

Moderní matematicko-ekonomické metody pro vojenskou praxi

Předmětem článku je diskuze významu matematicko-ekonomických metod, které lze využívat v běžné ekonomické a rozhodovací vojenské praxi, které ovšem díky obtížnosti podkladových teorií často zůstávají bez povšimnutí. V článku je vedena diskuze možností přiblížení těchto metod vojenským odborníkům v praxi a dále je provedena diskuze moderního přístupu k výuce prostřednictvím řešených příkladů, které nabízejí zpracovaný algoritmus pro řešení typových úloh využívajících matematicko-ekonomické metody.

Úvod

Matematické metody, které se využívají pro podporu řízení ekonomických a rozhodovacích procesů, mají rozmanitou matematickou podstatu a často se souborně shrnují pod pojmem *operační výzkum* nebo také *operační analýza*. Kolektiv autorů VŠB-TU Ostrava vyslovil následující výstižnou definici, viz [1].

Operační výzkum představuje způsob týmové práce, při které skupina specialistů různého odborného zaměření komplexně řeší složitý **ekonomický, technický, organizační** nebo **vojenskostrategický** problém.

Ačkoliv v této definici zazněly vojenskostrategické problémy na posledním místě, byly to historicky právě praktické potřeby řešení problémů ve vojenské oblasti, kdo dal základ celému samostatnému vědnímu odvětví operačního výzkumu, viz např. [2].

V souvislosti s nebezpečím, které pro Anglii třicátých let začaly představovat letecké síly fašistického Německa, byly vyčleněny značné finanční prostředky na vypracování efektivní strategie pro vyhledávání nepřátelských letadel. Tyto práce byly započaty na východním pobřeží Velké Británie, asi 100 km na sever od ústí řeky Temže, a během tří let byla vyzkoušena technická dokonalost vyvinutého systému.

Samotný termín **operační výzkum** byl pravděpodobně poprvé použit v roce 1938 právě ve Velké Británii. Po vstupu USA do druhé světové války se metody operačního výzkumu začaly využívat i ve vojenském námořnictvu. Jednalo se v podstatě o vývoj efektivních metod protiponorkové války. Jedním z vedoucích tohoto projektu byl P. M. Morse z Technologického institutu v Massachusetts. Výrazným byl i podíl firmy Bell Telephone Laboratories. Ke konci druhé světové války měla již tato skupina kolem 70 pracovníků a zabývala se organizací operací vojenských jednotek, a to jak pozemních vojsk, tak i jednotek týlových. Mimo praktických výsledků těchto prací bylo důležité i to, že vědečtí pracovníci, kteří se na těchto pracích podíleli, dali základ novému vědnímu oboru, který se dnes využívá právě v ekonomických, technických a manažerských disciplínách.

Mezi matematické obory, které se využívají v ekonomických aplikacích, patří především *lineární algebra, teorie diferenciálních rovnic, matematická analýza, matematické programování, teorie grafů a sítí a teorie her*.

Každý z těchto pojmů představuje rozsáhlou matematickou teorii, která má často stoletou historii vývoje a v dnešní době představuje ucelenou matematickou disciplínu. Při snaze

o praktické využití těchto teorií jako podpory ekonomické a manažerské praxe narážíme v první řadě na obtíže s pochopením a ovládnutím podkladové matematické teorie, které následně znesnadní využití již vybudovaných metod operačního výzkumu v praxi.

Jednou z možností, jak tento problém odstranit a zpřístupnit výsledky operačního výzkumu širší odborné veřejnosti a manažerům z (vojenské) praxe je popularizace výsledků operačního výzkumu formou řešených typových úloh. Typové úlohy představují konkrétní řešení problému z praxe, které lze aplikovat při změně vstupních parametrů na řešení mnoha obdobných situací. Představují připravený algoritmus na řešení problémů, který využívá moderní matematicko-ekonomické metody ale minimalizuje nároky na teoretické znalosti uživatele.

Cílem tohoto článku je přehled konkrétních problémů v plánovací, rozhodovací a organizační činnosti ekonomů-manažerů v AČR, které je možno prostřednictvím sestavení tzv. řešených úloh přiblížit širokému spektru uživatelů. V první části článku se budeme věnovat přehledu jednotlivých problémů a možnostmi jejich řešení pomocí matematicko-ekonomických metod, v druhé části diskutujeme možnosti začlenění komplexního souboru řešených případových studií zabývajících se matematicko-ekonomickými metodami v praxi do výuky na UO.

Matematicko-ekonomické metody v praxi

1. Matematické programování

Metody matematického programování patří k modelům umožňujícím najít **optimální variantu řešení rozhodovacího problému**. Jde o celou velmi obsáhlou skupinu metod zahrnující lineární, nelineární, stochastické a dynamické programování. Charakteristickým rysem zadání rozhodovacího problému řešitelného pomocí matematického programování je potřeba **maximalizace případně minimalizace jisté veličiny** při současné **existenci omezujících podmínek**. Typickou úlohou je tzv. *úloha o dietě*. Jedná se o sestavení dietního jídelníčku, který by byl při splnění určitých požadavků na výživu současně nejlevnějším. Podobné úlohy vznikají v oblastech, kde je nutné uspokojit stravou obecně velké množství lidí, tedy např. právě v armádě. Dalšími typickými úlohami jsou:

- ❑ **Přiřazování úkolů jednotlivým pracovištím** (jednotkám) tak, aby bylo dosaženo minimálních nákladů, přičemž dané úkoly lze plnit u různých pracovišť s různou produktivitou práce, různými náklady,...
- ❑ **Optimalizace přepravních tras** vzhledem k minimalizaci dopravních nákladů.

2. Řízení projektu

Součástí metod řízení projektů je v současnosti modelování projektů pomocí poznatků, ke kterým dospěla **teorie grafů**. Důvodem používání těchto modelů je především zkrácení řízených akcí, snížení nákladů dokonalou organizací práce a koordinací činnosti všech partnerů, kteří se na realizaci akce podílejí. Užití **síťového modelu projektu** umožňuje pracovat s návaznostmi jednotlivých činností a jejich **následná časová analýza** určuje významné **časové termíny**, a zejména **nejkratší možný termín dokončení projektu**.

Je možno provést také analýzu rozdělení zdrojů projektu, která umožňuje:

- ❑ navrhnout takovou úpravu časového průběhu jednotlivých činností, aby byly nároky na analyzovaný zdroj co nejrovnoměrnější,
- ❑ navrhnout průběh projektu tak, aby nebylo překročeno omezené množství zdroje.

Společným rysem akcí, pro jejichž řízení jsou tyto metody vhodné, je potřeba **koordinovat velké množství činností, které na sebe věcně, technologicky a časově navazují**. Jde tedy o nejrůznější projekty týkající se rekonstrukce klíčového zařízení či objektů, kdy je třeba uvažovat mnoho činností, které na sebe vzájemně navazují (např. zpracování projektové dokumentace, zabezpečení odborné firmy resp. náhradních dílů, jednotlivé fáze opravy, přesun VZP či o.z. využívajících dosud objekt či zařízení do náhradních prostor, zabezpečení kontinuity provozu, revizní zkouška, úklid atd.), ale také model vojenského cvičení sestávající z jednotlivých průzkumných, zabezpečovacích, zpravodajských a bojových činností, viz např. [3].

3. Lokalizační modely

Lokalizační modely představují nástroj pro řešení **rozmístění objektů nejrůznějšího druhu při požadavku na co nejvyšší efektivnost a nízké náklady na systém**. Může se jednat o geografické rozmístění ubytovacích kapacit, skladů nebo sídel jednotlivých pracovišť. Jedná se o modely, které nacházejí uplatnění zejména v **dlouhodobém plánování**, neboť v krátkodobém plánování jsou polohy objektů pevně dané a je třeba řešit úlohy optimalizace např. nákladů na dopravu mezi těmito pevně danými centry.

Nicméně lokalizační modely lze využít i ve **střednědobém plánování**, neboť pomocí nich lze řešit rozmístění např. počítačů v administrativní budově s ohledem na minimalizaci nákladného kabelového spojení s terminály. Lze řešit problémy umístění jednoho či více objektů při výběru z omezeného či neomezeného množství disponibilních míst, přičemž počet objektů může být předem znám anebo může být předmětem optimalizace.

4. Modely hromadné obsluhy

Modely hromadné obsluhy umožňují řešit toky **zboží, dokumentů či informací mezi jednotlivými celky AČR**. Tyto toky zabezpečuje mnoho činností, na něž je nutno **vynakládat nemalé finanční prostředky**. Přičemž situaci komplikuje fakt, že požadavky na tyto činnosti mají často náhodný charakter. Požadavky na zabezpečení těchto činností jsou formulovány jako požadavky na obsluhu. Cílem modelových prostředků z oblasti hromadné obsluhy je tedy modelování procesu uspokojování požadavků na obsluhu, jejich využití pro nalezení optimální struktury obslužných systémů a pravidel pro jejich efektivní funkci.

5. Teorie her

Teorii her využívá manažersko-ekonomická praxe v případech kde **řešení rozhodovací situace je ovlivňován více účastníky**, kteří buď mají zájem na výsledcích rozhodnutí, nebo si výsledkem rozhodnutí ovlivňují, ale nezajímá je. Typicky byla tato disciplína používána **ve vojenských rozhodovacích procesech** a teprve sekundárně aplikována v ekonomické problematice.

Charakteristickým rysem úloh řešitelných pomocí teorie her je existence více subjektů rozhodování (hráčů), kteří přijímají různé strategie s cílem maximalizace své výhry, přičemž hráči mohou buď spolupracovat, anebo být v rozporu. Tuto teorii využijeme typicky při úvahách o **postupu (volbě strategie) vzhledem ke konkurenci resp. nepříteli**.

6. Metody vícekritériálního hodnocení variant

Jednou z nejčastějších činností managementu je rozhodování mezi několika variantami svého dalšího jednání. Pro podporu rozhodování vznikla tzv. *teorie rozhodování*, která nabízí

širokou paletu podpůrných nástrojů pro rozhodování z nichž asi nejvíce pozornosti v rámci tzv. **rozhodování za jistoty** bylo věnováno postupům stanovení preferenčního uspořádání variant. V případě, že existuje větší počet kritérií hodnocení variant, mluvíme o tzv. **vícekritériálním hodnocení variant**.

Rozhodováním za jistoty se míní **znalost všech variant**, které mohou nastat a ze kterých vybíráme. Všechny varianty jsou dostupné a cílem rozhodnutí je stanovení pořadí jejich výhodnosti resp. stanovení optimální varianty vzhledem ke **známým kritériím hodnocení těchto variant**. Typickými úlohami využívajícími vícekritériální hodnocení variant jsou **výběr dodavatele služeb či zboží**. V případě, kdy se rozhodujeme např. u ostrahy nebo stravovacích služeb mezi zadáním zakázky soukromému sektoru a vlastním zabezpečením dané služby, přechází problém do oblasti outsourcingu, u kterého je metodologie hodnocení variant složitější zejména z hlediska vyhodnocení nákladů, viz [4].

Výše byla uvedena pouze velmi stručná charakteristika jednotlivých metod s nástinem možného využití ve vojenské manažerské praxi. Každý z šesti bodů je samostatnou rozsáhlou matematickou i ekonomickou kapitolou, která umožňuje sestavení postupů pro řešení typových příkladů. Je zřejmé, že metody nejsou zcela striktně odděleny, a zejména v případě řešení komplikovanějších úloh dochází ke **kombinaci** užití **několika metod**. Mnoho z výpočetních metod je součástí balíku MS Office a pro složitější úkoly je k dispozici rozsáhlá paleta softwarové podpory, která, nutno dodat, je převážně velmi drahá. Poznamenejme, že jednoduše algoritmitizovatelné úlohy, kterých by se metoda případových studií týkala, vystačí zpravidla s jednoduchým aparátem zvládnutelným jen s pomocí tužky a papíru, případně s užitím MS Excel.

Matematicko-ekonomické metody ve výuce

Studium na veřejných vysokých školách je koncipováno tak, aby student získal jednak všeobecný přehled teoretických oblastí oboru studia a dále znalosti specializované, které studenti nabývají prostřednictvím předmětů, jimiž se od sebe jednotlivé studijní obory liší. Sledujeme-li např. koncepci studia na VŠE v Praze, procházejí studenti během bakalářského studia nejprve předměty společného teoretického základu zahrnujícího především matematické a teoretické ekonomické předměty a v magisterském následném studiu pak na tento základ navazují předměty tzv. hlavní specializace studia. Studenti si navíc povinně volí tzv. vedlejší specializaci, která je profiluje do konkrétního podoboru jejich hlavního zaměření.

Absolvent ekonomického oboru na veřejné vysoké škole, který přichází do praxe velmi často nachází uplatnění mimo obor vedlejší specializace, ale jeho **všeobecné vzdělání** mu poskytne dobrý základ pro rychlou orientaci v nové problematice a během prvních let získává praxi v daném oboru.

Univerzita obrany jako představitel vojenského vysokého školství poskytuje ekonomické vzdělání obdobné struktury jako na veřejných vysokých školách s přihlédnutím ke **specifickému zaměření svých studentů**. V bakalářském kurzu tedy budoucí vojenští odborníci-ekonomové a manažeři absolvují teoretické ekonomické a matematické disciplíny, na něž navazují kurzy oborové, které by již měly odrážet vojenské zaměření svých posluchačů. Protože však je kladen důraz také na všeobecný rozhled, nelze tyto kurzy zcela jednostranně zaměřit pouze na vojenskou problematiku. Tu nacházíme ve volitelných předmětech, kterými studenti svou profilaci dotvářejí.

Smyslem studia vojáků na Fakultě ekonomiky a managementu UO je jejich příprava pro budoucí úkoly na ekonomicko-manažerských pozicích v Armádě ČR. Často slyšíme povzdechy nad rozdílností vysokoškolské průpravy studentů a úkolů, které jsou posléze povinni ve své praxi řešit. UO má díky známému budoucímu uplatnění svých vojenských studentů dobrou možnost produkovat nikoliv tzv. absolventy nýbrž **vojenské odborníky s jistotou mírou odborné praxe ihned po absolvování** jak bakalářského, tak magisterského studia.

Tuto praxi mohou získávat jediné v případě funkčního propojení univerzity se skutečnou vojenskou praxí. Vysokoškolští učitelé mohou poskytovat vzdělání s různým důrazem na jednotlivé kapitoly odborných předmětů či dokonce s různými metodami výuky svých předmětů a je důležité, aby **odborníci z vojenské praxe**, ti, kteří se s konkrétními úkoly, čekající na absolventy FEM, setkávají denně, **spolupracovali na koncepci odborných předmětů**. Tato spolupráce může probíhat v rovině:

- a) ovlivnění sylabu přednášky,
- b) vytváření nových konceptů výuky.

Věnujme se nyní druhému z bodů, tedy nové koncepci výuky, a to v konkrétním případě volitelného předmětu vypisovaného katedrou ekonomie pro příští rok.

Výše jsme již zmiňovali, že studenti v rámci bakalářského kurzu absolvují teoretické matematické a ekonomické předměty, které představují značnou část všech povinných předmětů jejich studia. Učitelé odborných předmětů často konstatují, že studenti nejsou schopni aplikovat své matematické poznatky a poznatky z teoretické ekonomie do odborných předmětů. Studenti dle jejich názoru nevnímají studium kontinuálně, ale jako **soubor oddělených nesouvisajících předmětů**, a tím se ochuzují o synergický efekt ze svého vzdělání. Příčina tkví v objemném obsahu všech předmětů. V případě matematických disciplín je nutno vyučovat v přednáškách kapitoly předmětu ve striktním pořadí, jelikož pochopení jedné kapitoly je nutné pro porozumění všem následujícím. Na cvičení pak studenti získávají praktické schopnosti a ideálně absolvují předmět se získanou výpočtovou a znalostní rutinou dané disciplíny.

V harmonogramu předmětu nenalezneme dostatek místa pro aplikace poznatků v dalších disciplínách nehledě na to, že studenti studují nejdříve teoretické předměty, a teprve po nich předměty odborné a lze tedy těžko studentům vysvětlovat užítí dané teoretické metody na praktické úloze, které z odborného hlediska neporozumí. Zdá se tedy, že vyučující odborných předmětů by měli více dbát o zapojení teoretických znalostí svých studentů do přípravy na výuku svých předmětů. Nicméně odborné předměty jsou stejně obsahově vytiženy sdělováním odborných poznatků jako předměty teoretické, a tak ani zde nenacházíme dostatek prostoru na hlubší využití teoretických matematicko-ekonomických poznatků v praktických disciplínách. Student tedy absolvuje zdánlivě nesouvisající předměty a od státních závěrečných zkoušek odchází s otázkou, která je postrachem všech učitelů teoretických disciplín: a k čemu mi ta matematika (matematicko-ekonomické metody) v praxi bude (budou)? Po položení této otázky absolventem je téměř jisté, že mu v praxi tyto disciplíny nebudou k ničemu, protože se mu během studia nepodařilo vštípit jejich smysl a jejich praktické aplikace.

Ačkoliv vojenská praxe vyžaduje, aby studenti získávali aplikovatelné poznatky v rámci všech předmětů, nenacházíme v případě matematicko-ekonomických předmětů v povinné výuce pro tuto aplikaci dostatečný prostor. Nabízí se tedy možnost vypisovat aplikované volitelné předměty, což se také v současné době děje ovšem téměř výlučně se jedná o aplikaci odborných, a nikoliv teoretických disciplín.

Příčina zřejmě tkví v převládající studentské neoblíbenosti matematických předmětů, a tedy v malé pravděpodobnosti úspěchu volitelného předmětu s matematickou tematikou. Možností, jak tuto neoblíbenost zvrátit, je zaujmout studenta moderní koncepcí předmětu, která odráží zájmy studentů.

Klasický přístup při vysvětlení aplikace matematické teorie v praxi je následující:

1. **Definice** matematických objektů, matematická teorie.
2. **Procvičení teorie výpočty** obvykle bez vztahu ke konkrétním skutečným problémům.
3. **Získání jisté výpočetní a uživatelské rutiny.**
4. **Formulace jednotlivého problému** řešitelného právě s použitím dané teorie.

Při sestavení typové úlohy postupujeme odlišně:

1. **Zadání typové úlohy** obsahuje konkrétní problém z praxe včetně číselných hodnot.
2. **Výběr vhodných matematicko-ekonomických metod.** V případě dostatečné znalosti potřebných matematických metod v této části typové úlohy pouze vysvětlíme výběr metody a shrnujeme její podstatu. V opačném případě je nutno použitou metodu také vysvětlit, přičemž důraz nemá být kladen na podrobný matematický výklad, nýbrž na praktické užití metody. Dochází typicky k výběru a vysvětlení jednoho konkrétního způsobu řešení, ačkoliv daná metoda jich nabízí více a podobně.
3. **Řešení úlohy** krok za krokem vysvětluje postup řešení s konkrétními hodnotami ve dvou variantách:
 - a. bez podpory výpočetní techniky,
 - b. s možností využití např. standardního balíku MS Office, případně specializovaného SW.
4. **Diskuze výsledků úlohy a jejich možného využití v praxi.**
5. **Charakteristika skupiny úloh**, na níž tento typ řešení lze použít. Důraz je kladen na specifika vybrané typové úlohy a z něj vyplývající podmínky, které musí být splněny, aby bylo možno použít algoritmus uvedený v typové úloze.

Výhodou volitelného předmětu je, že student pracuje s již jednou vysvětlenými metodami a podstatou předmětu je jejich aplikace na konkrétní problém. Stěžejní novou charakteristikou předmětu je, že formuluje úlohy nikoliv na základě metody, kterou chce použít, ale na základě skutečných problémů, které je třeba v praxi řešit, a které často vyžadují souběh znalostí a postupů z několika předmětů najednou. Student postupně řešením problémů získává jednak praxi se zacházením a užitím jednotlivých matematických metod a navíc zjišťuje skutečné možnosti teoretických metod a oblast jejich použití.

Smyslem předmětu je dosažení synergického efektu ze studia celého souboru povinných předmětů. Studenti si navíc vytváří kartotéku případových studií, které řeší typové úlohy, se kterými se student v praxi setká.

Na základě výše zmíněné metody je koncipován nový, volitelný předmět katedry ekonomie „ekonomické studie pro vojenskou praxi“, který se, vzhledem k tomu, že zaznamenal úspěch v podobě zájmu studentů vojenského managementu, bude vyučovat v zimním semestru 2007/2008. Předmět tohoto typu si bude možno zapsat opakovaně, neboť umožňuje řešení stále nových problémů, které budou reagovat na podněty z praxe a zařazovat tyto podněty do jednotlivých případových studií.

Závěr

Trvalou výzvou, které musí AČR při provozu čelit, je snižování nákladů na provoz při současném udržení svých výkonů na požadované úrovni. K tomuto účelu je v současnosti k dispozici obsáhlý soubor prověřených matematicko-ekonomických metod a modelů představujících precizní nástroj pro zvyšování efektivity.

Ačkoliv se jeví široké spektrum matematicko-ekonomických metod jako obtížná látka, která stěží nalezne ve vojenské praxi uplatnění, je třeba podnikat kroky vedoucí k proniknutí těchto vysoce užitečných metod do vojenské praxe. Studenty lze motivovat ke studiu příslušných témat a přiblížit jim možnosti ekonomického modelování prostřednictvím konkrétních případových studií vycházejících z praktických problémů řešených ve vojenské praxi. Takové typové úlohy je možno předložit také širokému okruhu odborníků z vojenské praxe, neboť představují zjednodušený přístup, který klade důraz na aplikaci a nikoliv podkladovou matematickou teorii.

Literatura:

- [1] GROS, I. *Kvantitativní metody v manažerském rozhodování*, 1. vydání, Praha: Grada Publishing, 2003, ISBN 80-247-0421-8.
- [2] FOTR J., DĚDINA J., HRŮZOVÁ H. *Manažerské rozhodování*. 2., upravené a rozšířené vydání. Praha: Ekopress, 2000, ISBN 80-86119-20-3.
- [3] INGR, M. *Metoda PERT a její možné využití ve vojenské praxi*. Sborník ze semináře *Využití ekonomické teorie při rozhodování ve sféře bezpečnosti a obrany*. Brno, 2006, ISBN 80-7231-148-4.
- [4] KRČ M., PICKA J. *Sledování nákladů v podmínkách ozbrojených sil a jejich možná softwarová podpora*. Analytická studie, K102 FEM UO Brno 2007.

Snížování počtů osob není v žádném případě cílem auditu. Proto ministryně obrany rozhodla, že v rámci komplexního auditu nebude proveden personální audit. Počítám s tím, že výsledky auditu přinesou v rámci zjednodušené organizační struktury a optimalizace procesů především odstranění duplicit a nerovnoměrného zatížení organizačních útvarů, a to včetně jednotlivých zaměstnanců. Reakcí pak bude určité systémové přeskupení osob v rámci Ministerstva obrany a možná i v rámci resortu.

Na druhou stranu si musíme uvědomit, že resort obrany nežije ve vzduchoprázdnu a i my musíme reagovat například na Programové prohlášení vlády a na zcela konkrétní usnesení vlády ze dne 25. dubna 2007 č. 436, které předpokládá snížení počtu funkčních míst ve státní správě do roku 2010 v rozsahu nejméně 3 % ročně a v tomto duchu bude dokonce již od roku 2008 upravován i objem prostředků na platy ve všech rozpočtových kapitolách.

Resort obrany pod lupou auditorů
Z rozhovoru s náměstkem ministryně obrany
pro personalistiku Pavlem Maškem
A report 13/2007