

K POUŽITÍ DIGITÁLNÍHO MODELU TERÉNU

Při řešení otázek topografického zabezpečení bojové činnosti vojsk se v posledních letech stále výrazněji prosazují, kromě klasických metod, materiálů, podkladů a přístupů, metody a přístupy nové, často ovlivněné rozvojem jiných vědních disciplín a rozvojem techniky. Jedním z těchto přístupů je i vyjadřování údajů o reliéfu v dosud netradiční, číselné podobě. Rozšíření běžně známého a používaného způsobu grafického vyjadřování reliéfu vrstevnicemi o další způsob, číselný, umožňuje uplatnění výpočetní techniky i tam, kde jsme dosud pracovali s mapou a grafickými pomůckami. Umožňuje také rozšířit výrazně přehled úloh, které můžeme pomocí znalostí o reliéfu řešit.

V některých případech můžeme tímto novým přístupem řešit i takové úlohy, které dosavadní grafické vyjádření neumožňovalo. Např. výpočet profilů terénu a z nich odvozovaných radiolokačních viditelností pro jednu radiolokační stanici a nízké letící cíle, které kopírují terén, by si při použití vrstevnicového vyjádření reliéfu vyžádalo práci několika desítek hodin. Počítač tuto úlohu při použití digitálního modelu terénu (DMT) řeší několik minut a nevzniká zde nebezpečí hrubé chyby.

Ve VM č. 5/1976 v článku „Využití digitálního modelu terénu u letectva a vojsk PVOS“ autoři stručně charakterizovali vytvořený jednoduchý DMT a jeho aplikované využití při řešení některých úloh při rozhodování ve štábech letectva a vojsk PVOS.

Z článku vyplývalo, že jde o poměrně značně zjednodušený model, který bylo třeba v nejbližším okolí zkoumaných sta-

novišť, např. radiolokační stanice, doplňovat zpřesňujícími údaji z mapy velkého měřítka nebo z výsledků měření v terénu. Toto zpřesnění odstraňovalo zjednodušení modelu, bylo však dosti náročné na čas a proto bylo možné modelu využívat převážně v těch případech, kdy nebyly vysoké nároky na rychlost zpracování.

Nezbytnost zpřesňování modelu doplňkovými údaji potvrzovala původní analýzy, které ukazovaly, že je třeba v perspektivě vytvořit přesnější model, který by umožňoval řešení širokého spektra operačně taktických i technických úloh. Zmíněný zjednodušený model, který tvořily elementy ve tvaru čtverce o straně 1 km s údajem maximální nadmořské výšky v odpovídající ploše každého elementu, jsme chápali jako okamžité, operativní řešení, ale také jako významný prostředek pro získání prvních zkušeností při práci s modelem vůbec.

Dalšího řízení prací spojených s návrhem, tvorbou a realizací přesnějšího modelu se proto ujala Topografická služba ČSLA. Výzkumný úkol byl řešen v letech 1978–1980. V roce 1981 byla zahájena etapa realizace modelu, jeho aplikačního využívání a dalšího rozvoje.

Základní charakteristika modelu

Digitální model terénu je definován jako programově zabezpečený soubor digitálních údajů — nadmořských výšek reliéfu terénu, určených v pravidelné nebo nepravidelné rozmístěných, tzv. uzlových bodech.

Digitální model terénu dále zahrnuje pravidla pro interpolaci nadmořských vý-

šek bodů ležících mimo síť bodů uzlových a pravidla pro stanovení některých charakteristik odvozených na základě výšek uzlových bodů (viz obr. 1 a 2).

Jestliže pro názornost porovnáme část terénního reliéfu vyjádřeného vrstevnicemi (obr. 1) s reliéfem vyjádřeným ve formě digitálního modelu terénu (obr. 2), vidíme, že jde o naprosto jinou kvalitu. Na obr. 2 ukazují tři z řady možností volby rozmístění uzlových bodů, včetně údajů, které jsou u těchto bodů určovány (vrstevnice zde slouží k porovnání s obr. 1, ale model je pochopitelně nezahrnuje):

- a) pravidelné rozmístění
 - aa) síť trojúhelníková,
 - ab) síť čtvercová;
- b) nepravidelné rozmístění
 - ba) na vrstevnicích.

Zde chci upozornit na závažný fakt, že v případě pravidelného rozmístění uzlových bodů postačuje zjištění výšky uzlového bodu (poloha je dána plochou v síti), v případě nepravidelného rozmístění je třeba kromě výšky uzlového bodu stanovit i údaje jeho polohy (souřadnice x, y).

Velmi významnou charakteristikou, která ovlivňuje přesnost modelu, je tedy **rozmístění a hustota uzlových bodů** modelu. Z několika možností volby jsme zvolili tu, která využívá pravidelné sítě, v našem případě sítě čtvercové. Použitá síť je orientována shodně se sítí pravouhlých rovinových souřadnic topografických map. Hustota sítě pak je proměnlivá podle převažující výškové členitosti reliéfu a to:

- v rovině rozměr čtverce 500×500 m,
- v nižší a vyšší pahorkatině rozměr čtverce 200×200 m,
- ve všech dalších typech rozměr čtverce 100×100 m.

Další významnou charakteristikou je **způsob digitalizace** výšek uzlových bodů. Pro zmíněný model jsme zvolili metodu kartometrické digitalizace. Výšky uzlových bodů jsou určovány interpolací vrstevnic v mapách velkých měřítek. K odečítání používáme sítě vyhotovené z nesrážlivého materiálu. Tyto umožňují vyloučit chyby, které vyplývají ze změn rozměrů použitých map.

Uživatelé pochopitelně zajímá s jakou **přesností** budou v modelu určovány výšky mezilehlých bodů, tj. bodů ležících mezi uzlovými body. V tomto směru je model charakterizován střední výškovou chybou, jejíž velikost bude v převážné části zájmo-

vého území nižší než 5 m. Hodnota střední chyby bude výjimečně překročena v úzkých, zářiznutých údolích v reliéfech s vysokými sklonů svahu.

Navrhovaný model bude obsahovat v první etapě pouze nadmořské výšky reliéfu, proto je pro něj také plně oprávněné označení Digitální model terénu. V dalším období předpokládáme doplnění dalších souborů popisujících terénní předměty (popř. porosty, zástavbu, komunikace, vody atd.). O způsobu a přesnosti záznamu těchto údajů a postupu prací bude rozhodnuto v součinnosti s předpokládanými uživateli.

Takto vytvořené soubory údajů nejen o terénních tvarech, ale i terénních předmětech bude patrně vhodnější ve svém souhrnu označovat jako Digitální model území (DMÚ).

Digitální model terénu bude v první etapě vybudován pro teritorium ČSSR a část přilehlého území předpokládaného válečnického. Postup prací budeme zpřesňovat podle kapacitních možností zpracovatelů a požadavků uživatelů.

Předpokládané využití modelu

V průběhu prací na modelu jsme si průzkumem zjistili požadavky předpokládaných uživatelů modelu. Z průzkumu vyplynulo, že navržený model může ve větší nebo menší míře přispět k automatizovanému zpracování řady aplikací úloh. Jde zvláště o tyto skupiny aplikací:

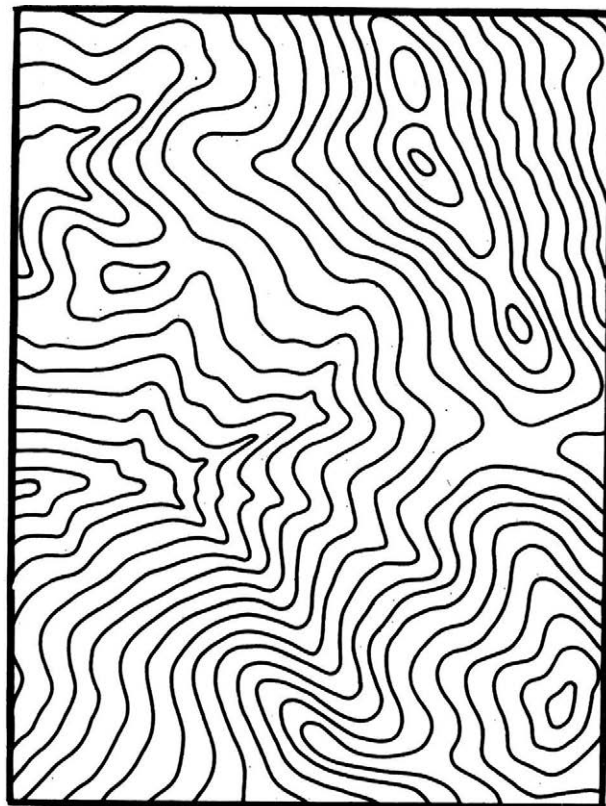
- aplikace z oblasti působnosti složek PVOS, PVO vojsk a letectva, např. určování stavu radiolokačního pole v různých výškách pro potřeby vlastní PVO i pro zhodnocení možností překonávání PVO nepřitele,

- aplikace z oblasti působnosti složek radioelektronického boje, např. operační výpočty při plánování a výběru stanišť průzkumných prostředků a rušičů,

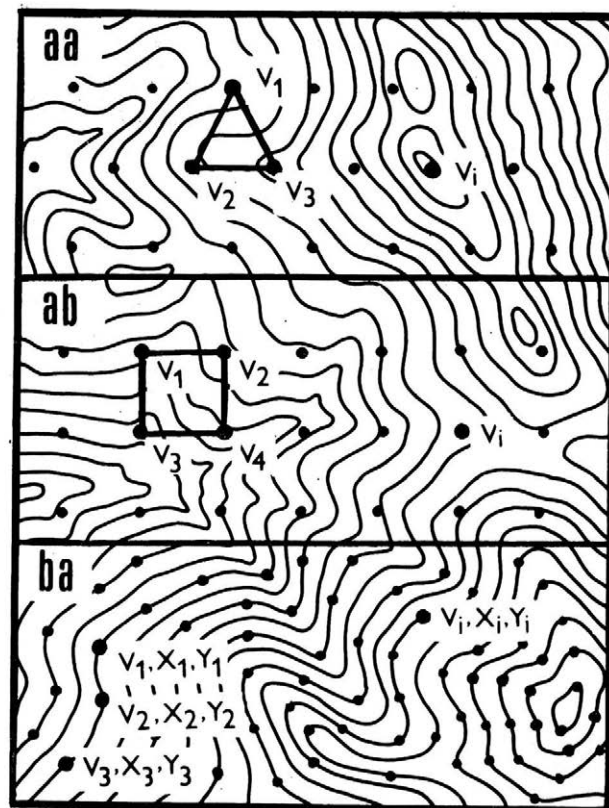
- aplikace z oblasti spojení, např. zjišťování dosahů radioelektronických prostředků pro potřeby stanovišť pokrytosti v signálem a plánování kmitočtů,

- aplikace z oblasti působnosti složek RVD, např. volbu stanišť průzkumných prostředků pro pozorování, fotografický a radiolokační průzkum RVD atd.

Kromě těchto oblastí můžeme očekávat i další aplikace, které můžeme blíže specifikovat v průběhu využívání a jejího provozování. Jednou z takových aplikací jsou např. výpočty profilů terénu pro projektování tras potrubní dopravy, např. PHM.



Obr. 1



Obr. 2

Způsob využívání modelu

Datové soubory, které budou jádrem modelu, budou pochopitelně značně rozsáhlé. Také technologie výstavby modelu, zvláště digitalizace údajů výšek uzlových bodů, bude značně náročná. Z těchto i z řady dalších důvodů bude nezbytné, aby provozní využívání modelu bylo řízeno centrálně. Proto tvorbu i využívání modelu bude řídit správce objektu. Vytvoření správce objektu a jeho řízení zabezpečí topografická služba ČSLA.

Uživatelé budou své požadavky na model uplatňovat prostřednictvím správce objektu a to jak z hlediska území, které bude předmětem jejich zájmu, tak i z hledisek kvalitativních. Kvalitativními hledisky jsou např. jimi požadovaná hustota sítě (např. všude síť 100 m, nebo vyjádření reliéfu ve formě profilů atd.

Velmi závažné je pravidlo, které uplatňujeme při tvorbě aplikačních programů. Tyto programy si budou zabezpečovat uživatelé svými prostředky a topografická služba ČSLA prostřednictvím správce projektu bude k tomu poskytovat potřebné informace o kvalitě modelu (jeho možnostech, struktuře, přesnosti atd.) a kvantitě modelu (rozsah zabezpečovaného úze-

mí), popř. perspektivách dalšího vývoje. Zároveň s tím budou poskytovány nezbytné informace o programovém zabezpečení modelu.

Kromě těchto činností ve vztahu k uživatelům bude správce projektu zabezpečovat a řídit činnost při tvorbě a digitalizaci údajů modelu, povede podrobný přehled o všech předaných úsecích modelu a jejich uživatelích, zabezpečí archivaci a evidenci všech materiálů, které mají vztah k modelu.

Další perspektivy prací v této oblasti

Pro nejbližší období je nejzávažnější, aby proběhly všechny technologické činnosti, které umožní postupné naplňování datové báze modelu. Současně s tím budou zahájeny práce na první etapě rozvoje modelu, které budou směřovat ke stanovení těch souborů údajů o terénních předmětech, které požadují někteří uživatelé, k metodám a způsobům jejich digitalizace a vyjádření v počítači. Dále předpokládáme, že uživatelé (kteří jsou zainteresováni na využívání modelu) zahájí podle svých zámyslů a plánů práce na algoritmizaci, programování a ověřování aplikačních úloh.