

356.33:616—001.4—082.4

ODSUN RANĚNÝCH Z BOJIŠTĚ NA PLUKOVNÍ OBVAZIŠTĚ JAKO SOUSTAVA HROMADNÉ OBLUHY

MUDr. Zdeněk SOBOTÍK, Jiří PEŠKA, prom. mat.,
Vojenský lékařský výzkumný a doškolovací ústav JEP

Úvod

V armádě jsou dnes všechny předpoklady pro rychlé ovládnutí a využívání kybernetiky a metod operačního výzkumu. Práce z této oblasti jsou uveřejňovány v našich vojenskotaktických a vojenskopolitických odborných časopisech již řadu let. Vojenské zdravotnictví se představilo prvními vlastními pracemi prakticky až v roce 1966. Šlo jak o práce učebnicového charakteru (7, 15), tak o časopisecká sdělení (8, 9, 14, 16, 17, 18, 19).

V tomto článku navazujeme na práci Klimy a ostatních (9). Matematický model odsunu raněných z bojiště na plukovní obvažiště, který uvedení autoři zpracovali, jsme ve druhé fázi výzkumu dále rozpracovali, především pomocí teorie hromadné obsluhy. V našem sdělení chceme pojednat o významu a přínosu výzkumu tohoto druhu pro obor OTZS a o předběžných výsledcích z druhé fáze výzkumu.

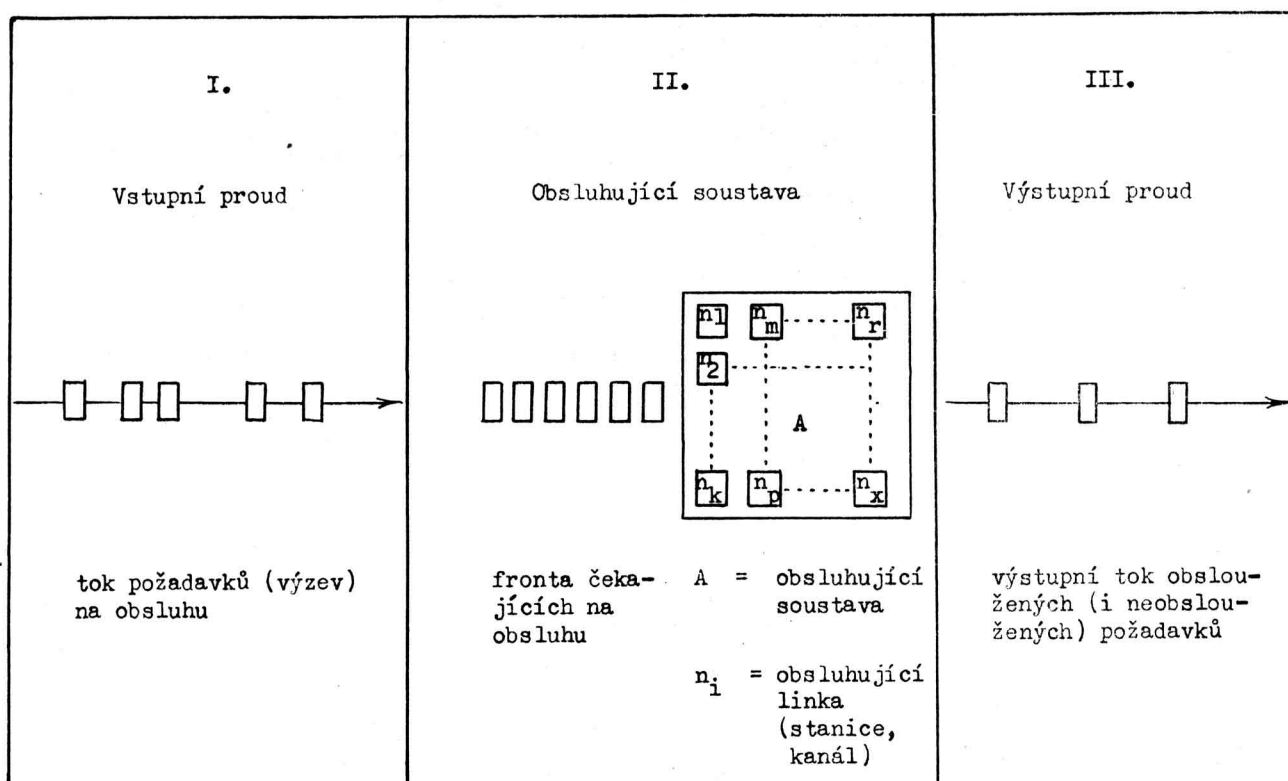
Charakteristika odsunu raněných z bojiště na plukovní obvažiště z hlediska teorie hromadné obsluhy

V armádě je možno využít teorie hromadné obsluhy (dále THO) k řešení mnoha vojensko-

taktických, organizačních i technických problémů. V oboru organizace vojenského zdravotnictví můžeme např. za hromadnou obsluhu považovat vyšetřování a ošetřování raněných na všech zdravotnických etapách, provádění laboratorních vyšetření, přípravu léků v lékárnách, zásobování etap zdravotnickým a jiným materiálem, odsunování raněných z jedné etapy na druhou atd. Hromadnou se obsluha nazývá proto, že jde vždy o obsluhu většího množství požadavků. Tyto požadavky nejsou zpravidla obslouženy hned po svém příchodu a stavějí se podle určitých specifických pravidel do fronty, ve které čekají na zahájení obsluhy (tj. výkon odborné činnosti).

Předmětem THO je kvantitativní stránka procesů souvisejících s hromadnou obsluhou. Pomocí THO můžeme tedy dostat odpověď na takové otázky, jako je doba čekání na obsluhu, délka obsluhy, celková doba zdržení v soustavě atd. Po stanovení kvantitativních charakteristik je třeba určit parametry, při nichž bude obsluhující soustava nejlépe pracovat. Ale to již není úlohou THO, zde je třeba použít jinou metodu, např. lineární nebo jiné matematické programování.

Obr. 1



Přístupme nyní k analýze odsunového procesu, který chápeme jako soustavu hromadné obsluhy (dále SHO), a charakterizujeme si jednotlivé složky této soustavy ve smyslu schématu na obr. 1.

Odsun raněných z bojiště na plukovní obvažiště (dále PIO) má dvě fáze, každá z nich je realizována samostatnou obsluhující soustavou. V první fázi se uskutečňuje odsun z bojiště do místa zastávky praporečního obvažiště (dále PrO). Obsluhující soustava této první fáze se skládá z m obsluhujících stanic — praporečních automobilů (dále PrA). Ve druhé fázi pak se provádějí odsuny z míst zastávek PrO na PIO a obsluhující soustava je vytvořena n stanicemi — plukovními zdrav. automobily (dále PlA). U obou druhů obsluhujících stanic je pod pojem stanice zahrnován vedle vlastního technického prostředku také obsluhující personál — řidič a velitel vozu, na stupni praporu i další zdravotnický personál, poskytující nebo doplňující raněným před odsunem první pomoc. V našem matematickém modelu jsme podrobně modelovali jen druhou fázi soustavy, zatímco první fáze byla řešena zadáním empirických pravděpodobnostních rozložení, o nichž se bude hovořit dále.

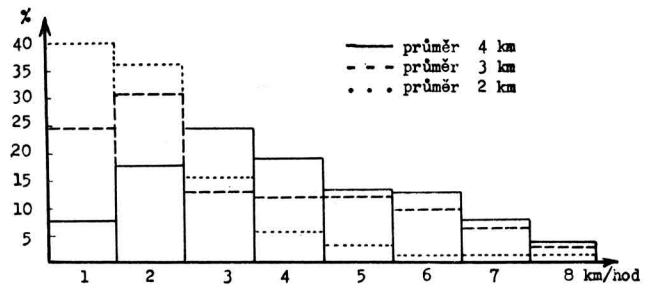
V obou fázích obsluhy můžeme rozlišovat všechny hlavní složky SHO. Vstupním proudem do první soustavy jsou vojáci sledovaného praporu (v modelu je řešen odsun od jednoho z prvosledových praporů na PIO), kteří byli v průběhu bojové činnosti v různých místech a v různé dobu zranění nebo zasažení zbraněmi nepřítelů a stali se tak „výzvou k obsluze“, totiž k odsunu na PrO. Doba a místo zranění jednotlivých vojáků a tedy doba a místo vzniku výzev k obsluze jsou náhodné veličiny. Jejich podrobná analýza musí být předmětem komplexního výzkumu všech vědeckovýzkumných pracovišť, majících k tomuto problému pracovní vztah (VAAZ, VzÚ 401, VLVDÚ). Pokud je nám z literatury a ústního sdělení známo, byly v tomto směru již některé dílčí studie zpracovány nebo jsou ve fázi výzkumu (viz 1, 2, 3, 4, 6). Do zpracování komplexního rozboru vzniku zdravotnických ztrát je však zatím hodně daleko, a tak nám nezbývalo, než se spokojit s předběžnými podklady z výzkumné práce ve VLVDÚ [katedra organizace vojenského zdravotnictví] — viz blíže v další kapitole.

Ve smyslu THO lze charakterizovat vstupní proud raněných do první fáze obsluhy jako proud

- nestacionární (tj. proud, který nebude během sledované doby rovnoměrný, ale bude záviset na mnoha faktorech, např. na nepřátelské a vlastní organizaci bojových sil a prostředků, na druhu bojové činnosti, terénu, poměru sil atd.),
- proud bez následných účinků (to znamená, že množství požadavků na obsluhu v určitém časovém intervalu není závislé na předcházejícím toku požadavků),
- proud neordinární (tj. v jeden okamžik může přibýt více než jeden požadavek),
- proud heterogenní (tj. požadavky na obsluhu budou kvalitativně odlišné),
- proud neohraničený (z toho důvodu, že nelze

Graf 1

Rychlost postupu fronty po hodinách (km/hod.)



předem určit, kolik požadavků do obsluhující soustavy vstoupí).

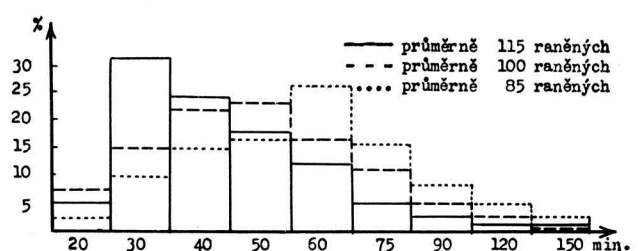
Takto charakterizovaný vstupní proud je příliš složitý a nelze jej současným mat. aparátem THO vyjádřit ve formě nějakého analytického vzorce. Proto se ostatně přistoupilo k metodě matematického modelování procesů na samočinném počítači jako k metodě, která je k řešení takovýchto problémů v současné době nejvhodnější.

V našem modelu jsme vstupní proud do první fáze obsluhy ve skutečnosti neřešili. Bylo by možno jej deduktivně sestrojiti odečtením doby obsluhy včetně čekání (viz graf 6) od výstupního proudu z této fáze (viz grafy 2 a 3). Takto sestrojený proud by byl i přes zadaná pravděpodobnostní rozložení na uvedených grafech víceméně stacionární vzhledem k mnohonásobnému opakování celého odsunového procesu, jehož důsledkem jsou průměrné výsledné hodnoty. Sestrojený proud by dále byl homogenní, protože v modelu není uplatněn princip třídění raněných, a byl by ohraničený vzhledem k tomu, že výpočty jsou prováděny ve třech variantách s předem daným počtem raněných. Zůstal by proudem neordinárním a proudem bez následných účinků ve smyslu dříve provedené charakteristiky tohoto proudu.

Obsluhující soustavou v první fázi odsunového procesu jsou PrA, jichž může obecně být m . Ve smyslu THO a z hlediska způsobu čekání požadavků na obsluhu můžeme první fázi odsunového procesu charakterizovat jako tzv. směšovanou obsluhující soustavu. V soustavách takového typu požadavek může a nemusí čekat na obsluhu a může i odejít z fronty, do níž se předtím zařadil. To vše je typické u našeho odsunového problému. Raněný ve skutečnosti buď čeká na PrA, nebo jde na PrO pěšky, popř. je tam odsunut pomocným odsunovým prostředkem. Pokud

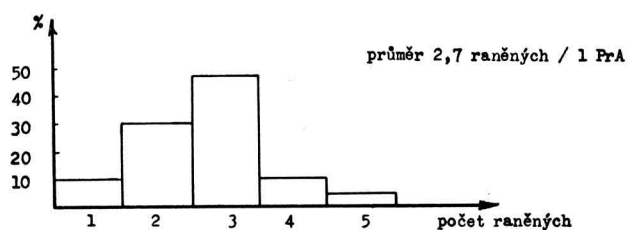
Graf 2

Intervaly příjezdů praporečních zdav. aut na praporeční obvažiště



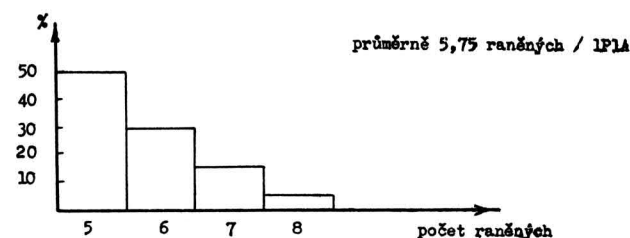
Graf 3

Počet raněných v jednotlivých praporečích zdrav. autech



Graf 5

Počet raněných ve zdravotnických autech pluku



raněný čeká ve frontě na PrA, pak se ho může nebo nemusí dočkat (raněný zemře, raněného nenalezne zdravotnická služba a dostane se na PrO jiným způsobem).

V našem modelu je obsluhující soustava považována za soustavu beze ztrát, to znamená, že všechny požadavky se zařazují do fronty a všechny jsou obsluhující soustavou obsloubeny.

Z hlediska vnitřní organizace obsluhující soustavy je první stupeň neuspořádanou soustavou s m rovnocennými obsluhujícími stanicemi. Neuspořádanost zde spočívá v tom, že všechny obsluhující stanice jsou při plnění zatěžovány rovnoměrně. Rovnocennost znamená, že všechny stanice poskytují stejný druh obsluhy a že jsou tedy zapojeny paralelně.

Při konkrétním modelování se vyšlo z předpokladu, že první fáze odsunového procesu má k dispozici dostatečnou odsunovou kapacitu, při níž nedochází k odtržení PrO od bojujících vojsk, a požadavky jsou tedy obsluhovány v přijatelném čase, tj. bez vytváření velkých front čekajících na obsluhu. Doba čekání raněného na obsluhu, tj. na příjezd PrA do místa výskytu raněného, a doba obsluhy, skládající se z doby potřebné k provedení nebo doplnění první pomoci a doby odsunu raněného z bojiště do místa zastávky PrO, včetně doby potřebné k naložení a vyložení raněného z odsunového prostředku — jsou v našem modelu vyjádřeny zjednodušeně jediným časovým údajem. Tento údaj, jenž je rovněž náhodnou veličinou, je zadán pravděpodobnostním rozložením ve variační šíři 20—90 minut a průměrnou dobou 38,25 minut. Rozložení je uvedeno na grafu 6 a byla již o něm zmínka. Podklady ke stanovení této náhodné veličiny byly získány, podobně jako pro všechny ostatní použité náhodné veličiny, ze závěrů vý-

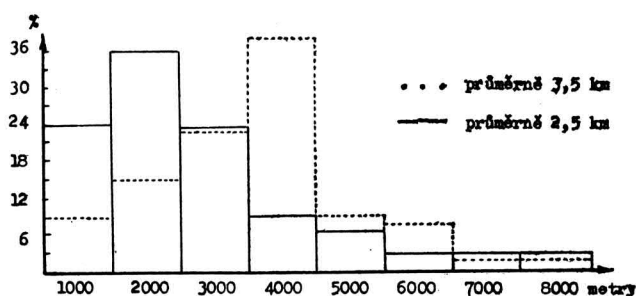
zkumu příslušníků KOVZ a jejich rozbor je uveden v další části. Pravděpodobnostní rozložení všech náhodných veličin použitých v modelu je třeba chápat jako jednu z nekonečného množství variant. Může být jen položena otázka, do jaké míry se zvolené rozložení blíží průměrným hodnotám anebo s jakou pravděpodobností se může vyskytnout právě zvolená varianta. Odpověď samozřejmě dnes ještě nemáme, vycházíme však z toho, že považujeme jednu variantu (u některých náhodných veličin až tři) za lepší než žádnou variantu.

Přistupme nyní k charakteristice výstupního proudu z první fáze obsluhy. Výstupní proud je dán raněnými, přivezenými PrA a složenými v různých místech zastávek PrO a v různou dobu v celé hloubce bojového úkolu. Podle THO by měl výstupní proud ve skutečnosti následující, dříve vysvětlené vlastnosti: nestacionárnost, neordinárnost, heterogenost, neohraničenost a částečný následný účinek. Od vstupního proudu se tedy výstupní proud liší posledně uvedenou vlastností, a to z těchto důvodů:

Proud obslužených požadavků je vytvářen převážně jízdami jednotlivých PrA a časové rozložení výstupů požadavků má tedy v důsledku pasáže první fáze obsluhy jiný charakter než vstupní proud. Výstupní proud je ovlivňován mnoha faktory, nejvíce pak délkou koloběhů jednotlivých PrA mezi hnízdy raněných a místy zastávek PrO. Tyto koloběhy se při rovnoměrném výskytu raněných prodlužují v závislosti na hustotě míst zastávek PrO od počátečního minima k maximu, po němž následuje přemístění PrO do nového místa, a celý cyklus postupně se prodlužujících koloběhů PrA se opakuje. Toto prodlužování je samozřejmě závislé na mnoha dosud nekvantifikovatelných faktorech. Jestliže by na stupni bojiště — PrO odsunovalo jen jediné PrA, tj. jestliže se v první fázi obsluhy $m = 1$,

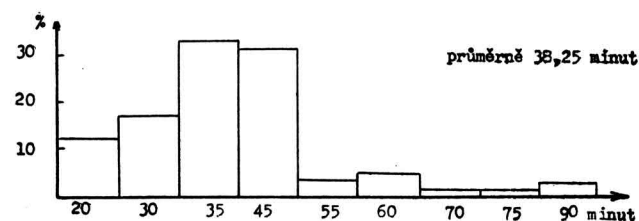
Graf 4

Vzdálenosti mezi místy zastávek praporečního obvoziště



Graf 6

Doba příchodu raněných na praporeční obvoziště



pak bychom mohli výstupní proud charakterizovat jako proud s úplným následným účinkem. Při $m \geq 2$ neovlivňuje již prakticky příjezd jednoho PrA příjezd jiného PrA, ale teoreticky existuje možnost přibližně současného příjezdu několika PrA do místa zastávky PrO, a to vzhledem k relativně malé ploše, z níž jsou odsunuty prováděny, zhruba stejné rychlosti postupu fronty v celém úseku bojové činnosti praporu a přibližně stejným bojovým podmínkám. Tato teoretická možnost „vlnovitého“ charakteru výstupního proudu nás opravňuje tento proud charakterizovat obecně — bez ohledu na velikost m — jako proud s částečnými následnými účinky.

V našem modelu je doba výstupu jednotlivých požadavků z první fáze obsluhy zadána pravděpodobnostním rozložením příjezdů PrA na PrO (graf 2) a obložností PrA (graf 3). Místa zastávek PrO jsou pak volena na základě náhodového mechanismu podle jiného pravděpodobnostního rozložení (viz graf 4).

Vzhledem k použití zmíněných rozložení a jejich mnohonásobnému opakování podle programu je výstupní proud opět simplifikován na proud víceméně stacionární, dále je to proud homogenní a ohraničený. Zbývající dvě vlastnosti proudu (neordinárnost a částečný následný účinek) jsou v modelu zachovány.

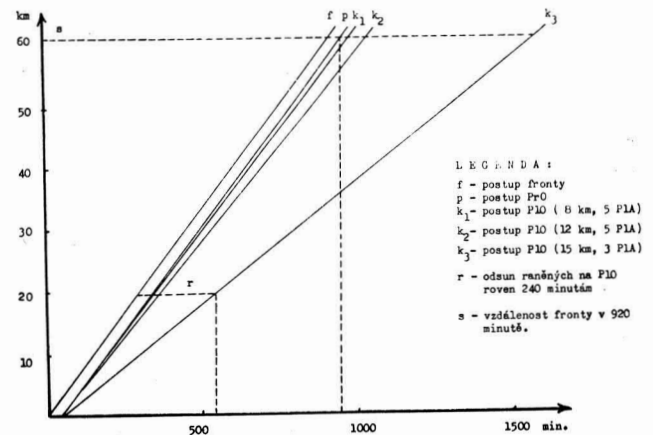
Výstupní proud z první fáze obsluhy můžeme považovat přímo za vstupní proud pro druhou fázi, jestliže vyjdeme z předpokladu, že PrO by v žádném případě při dostatečné odsunové kapacitě PIA nezdržovalo odsun raněných na P1O. Od zvláštní charakteristiky vstupního proudu do druhé fáze obsluhy můžeme tedy upustit.

Druhou obsluhující soustavu představují v modelu odsunové prostředky pluku — P1A. Je to n rovnocenných obsluhujících stanic, napojených paralelně v rámci neuspořádané soustavy. Podle způsobu čekání na obsluhu jde ve skutečnosti, a v tomto případě i v modelu, opět o smíšenou obsluhující soustavu. Ranění se v modelu odsunují některým z P1A nebo jsou překryti přemísťujícím se P1O, ale neuvažuje se jiný způsob odsunu (NA — „porožňáky“, pěšky), ani přirozený úbytek požadavků — tj. úmrtí raněných (ať již pro těžký klinický stav nebo pro pozdní odsun). Požadavky na obsluhu jsou tak v našem modelu o něco vyšší proti reálnému procesu. Při modelování nás však tento úbytek požadavků nezajímá, protože nám nešlo o odhad zdravotnických ztrát, ale o variantní kalkulaci potřeby odsunových prostředků.

Doba čekání ve druhé fázi je ohraničena dobou přivezení raněných do místa zastávky PrO a dobou naložení raněných na odsunový prostředek P1A, tj. dobou zahájení vlastní obsluhy. Doba čekání je závislá na mnoha faktorech, především na počtu raněných, na odsunové kapacitě pluku, na rychlosti postupu fronty a tím na vzdálenosti mezi PrO a P1O, na vzdálenostech mezi místy zastávek PrO a dále na faktorech, které pro svou velkou měnlivost a nekvantifikovatelnost nebyly v modelu uvažovány, jako je

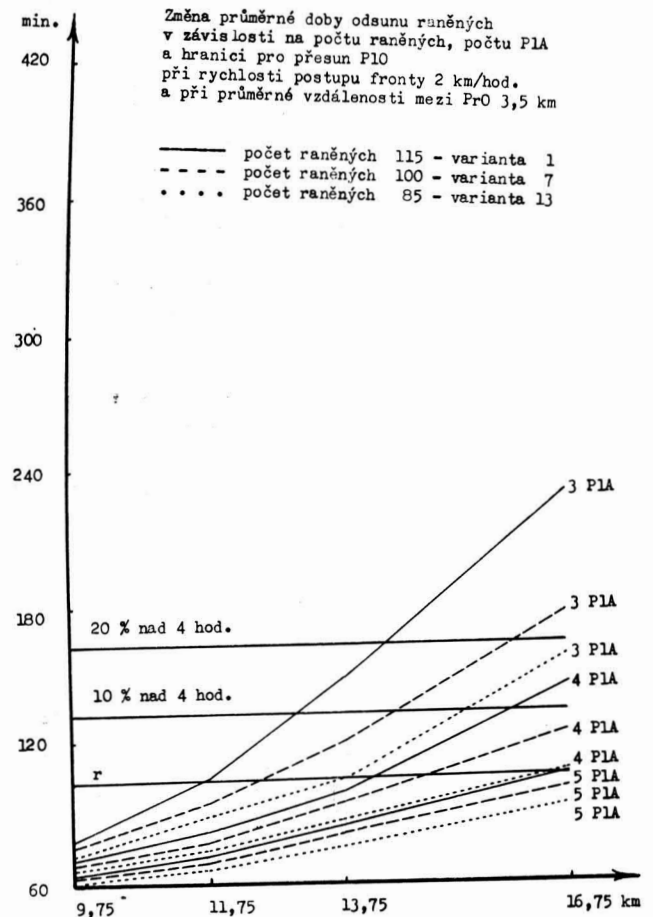
Graf 7

Aproximace postupu fronty, PrO a P1O (varianta č. 6)



terén, sjízdnost a propustnost odsunových cest, zdržení vlivem nepřítele, poruchovost dopravních prostředků a únava obsluhujícího personálu atd. Podíl doby čekání raněného na P1A na celkové době trvání odsunu z bojiště na P1O je různý a je závislý na všech uvažovaných parametrech. V našem modelu je při průměrné celkové odsunové době 100 minut tento podíl zanedbatelný. Hodnoty nad 100 minut jdou pak prakticky na vrub doby čekání na druhou fázi obsluhy.

Graf 8

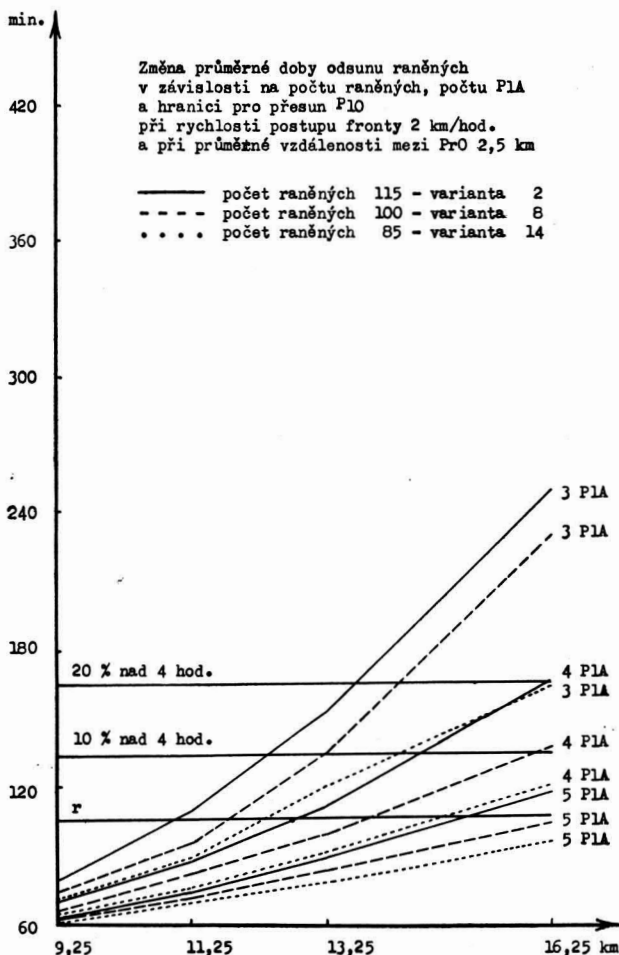


Čas obsluhy ve druhé fázi, tj. doba, po kterou jsou ranění odsunováni z PrO na P1O, je závislý na týchž faktorech, jež ovlivňují dobu čekání, kromě prvních dvou. Variační šíře času obsluhy je daleko menší než u doby čekání. Odmyslíme-li si všechny ty nekvantifikovatelné faktory a uvažujeme-li nějakou průměrnou rychlost přesunu P1A po bojišti, můžeme říci, že čas obsluhy je funkcí vzdálenosti mezi PrO—P1O. V našem modelu jsme takto přistoupili ke kvantitativnímu vyjádření času obsluhy, přičemž průměrná rychlost přesunu P1A po bojišti byla stanovena na 15 km/h.

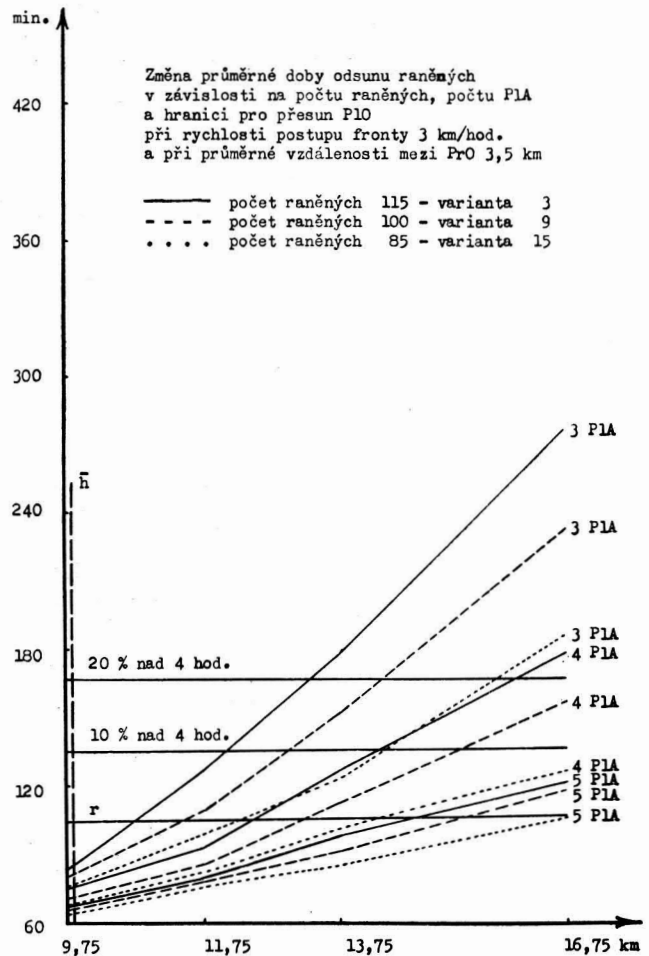
Při komplexním hodnocení procesu odsunu raněných z bojiště na P1O z hlediska THO lze říci, že je to neuspořádaná soustava s dvoufázovou obsluhou, v níž jsou sériově napojeny dva druhy různorodých stanic obsluhy, přičemž každý z nich je neuspořádanou podsoustavou s konečným počtem rovnocenných, paralelně napojených obsluhujících stanic.

Výstupní proud z této dvoufázové obsluhy jako celku je dán posloupností raněných přisunovaných jednotlivými P1A do míst rozvinutí P1O, Podobně jako výstupní proud z první fáze obsluhy je tedy i tento proud rozložen nejen v čase, ale i v prostoru a má v podstatě stejné vlastnosti. V modelu jsme výstupní proud nezaznamenávali, protože jsme ho pro naše závěry ne-

Graf 9



Graf 10



potřebovali. Konečným výstupním údajem v našem modelu je totiž procentuální rozložení doby potřebné k přivezení raněných na P1O od momentu zranění v půlhodinových intervalech.

Mohlo by se zdát, že výše provedená analýza odsunového procesu nemá velký význam, zvláště když nám v našem případě neumožňuje stejně využít matematického aparátu THO. Přínosem je především pojmový aparát teorie, jímž je možno charakterizovat vlastnosti jednotlivých složek SHO a nalézt jejich vzájemné vztahy a vazby. Analýza námi zkoumaného odsunového procesu ve smyslu THO nám ex post ukázala ještě lépe na slabá místa modelu, umožnila model upravit a naznačila perspektivy pro komplexnější modely téhož problému.

Odsun raněných jako náhodný proces

Při analýze procesu odsunování raněných z bojiště na P1O s cílem zjednodušit tento proces na nejpodstatnější vztahy, pomocí nichž by bylo možno vytvořit matematicologický model, došli jsme k závěru, že k tomu potřebujeme jako vstupní údaje minimálně tyto veličiny:

- rychlost postupu fronty po hodinách,
- intervaly příjezdů praporek zdrav. aut na praporek obvaziště,
- počet raněných v jednotlivých praporek zdrav. autech,

- d) vzdálenosti mezi místy zastávek PrO,
e) počet raněných ve zdrav. autech pluku,
f) dobu příchodu raněných na PrO od zranění.

Jde zjevně o veličiny náhodné. O některých z nich jsme již částečně hovořili v první části našeho sdělení. Na tomto místě chceme poukázat na těžkosti při získávání podkladů pro charakteristiku těchto zvolených náhodných veličin a na způsob jejich konkrétního získání, čímž vlastně naznačíme, do jaké míry jsou z hlediska vstupních údajů získané výsledky obecně platné.

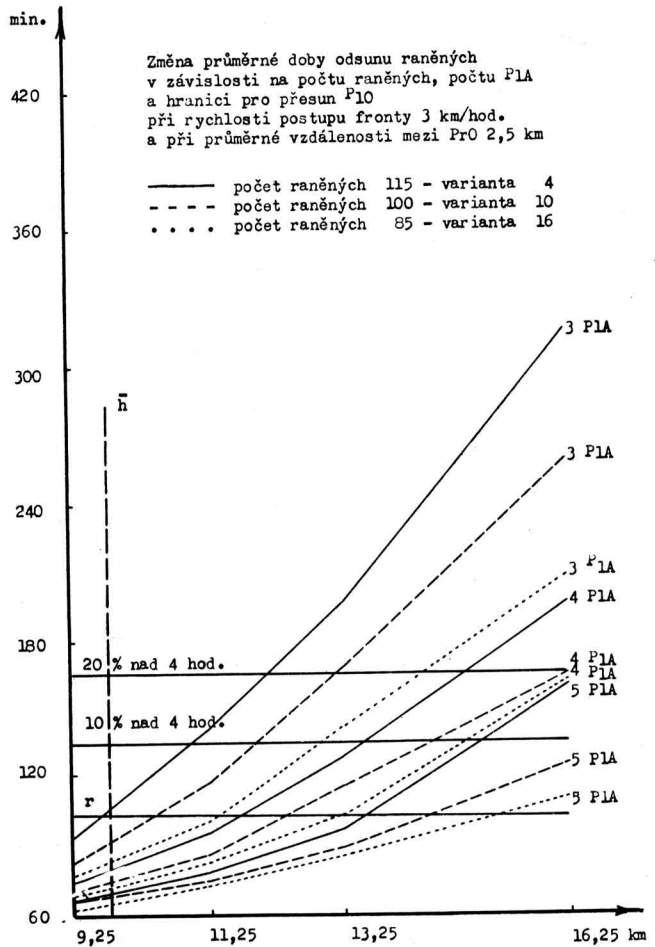
Abychom si mohli dát na všech šest použitých náhodných veličin vědecky podloženou odpověď, k tomu bychom potřebovali podrobnou variantní analýzu bojových střetnutí našich vojsk s různě silným nepřítelem, jejímž výsledkem by bylo prostorové a časové rozmístění zdrav. ztrát. Že takovýto výzkum je teprve na samém začátku, bylo již uvedeno výše. Je zřejmé, že obor OTZS nemůže s vlastním výzkumem čekat až na výsledky tohoto taktickooperačního výzkumu. Výhodou sestaveného modelu je, že použitá pravděpodobnostní rozložení všech náhodných veličin (viz grafy 1–6) mohou být nahrazena jakýmkoli jiným rozložením, které získáme dodatečným výzkumem vlastním, nebo aplikací výsledků výzkumů jiných oborů. V tom právě spočívá obecná použitelnost našeho modelu, odhlédneme-li od jeho vnitřní struktury, o níž bude řeč v závěru sdělení. I když tedy nemá obor OTZS k dispozici zmíněné základní vstupní informace, může ve smyslu toho, co bylo řečeno, provádět výzkumy dílčích problémů komplexního hlavního úkolu — optimálního zdravotnického zabezpečení vojsk v poli, přičemž jednotlivé dílčí problémy je třeba volit tak, aby ve svém souhrnu a návaznosti byly schopny dát perspektivně odpověď na hlavní úkol v celé jeho šíři a složitosti. Model odsunu raněných do stupně pluku má z tohoto hlediska své opodstatnění, i když dosud není vyřešen model nižší úrovně, který by pro model odsunu připravil potřebné vstupní údaje.

Jaké možnosti má samotný obor OTZS k získání co nejobektivnějších podkladů pro charakteristiku uvedených náhodných veličin? Možností je několik, především je to matematicko-statistické vyhodnocení reprezentativního souboru cvičení na mapách a s vojsky, dále metoda logické úvahy, částečně i (vzhledem k uvažovaným konkrétním náhodným veličinám) některé metody analýzy hmotných procesů ve smyslu časových a pohybových studií problémů, rozložených na prvky. Nejužívanější je v současné době v oboru OTZS metoda logické úvahy, zatímco nejméně výsledků bylo dosud získáno pomocí časových a pohybových studií, protože k tomu do této doby nebyly vytvořeny organizačně a částečně ani ekonomicky potřebné podmínky.

Problémem je v současné době, při dosavadním organizačním systému výcviku vojsk a z toho vyplývající relativní odtrženosti vědecko-výzkumné práce v oboru OTZS od široké praktické základny, sestavit nějaký reprezentativní soubor cvičení na mapách nebo s vojsky, protože výukových a výzkumných cvičení je na katedře OVZ relativně malý počet a podkladů z terénu je málo a přitom není zajištěna jejich srovnatelnost prakticky z žádného hlediska.

Vstupní náhodné veličiny pro náš model byly zadány pravděpodobnostními rozloženými, k nimž dospěli příslušníci KOVZ za pomoci všech výše uvedených pracovních metod v rámci výzkumu

Graf 11



organizace sil a prostředků první pomoci a první lékařské pomoci v létech 1964–1965.

Pro charakteristiku náhodných veličin použitých v odsunovém modelu bylo vyhodnoceno celkem 8 praporečnických cvičení (z toho 6 cvičení na mapách a 2 cvičení s vojsky) a 3 plukovní cvičení (všechna na mapách). V úvahu byly dále brány některé dílčí časové studie, zpracované jednak příslušníky KOVZ, jednak ojedinelými externími spolupracovníky, týkající se některých úkonů při poskytování první pomoci na bojišti a při nakládání raněných do odsunových prostředků a při jejich vykládání z nich a týkající se průměrné hodinové rychlosti praporečnických a plukovních odsunových prostředků po „bojišti“. Získané podklady byly logicky přetransformovány na obecnější rovinu a u některých náhodných veličin (grafy 1, 2, 4) bylo deduktivní metodou zpracováno několik dalších variant. Vzhledem k malému počtu cvičení nebylo totiž možno jejich statistické vyhodnocení považovat za dostatečně reprezentativní.

Popis některých výsledků ze zpracování odsunového modelu na samočinném počítači MINSK-2-22.

Model je zpracován v 18 základních variantách. Výsledky každé varianty, které jsme získali

li jednak matematicko-statistickým zpracováním samočinným počítačem MINSK-2-22, jednak dodatečnými výpočty na počítačích malé a střední mechanizace a na stolním SP CELLATRON, sér. 2b, jsou zpracovány ve formě tabulek, z nichž jedna je v příloze tohoto článku (tab. 1). V prvním řádku tabulky jsou uvedeny parametry charakterizující každou ze základních variant, v prvních dvou sloupcích pak jsou údaje, které vymezují jejich 12 podvariant.

Pro úplnost uvedeme stručnou charakteristiku všech pěti parametrů, jejichž prokombinováním jsme dostali celkem 216 variant:

- 112—114 raněných je počet raněných, vygenerovaných podle zadaného rozložení za 16 hodin vedení boje.
(Další varianty uvažují 96—100 raněných a 81—84 raněných),
- PrO 3,5 km je průměrná vzdálenost mezi místy zastávek PrO (druhá varianta je 2,5 km),
- rychlost postupu 2 km/h znamená průměrnou rychlost postupu fronty v průběhu 16 hodin boje (jsou uvažovány dále 3 a 4 km/h),
- km uvádí plánované vzdálenosti mezi PrO—PIO v km, při nichž dochází k přemístování PIO,
- PIA udává počet uvažovaných plukovních aut, odsunujících na stupni PrO—PIO.

Každá z 216 variant je v SP zrealizována ve 100 pokusech, čímž bylo dosaženo u výsledků přesnosti $\varepsilon = 0,10$ se spolehlivostí $\alpha = 0,95$.

Hlavním výsledkem modelu je získání průměrných dob odsunů raněných z bojiště na PIO. Hodnoty z jednotlivých pokusů jsou zařazovány do půlhodinových intervalů a ve 3.—15. sloupci každé tabulky je uváděno jejich procentuální rozložení; 16. sloupec tabulky je zařazen proto, že doba 4 hodin je odborníky považována za maximální časovou hranici, do níž se mají ranění dostat na etapu 1. lékařské pomoci. V dalších dvou sloupcích je udána průměrná doba odsunu raněných v průběhu 16hodinového vedení boje s příslušnou směrodatnou odchylkou.

Přísun raněných na PrO je v modelu ohraničen 960. minutou, zatímco odsun z PrO na PIO je řešen až do doby přivezení posledního raněného. Tato doba je v tabulkách uvedena ve sloupci 19.

Během realizace odsunového procesu je počítačem sledována celková doba, po kterou nejsou PIA odsunující od sledovaného praporu využita k odsunům raněných nebo se nepřemístují z PIO na PrO. Ve 20. sloupci je uváděna tato nevyužitá doba jako prostoj plukovních aut v procentech z celkové doby odsunu.

V 21. sloupci je udáván celkový počet koloběhů PIA mezi PIO—PrO v průběhu celého odsunového procesu. V tabulce je tento údaj uváděn hlavně pro porovnání s následujícím 22. sloupcem, ve kterém je udávána jízda, od níž je odsun realizován trvale nad 4 hodiny. Porovnáním 21. a 22. sloupce dostaneme pak dobu, od níž se

Tabulka 1

Varianta č. 1

112—114 raněných			PrO 3,5 km													Rychlost postupu 2 km/h							
km	PIA	Procentuální rozložení odsunu raněných v půlhodinových intervalech													celkem nad 4,0	průměrná doba odsunu v minutách	směrodatná odchylka	doba přísunu posledního raněného v min.	prostož PIA v %	počet jízdy PIA	jízda PIA, od které trvale odsun nad 4 hod.	počet rozvinutí PIO	průměrný počet raněných na PIA
		0,0—0,5	0,5—1,0	1,0—1,5	1,5—2,0	2,0—2,5	2,5—3,0	3,0—3,5	3,5—4,0	4,0—4,5	4,5—5,0	5,0—5,5	5,5—6,0	nad 6,0									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
8	3	3	36	30	17	8	4	2							0	78	40	988	21,9	18	64	4	3,8
	4	3	43	33	14	5	2								0	68	30	975	34,4	19	83	4	3,6
	5	4	49	33	10	3	1								0	62	25	968	47,0	20	100	4	3,4
10	3	2	25	23	16	12	9	6	5	2	1	1			4	106	65	1045	13,2	38	35	3	4,4
	4	2	32	31	17	9	5	2	2						0	83	43	995	24,3	20	64	3	4,0
	5	3	40	30	16	8	3								0	74	34	988	33,4	22	78	3	3,6
12	3	2	19	14	13	10	9	8	7	6	4	3	2	4	18	150	101	1123	17,0	18	21	3	4,3
	4	2	26	23	17	13	8	5	3	2	1				3	101	59	1021	9,4	20	48	3	3,7
	5	2	31	28	18	11	6	3	1						0	86	46	1005	25,2	22	62	3	3,5
15	3	1	15	10	8	6	5	6	6	6	5	5		23	43	233	169	1314	5,6	19	12	2	4,8
	4	1	19	14	12	11	9	8	7	1	4	3	4	4	19	149	96	1121	9,7	20	24	2	4,5
	5	2	24	22	16	12	9	6	4	2	2	12	2		5	110	68	1035	17,2	22	46	2	4,1

v dané variantě odsunuje již jenom v nepřijatelém čase. Výpočtu hodnot ve 22. sloupci předcházela poněkud složitější analýza dynamiky odsunového procesu. Zjednodušeně si lze odsunující soustavu představit jako rovnoměrně se zhoršující systém a aproximovat postup fronty a přemístování PrO a PIO přímkami. Na grafu 7 je znázorněn postup uvedených veličin v základní variantě č. 6, která je dána kombinací 115 raněných, vzdáleností mezi PrO 2,5 km a rychlostí postupu fronty 4 km/h. Přímkou f na grafu znázorňuje postup fronty a přímkou p postup PrO, přičemž přímkou p je vzhledem ke konstrukci modelu rovnoběžná s přímkou f a je posunuta o 40', což je cca průměrná doba odsunu z bojiště na PrO (graf 6). Přímkami k_i je znázorněn postup PIO při jednotlivých podvariantách.

Vzhledem k tomu, že první rozvinutí PIO je realizováno v místě první zastávky PrO na čáře zteče (0 km), procházejí přímkami k_i tímto bodem (40; 0). Druhý bod, kterým jsou přímkami k_i určeny, má první souřadnici zadánu dobou přivezení posledního raněného na PIO a druhá souřadnice je dána vzdáleností, v níž je v 960. minutě PrO. Přímkou k_1 (8 km, 5 PIA) znázorňuje nejoptimálnější a přímkou k_3 (15 km, 3 PIA) nejpesimálnější odsunovou situaci u sledovaného praporu. Zátlmco k_1 je téměř rovnoběžná s p , směrnice k_3 je podstatně menší než směrnice p . Důsledkem toho je neustálé zvětšování vzdálenosti mezi poslední zastávkou PrO a místem rozvinutí PIO a tedy prodlužování doby přisunu raněných na PIO. Při takovéto aproximaci odsunového procesu je možno zjistit dobu, po které budou ranění trvale odsunováni déle než 4 hodiny. Z grafu 7 vyplývá, že při uvažování přímkou k_3 přesahuje doba odsunu raněných na PIO 4 hodiny (přímkou r) cca od 540. minuty. Tuto dobu je možno vyjádřit také pořadovým číslem jízdy PIA (označme K), jak je uváděno ve sloupci 22. Výpočet jízdy, od níž se trvale odsunuje déle než 4 hodiny, byl prováděn podle vztahu

$$K = \frac{240 \cdot J}{R - 920}, \quad (1)$$

kde hodnota 240 vyjadřuje v minutách horní hranici přípustné doby odsunu raněných z bojiště na PIO, J udává celkový počet jízd PIA (sl. 21), R je doba příjezdu posledního raněného na PIO (sl. 19) a hodnota 920 je průměrná doba vzniku posledního raněného.

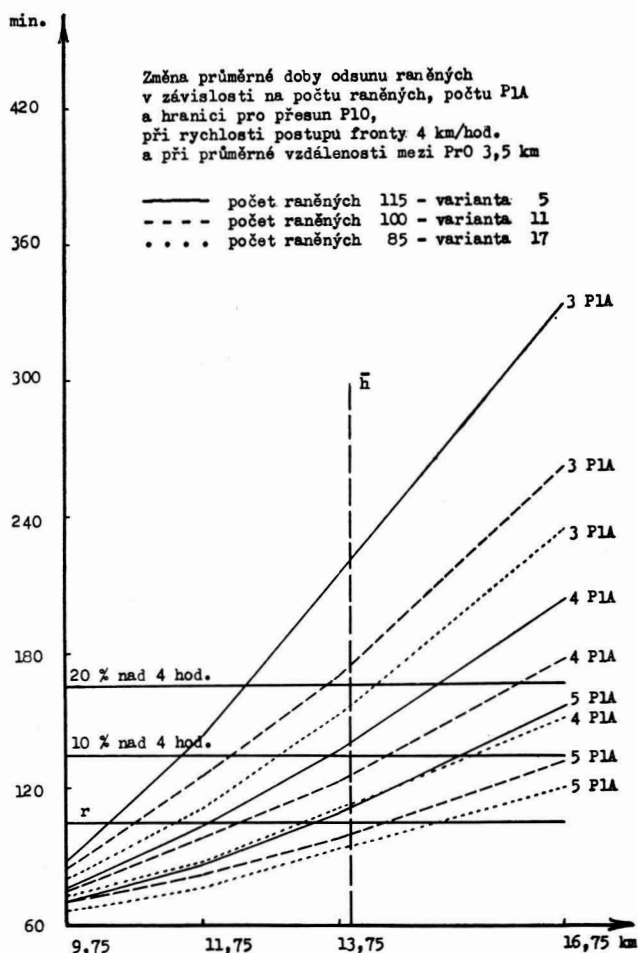
Propočtením našeho příkladu z grafu 7 (ve variantě 6 je udáno, že $J = 22$ a $R = 1589$) dostáváme

$$K = \frac{240 \cdot 22}{1589 - 920} = 7,8 \text{ jízd.}$$

Průměrnou dobu jedné jízdy (označme N) dostaneme výpočtem ze vztahu

$$N = \frac{R - 60}{J}, \quad (2)$$

Graf 12



kde hodnoty R a J již byly vysvětleny a hodnota 60 je konstanta, vyplývající z konstrukce modelu a udávající počet minut prostoje na začátku odsunového procesu (podle konstrukce modelu odsunují PIA až z druhého místa zastávky PrO, protože první místo zastávky PrO na čáře zteče je překryto PIO).

V našem příkladě činí tato průměrná doba jedné jízdy PIA

$$N = \frac{1589 - 60}{22} = 69,5 \text{ minut.}$$

Pronásobením hodnot K a N dostáváme dobu, od které odsun raněných trvá déle než 4 hodiny. V našem případě to činí 542,1 minut a odpovídá to tedy výsledku získanému grafickým zpracováním.

Výpočet hodnoty K je jen orientační, přesto však dává dobrou představu o dynamice odsunového procesu a je současně s průměrnou dobou odsunu raněných důležitým kritériem pro hodnocení odsunového procesu jako soustavy hromadné obsluhy.

Ve 23. sloupci tabulky je udáván počet rozvinutí PIO a konečně v posledním sloupci průměrný počet raněných v jednom PIA.

Vyhodnocení výsledků modelového zpracování odsunového problému a jejich platnost pro praktické závěry

V připojených grafech 8—13, které tvoří jen část všech grafů, zpracovaných podle výsledných tabulek, jsou vyjádřeny závislosti průměrných dob odsunů raněných na jednotlivých parametrech vymezujících varianty modelu. Grafy jsou sestaveny tak, že na svislé ose je zaznamenávána průměrná doba odsunu raněných a na vodorovné ose vzdálenost mezi PrO—PIO, po které dochází k přesunům PIO. V našem modelu byly jako hranice pro přemístování PIO (označujeme p) zvoleny vzdálenosti 8, 10, 12 a 15 km. Vzhledem k vnitřní konstrukci modelu se však přesuny PIO uskutečňují vždy do nejbližšího místa zastávky PrO za zvolenou hranici p . Další dodatečné propočty na SP nám potvrdily naši hypotézu, že každá hranice p je v SP prodloužena přibližně o poloviční průměrnou vzdálenost mezi místy zastávek PrO. Tak např. ke zvolené hranici pro přemístování PIO $p = 10$ km je třeba při průměrné vzdálenosti mezi PrO 2,5 km přičíst 1,25 km. V grafech jsou zakresleny takto transformované hranice p (označujeme h).

V jednotlivých grafech jsou vždy vynášeny výsledky tří variant, lišících se od sebe jen počtem raněných. Propojením výsledků z jednotlivých variant při hranicích pro přemístování PIO dostáváme 9 výsledných lomených čar, které tvoří vlastní graf. Vodorovné a kolmé čáry, které jsou kromě toho v grafech zakresleny, vymezují nám z několika hledisek v množině možných řešení podmnožinu tzv. příznivých řešení. Způsob získání a význam jednotlivých omezujících čar si nyní vysvětlíme.

Jedním z omezujících faktorů našeho odsunového procesu je požadavek, aby se většina raněných dostala do 4 hodin od zranění na PIO. Ve smyslu dříve naznačené tendence neustálého prodlužování doby přísunu raněných na PIO pokusili jsme se nalézt vztah této kritické doby 4 hodin k průměrné době odsunu raněných za prvních 16 hodin vedení boje.

Předně byla zjištěna lineární závislost procenta raněných přísunutých na PIO po 4 hodinách na průměrné době odsunu raněných — v intervalu (97, 300) — a výpočtem jsme dostali tyto rovnice regresivních přímk:

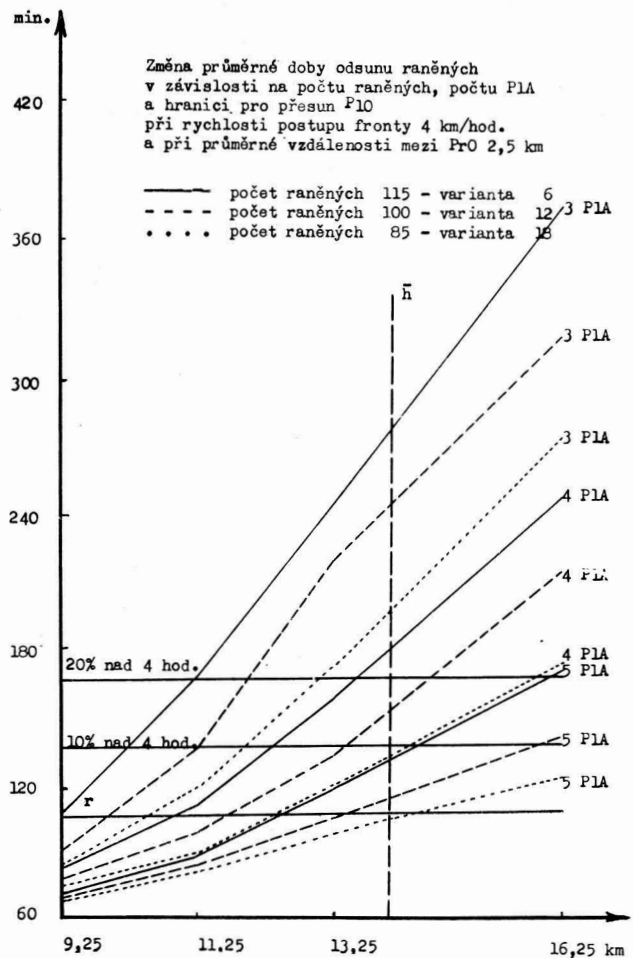
$$x^* = 97,492 + 3,182 y, \quad (3)$$

$$y^* = -29,591 + 0,307 x, \quad (4)$$

kde x je průměrná doba odsunu raněných a y je procento raněných, u nichž trvá odsun déle než 4 hodiny.

Dále jsme zjistili určitou, zatím blíže neurčenou vzájemnou závislost procenta raněných nad 4 hodiny a jízdy PIA, od které je odsun trvale delší než 4 hodiny (sl. 16 a 22). Z tabulek vyplývá, že při 10 % raněných, odsunovaných během prvních 16 hodin déle než 4 hodiny, vyskytuje se první jízda, od které se při aproximaci odsunového procesu odsunuje trvale déle než 4 hodiny, cca za 24 hodin absolutního času. Po-

Graf 13



dobně 20 % raněných nad 4 hod. odpovídá přibližně 16 hodinám absolutního času a konečně při cca 5 % raněných nad 4 hodiny můžeme pokládat systém za víceméně stabilní, protože nad 4 hodiny by se trvale odsunovalo až po 32 hodinách vedení boje. Jestliže tedy pokládáme odsunový systém odsunující 32 hodin v přijatelném čase za stabilní, pak systém odsunující přijatelně 24 hodin (a tedy s 10 % raněných nad 4 hod.) můžeme označit za potenciálně nestabilní a systém odsunující přijatelně jen prvních 16 hodin (a tedy s 20 % raněných nad 4 hodiny) za nestabilní.

Podle první z rovnic regresivních přímk jsme vypočetli průměrnou dobu odsunu raněných u nestabilního a potenciálně nestabilního systému (161,13' a 129,31') a na 130. a 160. minutě jsme v grafech zakreslili rovnoběžky s vodorovnou osou. Tyto rovnoběžky ohraničují celý odsunový proces shora. Horní z přímk znamená, že nad touto přímkou jsou po prvních 16 hodinách vedení boje jen nepříznivá řešení s celkovou dobou odsunu delší než 4 hodiny.

Druhým omezujícím faktorem v našem modelu je efektivnost práce PIO. Tuto efektivnost jsme zavedli jako omezující faktor až na základě předběžných výsledků modelování procesu. V některých variantách došlo např. až k 7 rozvinu-

tím PIO během 16 hodin. Když od 16 hodin odečteme dobu potřebnou na překonání vzdálenosti mezi prvním a posledním rozvinutím PIO a dobu potřebnou na 7 rozvinutí a svinutí PIO, zbylo jen něco přes 50 % celkového času na skutečnou odbornou činnost, zatímco v neoptimálnějších případech byl celkový čas využit efektivně až v 87 % (samozřejmě za cenu dlouhých odsunů a prodlužující se doby odsunu raněných). S růstem počtu rozvinutí plukovního ob-
vaziště ve zvoleném časovém rozmezí klesá množství času připadající na jedno rozvinutí. V modelu jsme si zvolili podle zkušenosti odborníků z KOVZ za minimální efektivní dobu pro práci PIO na jednom místě čas 2,5 hodiny (bez doby nutné na rozvinutí a svinutí etapy, což činí nejméně další 0,5 hodiny), a to zajišťuje podle propočtů cca $\frac{2}{3}$ celkového času pro odbornou činnost. Při celkové kalkulaci 3 hod. pro práci na jednom místě nemůže počet rozvinutí během stanovené doby při určité rychlosti postupu fronty překročit jistou hranici. Tuto hranici je možno vyjádřit kromě počtem rozvinutí také minimální vzdáleností, po které je třeba provádět přemísťování PIO. Je to výhodné vzhledem k tomu, že takto vyjádřenou hranici můžeme zakreslit do výsledných grafů rovnoběžně se svislou osou.

Výpočet této hranice (označujeme \bar{h}) jsme provedli podle empiricky sestavené rovnice

$$\frac{18 \cdot \bar{h}}{16 \cdot v} - \frac{\bar{h}}{15} = 3, \quad (5)$$

v níž jednotlivé hodnoty mají tento význam: 18 je doba v hodinách, do níž chceme zakončit odsuny raněných, 16 je doba vedení boje, 15 znamená rychlost přemísťování PIO po bojišti (v km), 3 udává minimální dobu pro práci PIO na jednom místě a konečně v udává průměrnou rychlost postupu fronty.

Z rovnice (5) můžeme snadno vypočítat hledanou hranici \bar{h}

$$\bar{h} = \frac{360 \cdot v}{135 - 8v}, \text{ pro } v < 15. \quad (6)$$

Pro jednotlivé rychlosti postupu fronty použité v modelu dostáváme z rovnice (6) tyto hodnoty

$$\begin{aligned} \bar{h}_1, \text{ pro } i = v: \\ \bar{h}_2 &= 6,05 \text{ km,} \\ \bar{h}_3 &= 9,73 \text{ km,} \\ \bar{h}_4 &= 13,98 \text{ km.} \end{aligned}$$

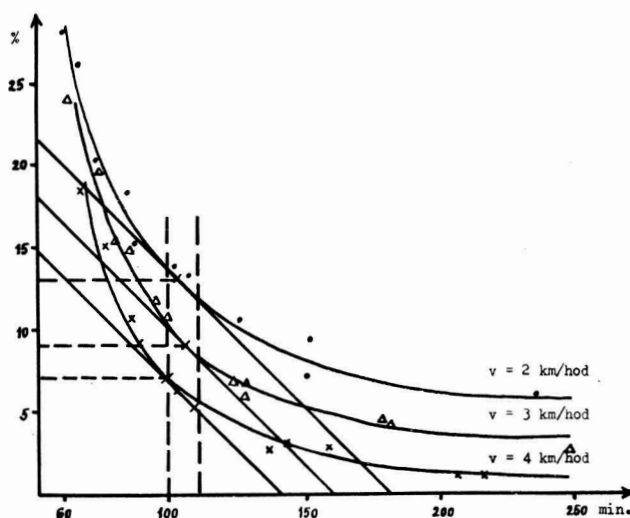
Získané hodnoty \bar{h}_3 a \bar{h}_4 jsme zakreslili do výsledných grafů, hodnoty \bar{h}_2 zakresleny nebyly, protože jsou menší než nejnižší uvažovaná hranice.

Hranice \bar{h} omezují oblast přípustných řešení zleva. Řešení vlevo od těchto hranic zajišťují sice kratší průměrnou dobu a kratší rameno odsunu raněných, ale za cenu snížení efektivnosti práce etapy.

Třetím omezujícím faktorem v modelu je efek-

Graf č. 14

Závislost procenta prostožů PlA na průměrné době odsunu raněných při 115 raněných a vzdálenosti mezi místy zastávek PrO 3,5 km



tivnost odsunových prostředků pluku. Z výsledných tabulek je zřejmé, že snižování průměrné odsunové doby raněných je sledováno zvyšováním prostožů PlA a že závislost těchto veličin není lineární. Pro složitost výpočtů bylo zatím upuštěno od matematického vyjádření závislosti. Spokojili jsme se zatím s tím, že výsledné bodové grafy (viz graf 14) je možno proložit jednou větví hyperboly. Graf 14 byl sestaven tak, že na vodorovné ose jsme zaznamenávali průměrnou odsunovou dobu a na svislé ose procento prostožů PlA v přepočtu na jedno auto při vzájemném poměru stupnic na osách — 30 minut ku 5 % prostožů, kterýžto poměr zajišťuje přibližně rovnoosý tvar výsledné hyperboly.

Při hyperbolické závislosti obou veličin se jeví jako nejdůležitější bod křivky vrchol hyperboly, od něhož nalevo jsou ty případy řešení odsunového problému, u nichž je malé zkrácení průměrné odsunové doby realizováno jen za cenu velkého neúměrného přírůstku prostožů PlA, zatímco vpravo od tohoto vrcholu, tedy na sestupném rameni hyperboly, jsou ta řešení, u nichž již malé zvětšení prostožů aut má za následek velké zkrácení odsunové doby. Vrchol hyperboly rozděluje tedy možná řešení odsunového problému na relativně rentabilní a nerentabilní.

Vzhledem k tomu, že vrchol hyperboly se při všech variantách pohybuje vzhledem k vodorovné ose v malém rozmezí od 100—110 min. (zatímco z hlediska svislé osy má v modelu daleko větší variační šíři, tj. 5,5 % — 14 % prostožů jednoho PlA), uvažujeme průměrnou hodnotu 105 minut za hranici, pod kterou jsou z hlediska využití PlA relativně nerentabilní řešení. Tato hranice, označená v grafech r , omezuje tedy celkový odsunový proces zdola. Odsuny raněných je tedy podle našeho modelu nejméně výhodnější provádět v prvních 16 hodinách za takových podmínek (při takových parametrech), kdy se průměrná odsunová doba pohybuje mezi 105

až 160 minutami a přitom řešení leží vpravo od omezující čáry h .

Platnost získaných výsledků je značně omezena modelovým zjednodušením odsunového procesu. Abychom mohli říci, které ze zjištěných zákonitostí a vztahů v použitém modelu jsou obecné a které jsou důsledkem konkrétního zjednodušení, musíme ověřit výsledky jednak praxí (což je v oboru OTZS a ve vojenské vědě vůbec v době míru velmi obtížné a problematické), jednak sestavením dalších modelů.

Při sestavování našeho modelu jsme si byli vědomi, že některé okolnosti budou mít záporný vliv na obecnou platnost závěrů. Tak např. je to skutečnost, že všechny náhodné veličiny, které byly v modelu použity, jsou na sobě nezávislé, ačkoli ve skutečnosti mezi nimi určité závislosti existují, jako např. závislost počtu raněných na rychlosti postupu fronty, závislost vzdálenosti mezi místy zastávek PrO na konkrétní rychlosti postupu fronty atd.

Jiným faktorem, který zřejmě ovlivňuje obecnou platnost získaných výsledků, je schematické přemísťování PIO vždy do nejbližšího místa zastávky stále stejného PrO pluku za zvolenou hranici pro přemísťování PIO, ačkoli ve skutečnosti se přemísťování PIO řídí i jinými hledisky než vzdáleností od PrO, např. počtem raněných v jednotlivých místech, profilem jejich zranění, odsunovou kapacitou, bojovou situací, terénem atd.

Vyvozování obecných závěrů z tohoto modelu brání dále např. i ta skutečnost, že není blíže prozkoumán odsunový stupeň bojiště — PrO.

V další fázi výzkumu počítáme ještě i s rozpracováním dosavadního modelu, protože jsme z něho ještě nezískali všechny informace, které nám může poskytnout. Perspektivně však uvažujeme o sestavení jiného modelu, který by odsunovou problematiku řešil z širšího hlediska, komplexněji a v souvislosti s taktickou a týlovou situací.

Závěr

Kybernetická metoda modelování (ať již jde o modelování matematickými, technickými, grafickými či jinými prostředky nebo o modelování na samočinném počítači) je pro poznávání procesů v rozsáhlých a složitých soustavách a pro odhalení jejich podstaty a souvislostí metoda velmi užitečná, zejména pokud přímé pozorování modelované soustavy není možné. Použití této pracovní metody při řešení problému odsunu raněných obohatilo obor OTZS o novou výzkumnou metodickou oblast. Sestavený model je totiž — vedle souběžně vznikajícího modelu polní lékárny, jehož autorem a současně konzultantem naší práce v její počáteční fázi je pplk. PhMr. Miroslav Vosyka z KOVZ — první prací tohoto druhu na úseku vojenského zdravotnictví v naší armádě. Model trpí jistě mnoha nedostatky a zcela neřeší a ani řešit nemůže odsunový problém in toto, protože modelování musí zákonitě postupovat od jednoduchých modelů ke složitějším.

Za hlavní přínos práce považujeme to, že zanáší do oboru OTZS tzv. kybernetické myšlení. Přínosem je i samotné prvotní nahlédnutí do vnitřní struktury odsunového procesu a odhalení některých souvislostí a závislostí.

Cílem výzkumu tohoto druhu je poskytnout nejen teoretické podklady pro optimální organizaci sil a prostředků zdravotnické služby na da-

ném stupni, ale i podklady pro praktická řešení problémů zdravotnického zabezpečení vojsk. Lze předpokládat, že dalším výzkumem budou v procesu zdrav. zabezpečení vojsk odhaleny a kvantitativně vyjádřeny vzájemné souvislosti mezi parametry, které se ukáží jako nejdůležitější, a že je bude možno zpracovat ve formě tabulek nebo i nomogramů. Při spolehlivé znalosti parametrů použitých v nomogramech bylo by pak možno získat podstatně rychleji a objektivněji než při použití klasických metod podklady pro optimální řešení zdrav. situací. Tato možnost je naznačena na výsledných grafech našeho modelu, protože tyto grafy již některé vlastnosti nomogramů mají.

Práce se může stát také výchozím materiálem pro řešení toku zdravotnických informací potřebných k řízení zdrav. služby v poli. Z toho, co bylo výše uvedeno, vyplývá rostoucí význam spolehlivosti informací při využívání exaktních metod operačního výzkumu pro rozhodování řídicích funkcionářů zdrav. služby. Dosavadní výzkum naznačuje, že bude třeba korigovat dosavadní systém zdrav. informací i co do jejich obsahu. Při další výzkumné práci v oboru OTZS na úseku modelování je třeba jít cestou zvyšování složitosti a návaznosti modelů a cestou rozšiřování pracovních týmů o další odborníky (především o lékaře z jednotlivých oborů vojenského zdravotnictví, příslušníky oddělení voj. disciplín, voj. farmacie a společenských věd).

Literatura

- Bláha, J.: Ztráty na živé síle na bojišti. Informační zpravodaj VLIS, mimoř. číslo, 1966, str. 31–43.
- Bláha, J.: Možné ztráty na živé síle msd v obraně palbami západoněmeckého dělostřelectva. Informační zpravodaj VLIS, mimoř. čís., 1966, str. 44–48.
- Bláha, J.: Možné ztráty na živé síle msd v obraně palbami amerického dělostřelectva. Inf. zpravodaj VLIS, mimoř. čís., 1966, str. 49–52.
- Bláha, J.: Ztráty na živé síle od chemických zbraní. Informační zpravodaj VLIS, mimoř. čís. 1966, str. 53–56.
- Buslenko, N. P., Šrejdar, J. A.: Stochastické početní metody (metody Monte Carlo), Praha, SNTL, 1965, 196 str.
- Grigorjev, A. N., Ivanov, N. G., Sevčenko, I. D., Lobanov, G. P.: Metodika stanovení velikosti zdrav. ztrát svazků a operačních svazů od jaderných zbraní v útočné operaci (boji). Překlad v Inf. zpravodaj VLIS, mimoř. čís., 1965, str. 26–38.
- Hes, J.: Úvod do lékařské kybernetiky, Hr. Králové, učební texty VLVDÚ, svazek 54, 1966, 176 stran.
- Hes, J., Klima, V., Štulajter, F., Vachuška, V., Peška, J., Hasman, M., Ševčík, V., Chmela, Z., Sobotík, Z.: Matematický model odsunu raněných z bojiště na etapu první lékařské pomoci a jeho realizace na samočinném počítači MINSK 2-22. Závěrečná výzkumná zpráva, Hradec Králové, VLVDÚ, 1967, 128 stran.
- Klima, V., Štulajter, F., Vachuška, V.: Popis modelu liečebne odsunového zabezpečení raněných z bojišta na stanovište prvej lékařskej pomoci v útočnom boji. Voj. zdrav. listy, roč. XXXVI., 1967, č. 1, str. 3–8.
- Klíř, J., Valach, M.: Kybernetické modelování, Praha, SNTL, 1965, 356 stran.
- Novák, B.: Teorie hromadné obsluhy, Praha, MNO-VZÚ 401, učební pomůcka, díl devátý, 1966, 97 stran.
- Rozenberg, V. J., Prochorov, A. I.: Čo je teória hromadnej obsluhy, Bratislava, SVTL, Praha, SNTL, 1965, 206 stran.
- Saaty, T. L.: Elementy teorii masovogo obsluživanja i jeho prilozhenija. Moskva, Sovetskoe radio, 1965, 510 stran.
- Sobotík, Z.: Možnosti využití některých metod operačního výzkumu ve vědecko-výzkumné práci v oboru OTZS; Inf. zpravodaj VLIS, mimoř. číslo, 1966, str. 5–24.
- Vosyka, M.: Racionalizace ve vojenském zdravotnictví, Hradec Králové, učební texty VLVDÚ, sv. 47, 1966, 143 stran.
- Vosyka, M.: K otázce využití samočinných počítačů pro plánovací práce vojenských farmaceutů na vyšších štábech v poli. Sborník VZL, roč. XXXV., 1966, č. 1, str. 18–23.
- Vosyka, M.: Možnost logicko-matematického modelování při výzkumu provozu lékáren polních zdravotnických zařízení. Voj. zdrav. listy, roč. XXXV., 1966, č. 5, str. 189–193.
- Vosyka, M.: Formální logika — příklad aplikace kalkulu tříd. Informační zpravodaj VLIS, mimoř. čís., 1966, str. 101–117.
- Vosyka, M.: Příprava speciálních logicko-matematických metod pro syntézu poznatků. Závěrečná výzkumná zpráva, Hr. Králové, VLVDÚ, 1967, 102 stran + 46 příloh.