

# **VYUŽITÍ DIGITÁLNÍHO MODELU TERÉNU U LETECTVA A VOJSK PVOS**

Rada úkolů, které plní letectvo, vojska PVOS i vojska PVO pozemních vojsk vyžaduje specifickou, značně rozsáhlou a poměrně přesnou topografickou přípravu. Tato musí zpravidla proběhnout v poměrně krátké době, nejčastěji s použitím dostupných topografických map. Požadavky na obsah a kvalitu těchto map jsou různé, závislé na velitelském stupni, charakteru a rozsahu plněných úkolů, druhu vojska nebo služby letectva, vojsk PVOS a vojsk PVO, lokalitě zájmového prostoru, časových limitech a mnoha dalších faktorech. Zatím používané graficko-číselné vyjádření mapy je však v současné době schopné plnit v potřebné míře jen některé z těchto požadavků. Perspektiva jeho dalšího zdokonalování je z řady různých důvodů omezena a v některých směrech prakticky vyčerpána. Přitom časové nároky vojsk a štábů v bojových podmínkách neustále rostou.

Teprve použití počítačů spolu s možností vytvoření digitálního (číselného) modelu mapy ukázala jednu z hlavních cest, jak tyto požadavky realizovat. Proto jsme vytvořili digitalizovaný model terénu a na něj navazující systém programů, který umožňuje odstranit s využitím dostupné výpočetní techniky časové i odborně náročnou práci štábů letectva a vojsk PVOS, při topografické přípravě. Tato dosud probíhala velmi pracným způsobem, především profilováním terénu. Jde nejčastěji o výpočty diagramů dosahů (vidi-

telností) různých radiotechnických prostředků, kterými jsou letectvo a vojska PVOS i potenciální protivník bohatě vybaveni.

## **Digitalizovaný model terénu**

V důsledku rozvoje výpočetní a kartometrické techniky se tedy vytvoření digitalizovaného modelu mapy stává postupně reálnou záležitostí. Již několik různých teoretických prací se snaží postihnout mapu jako jednodutý celek velkého množství informací při dosažení co nejvyšší přesnosti. Tento cíl je náročný zejména z praktického hlediska. Jeho komplexní řešení je záležitostí dlouhodobou a přísluší odborné složce — vojenské topografické službě.

V současné době jsme již teoreticky plně zvládli i prakticky uskutečnili první etapu tohoto úkolu, tj. vytvoření digitalizovaného modelu terénu. Tohoto modelu můžeme výhodně využít v praktické činnosti štábů i některých odborných složek v míru i v poli. Modelu mohou využít i civilní instituce. Možných způsobů „digitalizace“ terénu není mnoho. V zásadě můžeme terén číselně vyjádřit:

a) bodovým polem, charakterizujícím základní čáry terénní kostry i mezilehlý prostor ve formě souřadnic  $X, Y, Z$ ;

b) bodovým popisem vrstevnic ve vhodně zvoleném kroku, doplněným o úda-

je především vrcholových tvarů ve formě souřadnic X, Y, Z;

c) sítě různého tvaru a hustoty, s přesným přiřazením výšky lomovým bodům sítě;

d) sítě různého tvaru a hustoty s jedním nebo několika obvykle extrémními údaji o výšce terénu, bez přesného přiřazení výšky určité poloze.

Na volbu způsobu digitalizace má vliv řada faktorů. Nejvýrazněji ji ovlivňují požadavky uživatelů (např. cíl digitalizace, rozsah zpracovávaného území, vyžadovaná přesnost a časové limity), dále pak vlastnosti počítače (rychlost, kapacita paměťových zařízení, tvar ukládání údajů v nich), v neposlední řadě i možnosti zpracovatelů a některé další faktory.

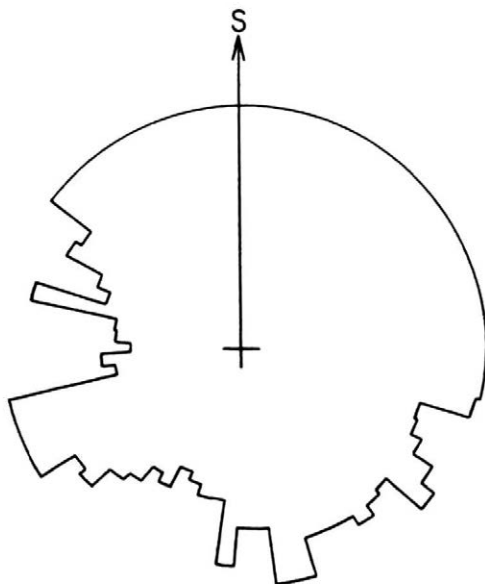
My jsme byli limitováni především cílem digitalizace, výpočetní technikou, která je v ČSLA, požadavky uživatelů na rozsah zpracovaného území a samozřejmě kapacitními možnostmi pracoviště. Hlavními proměnnými faktory pak zůstaly přesnost řešení a čas ukončení úkolu. Po zvážení všech těchto a řady dalších faktorů jsme zvolili způsob digitalizace uvedený bodem d) a vytvořili tak **digitalizovaný model terénu (DMT)**, vyjádřený sítí čtverců o straně 1 km a maximální výškou terénu v každém z nich.

Sít čtverců DMT odpovídá síti pravouhlých souřadnic přímého válcového zobrazování Gauss-Krügera, systému třetího zobrazovacího pásu s dotykovým poledníkem 15° v. d. Tuto souřadnicovou síť jsme rozšířili i do sousedních zobrazovacích pásů, tj. druhého a čtvrtého. Maximální výšky terénu ve čtvercích jsou určovány v metrech, bez terénních předmětů jako jsou lesní masivy, sídliště, energetická vedení atd., převážně z map měřítka 1 : 50 000, částečně z map měřítka 1 : 25 000.

### Využití digitálního modelu terénu u štábů letectva a vojsk PVOS

#### a) Diagramy dosahů radiolokačních stanic

Jednou z nejčastěji se u letectva a vojsk vyskytujících úloh, která vyžaduje náročné a rozsáhlé studium terénu, je tvorba diagramů dosahů (viditelnosti) jednotlivých radiolokačních stanic. Uskutečňuje se v rámci topografické přípravy zvolených stanovišť. V bojových podmínkách, kdy zpravidla není dostatek času ani jiných možností, v mírových podmínkách, kdy se ověřují různá variantní řešení, při zkoumání možností prostředků rozmístěných na území protivníka, hodno-



Obr. 1

tíme terén převážně z map. Je to práce velmi zdlouhavá, poznamenaná nepřesností a častým výskytem chyb.

V současné praxi štábů a vojsk dosud převažuje, a je to především pro svoji menší pracnost, tvorba diagramů dosahů v **absolutních hladinách** vztažených ke stanovišti RL stanice nebo k hladině moře, ačkoliv tyto diagramy nejsou pro většinu případů praktického využití nejvhodnější. I tak příprava věrohodného diagramu pro jedno stanoviště v běžně vyžadovaných 4–6 hladinách trvá řádově několik hodin.

Se zvyšující se intenzitou činnosti letectva v malých výškách při stále dovednějším využívání terénu, jehož profil letouny při letu prakticky kopírují, je stále naléhavější určení radiolokační viditelnosti vzdušných cílů při letu v různých výškových hladinách nad terénem. To vyžaduje vytváření diagramů dosahů jednotlivých radiolokačních stanic v **relativních hladinách**, tj. výškových hladinách vztažených k terénu. To představuje velmi složitý problém, který jsme nemohli doposud používanými manuálními metodami a prostředky v praxi v plném rozsahu realizovat. Zkušební vyhodnocení ukazují, že příprava věrohodného diagramu pro jedno stanoviště ve 3–4

hladinách by vyžadovala řádově i několik desítek hodin.

Vytvořený DMT umožňuje rychlý a praktický výpočet obou úloh na počítači pomocí programu č. 2, který je pro radiolokátory pracující v cm a dm pásmu (pro metrové pásmo orientačně). Program je schopen řešit současně 10 absolutních a 5 relativních hladin libovolně zvolených podle požadavků uživatele.

Pomocí kreslicího zařízení, např. Digi-grafu, můžeme pořídit automatický zakres po jednotlivých hladinách na papír, oleātu nebo mapu tak, jak ukazují **obr. 1 a 2**.

Na základě zkušeností můžeme určit tyto orientační časové limity:

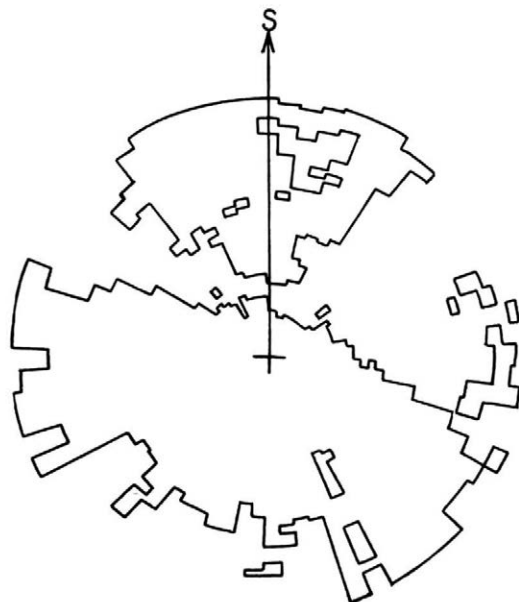
- stanovení požadavků uživatele na předepsaném formuláři (po získání zkušeností) asi 1 min;

- děrování zadání, vlastní výpočet pro 4–6 absolutních nebo 3–4 relativní hladiny a děrování výsledků na pásku do 12 min;

- automatický zakres stejného počtu hladin do 30 min.

Celkový čas max. do 45 minut je tedy podstatně kratší, než časy potřebné k manuálnímu zpracování.

Ojediněle může být stanoviště radiolokátoru zvoleno v netypických extrémních



Obr. 2

podmínkách, např. ve značně členitém terénu. V takovém případě mohou být zároveň se zadáním úlohy zavedeny do výpočtu i údaje o překážkách v nejbližším okolí radiolokační stanice s cílem podstatně zpřesnit výsledky. Potom doba potřebná pro stanovení požadavků uživatele se prodlouží asi na 10–15 minut.

#### b) Diagram radiolokačního pole

Štáby letectva a vojsk PVOS byly dosud schopny sestavit diagram dosahu radiolokačního pole pouze v absolutních hladinách vztažených k hladině moře. Vycházely při tom z diagramů dosahů jednotlivých radiolokačních stanic, získaných způsobem popsáním v předešlé kapitole. Vytvoření věrohodného diagramu pro celé RI, pole např. divize PVOS s desítkami radiolokátorů trvalo v mírových podmínkách až několik měsíců, v bojových podmínkách zvláště u letecké armády frontového letectva a vojsk PVO pozemních vojsk bylo prakticky vyloučeno.

Program č. 5 umožňuje na základě výpočtů získaných programem č. 2 vypočítat dosahy radiolokačního pole v absolutních i relativních hladinách pro jednonásobný i vícenásobný překryt. I zde lze pořídit automatický zakres po jednotlivých hladinách, jak dokumentují **obr. 3 a 4.**

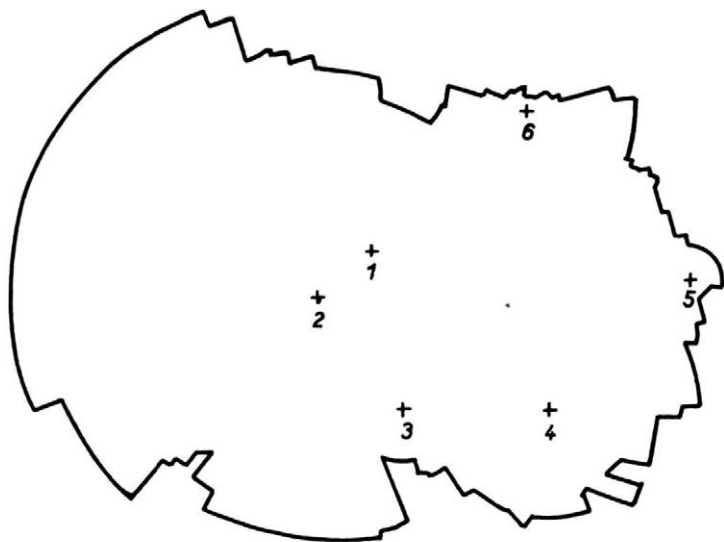
Zatím získané zkušenosti ukazují, že znázornění dosahů v jedné absolutní výškové hladině nad mořem pro radiolokační pole 6–10 radiolokačních stanic trvá od stanovení požadavků uživatele včetně automatického zakresu pole na papír, oleátu, nebo mapu 50–120 minut. Znázornění jedné relativní výškové hladiny vyžaduje pro dané uskupení radiolokačních stanic čas asi o 20 % delší.

#### c) Využití DMT při zkoumání účinnosti PLRS HAWK

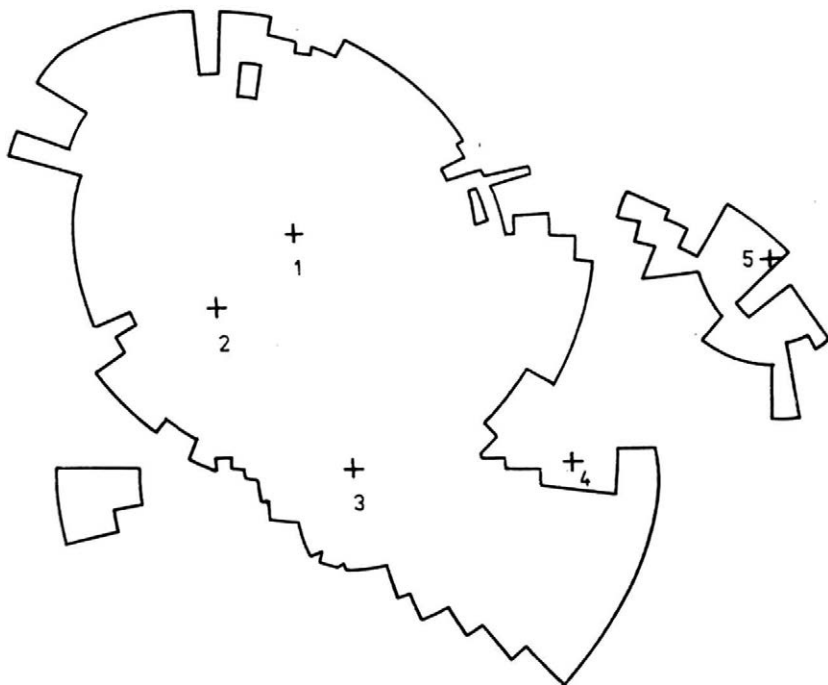
PLRS HAWK tvoří v současné době rozhodující prvek PVO protivníka. Stanovení prostoru jejich účinnosti v závislosti na terénních podmínkách je výchozím podkladem pro všechny způsoby jejich překonávání a vynalézavé využití terénu nízko letícími letouny základním způsobem překonávání. Pokud účinnost PLRS HAWK v závislosti na terénu vůbec v praxi zjišťujeme, je buď značně zdlouhavé, nebo jen velmi povrchní.

S využitím DMT se nám zatím podařilo dosáhnout částečného řešení problému.

Program č. 3 umožňuje, opět na základě výpočtů získaných programem č. 2, vypočítat a v tabulce znázornit pro nulový kurzový parametr letu vzdušného cíle (let přes palebné postavení) ze zvolených sektorů nebo celokruhově a pro libovol-



Obr. 3



Obr. 4

ně stanovené výšky vzdálenost čáry odpalu první PLRS, celkový možný počet odpálených PLRS a počet maximálně možných zásahů — příklad viz **tabulku 1**. V případě potřeby můžeme pořídit automatický zákres čáry odpalu první PLRS pro zvolené náletové sektory nebo celokruhově — příklad viz **obr. 5**.

Doposud získané zkušenosti ukazují, že zpracování úlohy pro jednu baterii ve 4–6 výškových hladinách celokruhově trvá od zadání úlohy po výstup výsledků včetně kresby asi 25–40 minut.

#### d) Ostatní aplikace DMT

Z ostatních aplikací DMT jsou nejvýznamnější různé aplikace **spojovací**. Tak např. pomocí programu č. 4 lze získat řešení rádiové viditelnosti z jednoho bodu na druhý, potřebné při rozvaze rozmístění směrových pojítek. Program č. 2 můžeme velmi výhodně využít ke stanovení prostorů dosahů různých vysílacích zařízení, např. prostorů viditelnosti televizního signálu z různých uvažovaných bodů rozmístění vysílačů.

K uplatnění DMT dochází i v oblasti **letovodské služby**. Programu č. 2 můžeme využít ke stanovení dosahů různých navigačních a zabezpečovacích zařízení. Pomocí programu č. 4 můžeme stanovit (a zakreslit) výškový profil terénu na trati letu a v jejím nejbližším okolí.

Konečně můžeme pomocí programu č. 4 určit i optickou viditelnost bodů nebo prostorů.

#### Závěr

Zkušenosti získané s využíváním DMT zvláště při výpočtech radiolokačních diagramů ukazují, že projekt přináší štábům a vojskům úspory časové a personální a zvyšuje kvalitu podkladů pro rozhodování. Slouží k posuzování možnosti současných sestav. Jeho výhodnost však výrazně vyniká především při rozvahách o novém rozmístění dosavadních i nově zaváděných prostředků, kdy umožňuje v přijatelném čase sestavovat a zkoumat různá variantní řešení. Velký kvalitativní skok představuje vytváření diagramů dosahů těchto prostředků v relativních hladinách.

## Palebné možnosti baterie PLRS HAWK na stanovišti Bamberg

Souřadnice baterie: X = 5536,7 km  
Y = 3198,9 km  
Z = 345 m

Parametry cíle: rychlost = 900 km/h  
výška nad  
terénem = 200 m

Blízké okolí vzato ze strojové mapy

| Směr náletu (ST) | Přiletový směr |              | Odletový směr |              | Celkový počet |              | Čára odpalu (km) |
|------------------|----------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|------------------|
|                  | počet odpalů   | počet zásahů | počet odpalů  | počet zásahů | počet odpalů  | počet zásahů |                  |
| 15,0             | 9              | 7            | 3             | 3            | 12            | 10           | 20,6             |
| 90,0             | 9              | 6            | 3             | 3            | 12            | 9            | 15,8             |
| 150,0            | 15             | 12           | 3             | 3            | 18            | 15           | 33,7             |
| 240,0            | 12             | 9            | 3             | 3            | 15            | 12           | 28,5             |
| 330,0            | 12             | 9            | 3             | 3            | 15            | 12           | 31,2             |

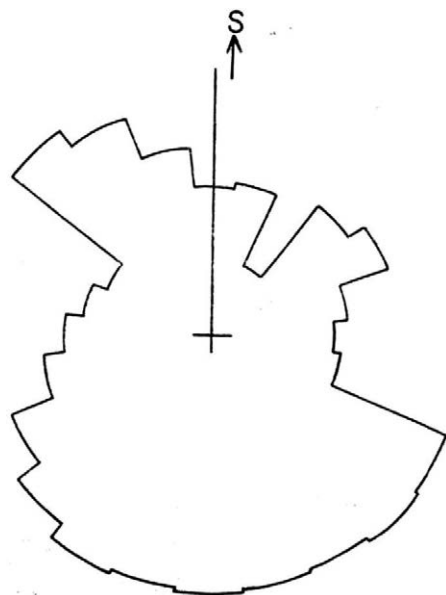
Dosavadní zkušenosti dále ukazují i dostatečnou přesnost výsledků získaných pomocí DMT, neboť rozdíly při srovnání s diagramy získanými při obletech letounů nepřesahují 10 %. Tato poměrně vysoká přesnost umožňuje, abychom v některých případech upustili od obletů, což přináší i měřitelný ekonomický efekt.

V nejbližší době nás čeká převedení DMT a návazných programů na počítač jednotné řady R-30. Nepůjde jen o nové programování, ale zároveň o další rozšíření a prohloubení řešených otázek, o vytvoření systémového projektu. Plánujeme např.:

- zvýšit počet druhů radiotechnických prostředků, řešitelných projektem;
- výpočet a znázornění vertikálních řezů prostorem dosahu jednotlivých prostředků i celého pole;
- sestavení grafikonu činnosti radiolokátorů podle zadaných kritérií;
- výpočet účinnosti různých PLRS, a to i při nenulových kursových parametrech letu vzdušného cíle, atd.

Teoreticky jsme již připravili vytvoření DMT s větší hustotou uložených údajů, která je předpokladem zkvalitnění výpočtů především přesnějším určením nejbližšího okolí stanoviště prostředků (např. u prostředků metrového vlnového rozsahu). Zkoumáme i možnosti dynamického výběru vyšetřovaného prostoru z paměti počítače a další možnosti dané přechodem na počítače vyšší generace.

Řešení uvedených problémů a rychlé zavádění získaných výsledků do praxe štábů a vojsk je našim příspěvkem k realizaci závěrů posledních plén ÚV KSČ.



Obr. 5