.$$

Strana B, tj. obránce nemusí (a ve většině případů ani nemůže) dosáhnout vítězství v daném konfliktu. Za cíl v daném konfliktu musí považovat stav, kdy pro jakoukoliv možnou strategii A_i existuje strategie B_j , pro kterou je maximální hodnota

$$\max [\text{HPK}(B_j) - Z(B_j)] < MU,$$

tj. stav, kdy přínos vítězného ukončení konfliktu je pro jakoukoliv možnou strategii A_i vždy menší než stanovená mez účelnosti vedení konfliktu, tj. mez účelnosti agrese. Za extrémní lze považovat případ, kdy $MU = 0$. Pak strana B dosáhne svůj cíl, tj. úspěšné vedení konfliktu tehdy, když pro libovolnou strategii A_i může strana B použít strategii B_j , pro kterou $\text{HPK}(B_j) = Z(B_j)$.

Jestliže však nastane případ, že bude platit nerovnost

$$\text{HPK}(B_j) < Z(B_j),$$

pak strana A sice dosáhne vítězství v daném konfliktu, avšak jeho vedením ztratí víc, než získá. Vítězství je vítězstvím **Pyrrhových**.

Je-li ve vztahu mezi stranou A a B splněna podmínka daná nerovností $\max [\text{HPK}(B_j) - Z(B_j)] < MU$ je B ve vztahu rozumné obranné dostatečnosti k A.

Je-li ve vztahu mezi stranou A a B splněna podmínka

$$\text{HPK}(B_j) < Z(B_j),$$

je B ve vztahu obranné dostatečnosti k A.

Provedeme-li ocenění ekonomického potenciálu a stanovíme-li výkonnost zbraňových systémů strany A a B, vytypujeme-li strategické cíle na straně agresora, jejichž zničení ovlivní mez účelnosti (MU) vedení agrese vůči nám jako obránci, pak výše provedené závěry a matematický aparát teorie her mohou být dále prakticky využity k rozvíjení struktury našich ozbrojených sil.

* * *

Podrobně se kvantifikací pojmů „hodnota předmětu konfliktu, mez účelnosti ap.“, které souvisí s teorií obranné dostatečnosti (viz výzkumné práce plk. doc. Tobiáška, CSc.) zabývá Ing. E. Holas, CSc., v článku „Kvantifikace pojmu obranná dostatečnost“ (Vojenské rozhledy 2/93). Cílem mé statě bylo naznačit možnou matematickou metodu využití těchto kvantifikovaných pojmů v procesu rozhodování o výstavbě a restrukturalizaci AČR.